

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA S ANALÝZOU RIZIKA ZNEČISTENÉHO ÚZEMIA

doplnkový geologický prieskum potvrdenej environmentálnej záťaže
B2(008)/Bratislava – Ružinov – Na Paši č.4 – chemická čistiareň (SK/EZ/B2/124)



AQUIFER s.r.o., Bleduľová 66, 841 08 Bratislava

+421 915 737 912 aquifer@aquifer.sk

www.aquifer.sk

september 2023

Názov geologickej úlohy: „Doplnkový geologický prieskum životného prostredia potvrdenej environmentálnej záťaže B2(008)/Bratislava – Ružinov – Na Paši č.4 – chemická čistiareň (SK/EZ/B2/124)“

Číslo geologickej úlohy: 21-11-22

Evidenčné číslo Geofondu: 975/2022

Druh geologických prác: geologický prieskum životného prostredia

Etapa geologického prieskumu: doplnkový geologický prieskum životného prostredia

Doba riešenia geologickej úlohy: 11/2022–09/2023

Objednávateľ: **Metrostav Slovakia a.s.**
Mlynské Nivy 68,
824 77 Bratislava

Zhotoviteľ geologických prác : **AQUIFER, s.r.o.**
Bleduľová 66
841 08 Bratislava

Štatutár zhotoviteľa: Mgr. Milan Kminiak

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Katarína Kminiaková, PhD.

Riešitelia: Mgr. Milan Kminiak
Ing. Miroslav Porubský
RNDr. Tibor Kovács
RNDr. Slavomír Mikita, PhD.
Ing. Marek Kováčik
RNDr. Jan Bartoň
Mgr. Michal Sentpetery, PhD.

Dátum vyhotovenia: september 2023

OBSAH:

Úvod.....	1
1. Miestopisné vymedzenie územia	1
2. Cieľ geologickej úlohy	3
3. Údaje o projekte a jeho zmenách.....	3
4. Charakteristika prírodných pomerov skúmaného územia	3
4.1 Geomorfologické pomery.....	3
4.2 Hydrologické pomery.....	4
4.3 Klimatické pomery.....	5
4.4 Geologické a hydrogeologické pomery skúmaného územia a jeho širšieho územia	8
4.5 Pedologické pomery	11
4.6 Osobitná ochrana prírody a krajiny	12
5. Doterajšia geologická preskúmanosť	12
6. Postup riešenia geologickej úlohy.....	30
6.1 Metodika a postup realizovaných prác.....	30
6.1.1 Časová nadväznosť a etapovitnosť realizovaných prác.....	31
6.2 Geologické činnosti.....	32
6.3 Technické práce.....	34
6.3.1 Vrtné práce.....	34
6.4 Vzorkovacie práce a terénne merania	36
6.4.1 Vzorkovanie zemín.....	37
6.4.2 Vzorkovanie podzemnej a povrchovej vody.....	38
6.4.3 Vzorkovanie pôdneho vzduchu	41
6.4.4 Organoleptické skúšky znečistenia vôd a zemín.....	42
6.4.5 Režimové merania	42
6.4.6 Merania základných parametrov vôd	42
6.4.7 Atmogeochemické merania	44
6.5 Laboratórne práce	44
6.5.1 Laboratórne práce - zeminy	44
6.5.2 Laboratórne práce podzemná a povrchová voda	46
6.5.3 Laboratórne práce pôdny vzduch.....	48
6.6 Geodetické činnosti.....	48
6.7 Údaje o preprave a spôsobe nakladania s odpadmi	49
6.8 Spôsob zabezpečenia alebo likvidácie geologických diel a geologických objektov.....	49
6.9 Vykonané opatrenia na elimináciu alebo minimalizáciu vplyvu technických prác na životné prostredie.....	49
6.10 Spôsob digitálneho spracovania údajov.....	49
7. Výsledky riešenia geologickej úlohy	50
7.1 Výsledky a nové geologické poznatky vrátane tých, ktoré nesúvisia s cieľmi projektu.....	50
7.1.1 Geologické a hydrogeologické pomery územia.....	50

7.1.1.1	Geologické pomery - geologická dokumentácia sond.....	50
7.1.1.2	Úložné pomery záujmovej oblasti.....	53
7.1.1.3	Hydrogeologické pomery záujmovej oblasti	56
7.1.1.3.1	Stanovenie hydraulických parametrov horninového podlažia	58
7.1.1.3.2	Vyhodnotenie režimových meraní.....	59
7.1.2	Poznatky o charaktere a rozsahu znečistenia, a jeho šírení	61
7.1.2.1	Kvalita zemín	62
7.1.2.2	Kvalita podzemných vôd	69
7.1.2.3	Kvalita povrchovej vody	82
7.1.2.4	Kvalita pôdneho vzduchu – atmogeochemický prieskum	84
7.2	Hodnotenie výsledkov z hľadiska cieľov projektu.....	89
8.	Návrh monitorovania geologických faktorov životného prostredia s konkretizáciou sledovaných parametrov	110
9.	Miesto a spôsob uloženia geologickej dokumentácie a osobitných správ	111
10.	Závery a odporúčania.....	112
11.	Zoznam použitej literatúry	125

SAMOSTATNÁ ČASŤ ZÁVEREČNEJ SPRÁVY - ANALÝZA RIZIKA ZNEČISTENÉHO ÚZEMIA

SAMOSTATNÁ ČASŤ ZÁVEREČNEJ SPRÁVY – ŠTÚDIA USKUTOČNITEĽNOSTI SANÁCIE

ZOZNAM PRÍLOH:

A.) TEXTOVÉ PRÍLOHY

B.) GRAFICKÉ PRÍLOHY

A.) TEXTOVÉ PRÍLOHY

Textová príloha č.1: Databáza údajov - Laboratórne protokoly

1.A: Laboratórne protokoly zemín a stavebných konštrukcií:

- 1.A.1 Výsledky laboratórnych analýz fyzikálnych a popisných vlastností zemín
- 1.A.2 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek zemín z kvalitatívneho hľadiska - natívne vzorky – Fáza I. - prieskum - I. vzorkovacie kolo (november - december 2022)
- 1.A.3 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek stavebných konštrukcií – natívne vzorky a vodný výluh - Fáza II. - monitoring - II. vzorkovacie kolo (01. – 02. februára 2023)

1.B Laboratórne protokoly podzemných vôd:

- 1.B.1 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek podzemnej vody z kvalitatívneho hľadiska – Fáza I. - prieskum - I. vzorkovacie kolo (november - december 2022)
- 1.B.2 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek podzemnej vody z kvalitatívneho hľadiska – Fáza II. - monitoring - II. vzorkovacie kolo (01. – 02. februára 2023)
- 1.B.3 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek podzemnej vody z kvalitatívneho hľadiska – Fáza II. - monitoring - III. vzorkovacie kolo (10. – 13. februára 2023)

1.C Laboratórne protokoly povrchových vôd:

- 1.C.1 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek povrchovej vody z kvalitatívneho hľadiska – Fáza I. - prieskum - I. vzorkovacie kolo (november - december 2022)
- 1.C.2 Protokoly laboratórnych analýz vzoriek povrchovej vody z kvalitatívneho hľadiska – Fáza II. - monitoring - II. vzorkovacie kolo (01. – 02. februára 2023)

1.D Protokoly laboratórnych analýz vzoriek pôdneho vzduchu z kvalitatívneho hľadiska – Fáza I. - prieskum (november - december 2022)

Textová príloha č.2: Terénne merania

Textová príloha č.2.A: Výsledky režimových meraní hladín podzemnej vody a hladiny Štrkoveckého a Ružinovského jazera

Textová príloha č.2.B: Výsledky terénnych meraní (rozpustený kyslík, teplota, pH, vodivosť, redoxný potenciál)

Textová príloha č.2.C: Organoleptické vlastnosti – zeminy, stavebné konštrukcie

Textová príloha č.2.D: Organoleptické vlastnosti – podzemné a povrchové vody

Textová príloha č.3: Výsledky geodetických činností

Textová príloha č.4: Protokol o zabezpečení a udržiavaní geologických diel

Textová príloha č.5: Protokol o likvidácii geologických diel

Textová príloha č.6: Záznam o vyradení hmotnej geologickej dokumentácie

Textová príloha č.7: Rozhodnutie MŽP SR č. R-AR 88/2016 sp.č.: 4563/2016-7.2 ev. č. 17026/2016 zo dňa 22.03.2016, ktorým bola schválená záverečná správa s analýzou rizika znečisteného územia z geologickej úlohy Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže B2(008)/Bratislava – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň, (SK/EZ/B2/124)

Textová príloha č.8: Návrh na aktualizáciu Registračného listu environmentálnej záťaže

B.) GRAFICKÉ PRÍLOHY

Grafická príloha 1A: Vymedzenie skúmaného územia na topografickej mape M 1:50 000

Grafická príloha 1B: Vymedzenie skúmaného územia na topografickej mape M 1:10 000

Grafická príloha 1C: Mapa doterajšej preskúmanosti v riešenom území a jeho okolí – archívne geologické diela – prieskum znečistenia M 1:2000

Grafická príloha 1D1: Mapa doterajšej preskúmanosti v riešenom území a jeho okolí – mapa znečistenia zemín v biologickej kontaktnej zóne M 1:2000 (spracované na základe výsledkov Urban, O., et al. 2015)

Grafická príloha 1D2: Mapa doterajšej preskúmanosti v riešenom území a jeho okolí – mapa znečistenia zemín v pásme nasýtenia M 1:2000 (spracované na základe výsledkov Urban, O., et al. 2015)

Grafická príloha 1E: *Mapa doterajšej preskúmanosti v riešenom území a jeho okolí – mapa znečistenia podzemných vôd M 1:2000 (spracované na základe výsledkov Urban, O., et al. 2015)*

Grafická príloha 2: Kópia katastrálnej mapy s vyznačením znečisteného územia

Grafická príloha 2: *Kópia katastrálnej mapy s vyznačením znečisteného územia, M 1:4000, vrátane listov vlastníctva*

Grafická príloha 3: Geologická mapa a geologické rezy

Grafická príloha 3A: *Geologická mapa skúmaného územia – grafická mierka*

Grafická príloha 3B: *Situácia s vyznačením prieskumných diel a geologických rezov M 1:2000*

Grafická príloha 3C: *Geologické rezy A-A', B-B' M 1:1200/100, M 1:400/100*

Grafická príloha 4: Mapa dokumentačných bodov a odberu vzoriek

Grafická príloha 4a: *Mapa dokumentačných bodov a odberu vzoriek zemín, stavebných konštrukcií a pôdneho vzduchu M 1:2000*

Grafická príloha 4b: *Mapa dokumentačných bodov a odberu vzoriek podzemných vôd a povrchovej vody M 1:5000*

Grafická príloha 5: Mapy hydroizohýps

Grafická príloha 5A: *Mapa hydroizohýps zo dňa 25.11.2022 – nižší stav hpv*

Grafická príloha 5B: *Mapa hydroizohýps zo dňa 02.02.2023 – vyšší stav hpv*

Grafická príloha 6: Plošná distribúcia znečisťujúcich látok v podzemnej vode

Grafická príloha 6A1: *Plošná distribúcia znečistenia tetrachlóretylénu PCE v µg/l v podzemnej vode - Fáza I. - prieskum – I. vzorkovacie kolo (21.11. - 06.12 2022) M 1:2000*

Grafická príloha 6A2: *Plošná distribúcia znečistenia tetrachlóretylénu PCE v µg/l v podzemnej vode - Fáza II. - monitoring - II. vzorkovacie kolo (01. až 02. februára 2023) M 1:4000*

Grafická príloha 6A3: *Plošná distribúcia znečistenia tetrachlóretylénu PCE v µg/l v podzemnej vode - Fáza II. - monitoring - III. vzorkovacie kolo (10. až 13. februára 2023) M 1:4000*

Grafická príloha 6B: *Plošná distribúcia znečistenia amónnymi iónmi v mg/l v podzemnej vode - Fáza I. - prieskum - I. vzorkovacie kolo (21.11. - 06.12 2022) M 1:2000*

Grafická príloha 6C: *Plošná distribúcia znečistenia dusitanmi v mg/l v podzemnej vode - Fáza I. - prieskum - I. vzorkovacie kolo (21.11. - 06.12 2022) M 1:2000*

Grafická príloha 7: Mapy znečistenia podzemných vôd

Grafická príloha 7A: *Mapa reprezentatívneho výskytu znečistenia tetrachlóretylénu PCE v µg/l v podzemnej vode (priemerné koncentrácie) M 1:4000*

Grafická príloha 7B: *Mapa znečistenia amónnymi iónmi v mg/l v podzemnej vode - Fáza I. - prieskum – I. vzorkovacie kolo (21.11. - 06.12 2022) M 1:2000*

Grafická príloha 7C: *Mapa znečistenia dusitanmi v mg/l v podzemnej vode - Fáza I. - prieskum – I. vzorkovacie kolo (21.11. - 06.12 2022) M 1:2000*

Grafická príloha 8: Geologická dokumentácia vrtov

Grafická príloha 8A: *Geologická dokumentácia monitorovacích vrtov ST-1, ST-2, ST-3, ST-4, ST-6 M 1:100*

Grafická príloha 8B: *Geologická dokumentácia mapovacieho vrtu ST-5 M 1:100*

Grafická príloha 9: Geologická dokumentácia archívnych monitorovacích vrtov

Grafická príloha 10: Fotodokumentácia

Grafická príloha 10A: *Fotodokumentácia - terénne práce*

Grafická príloha 10B: *Fotodokumentácia vrtných výnosov - monitorovacie vrty ST-1, ST-2, ST-3, ST-4, ST-6 - len v digitálnej forme*

Grafická príloha 10C: *Fotodokumentácia vrtných výnosov mapovací vrt ST-5 - len v digitálnej forme*

Zoznam tabuliek

- Tab.1: Miestopisné vymedzenie územia v zmysle administratívneho členenia SR
- Tab.2: Vybrané hydrologické údaje – Dunaj v meranom mieste Bratislava
- Tab.3: Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu (v °C) v období rokov 2010-2020
- Tab.4: Priemerný mesačný a ročný úhrn zrážok (v mm) v období rokov 2010-2022 + 01-04/2023
- Tab.5: Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2010-2020
- Tab. 6.1 : Úložné pomery - Blue City center– Blažo E., 2006
- Tab. 6.2: Úložné pomery - monitorovacie sondy - areál čistiarní a jeho blízke okolie – Urban et.al., 2015
- Tab. 6.3 : Úložné pomery - Kaufland – parkovací dom – Kminiak-Kminiaková-Porubský, 2022
- Tab.6.4: Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín v archívnych prieskumných prácach
- Tab.7.1 : Narazené/ustálené hladiny v monitorovacích vrtoch počas vrtných prác (Urban et.al.2015,)
- Tab.7.2:Úrovne narazených a ustálených hladín podzemnej vody v širšom okolí – kvartérny a neogénny kolektor (spracované podľa Danko et.al., 2008)
- Tab.7.3: Hydraulické charakteristiky stanovené z výsledkov hydrodynamických skúšok v širšom okolí
- Tab.8: Koncentrácie PCE v podzemnej vode nad ID a IT kritériá SM 2015 (spracované podľa Urban, O., et al. 2015) (opraviť vysvetlivku pod tabuľkou)
- Tab.9: Režimové merania hladiny podzemnej vody počas monitorovacích prác ŠGÚDŠ - prevzaté od Kordík et.al., 2022
- Tab.10: Sumárny prehľad výsledkov s prekročením ID resp. IT limitov v zmysle smernice č. 1/2015-7 v monitorovacom období rokov 2016 až 2022 (opraviť vysvetlivku pod tabuľkou)
- Tab.11: Etapovitost' prieskumných prác
- Tab. 12a : Technické parametre a rozsah realizovaných monitorovacích vrto ST-1,2,3,4,6
- Tab. 12b : Základné technické údaje mapovacieho vrtu ST-5
- Tab.13 : Rekapitulácia vrtných prác a zneškodnenia odpadov
- Tab.14: Rozsah vykonaných odberov a rozsah stanovení vzoriek zemín (monitorovacie a mapovacie vrty)
- Tab.15: Rozsah vykonaných odberov vzoriek stavebných konštrukcií
- Tab.16a: Rozsah odobratých vzoriek podzemnej vody – fáza č.1 (1. kolo) monitorovacie a mapovací vrt a existujúce vrty a studne
- Tab.16b: Rozsah odobratých vzoriek podzemnej vody– fáza č.2 (2. kolo) – monitorovacie vrty a existujúce vrty a studne
- Tab.16c: Rozsah odobratých vzoriek podzemnej vody– fáza č.2 (3. kolo) – monitorovacie a existujúce vrty
- Tab.16d: Sumarizácia počtu vzoriek podzemnej vody – fáza č.1 + 2
- Tab.17 : Počet odobratých vzoriek povrchovej vody – 1.fáza (prieskumná) s rozsahom sledovaných ukazovateľov kvality (premenovať tabuľku)
- Tab. 18: Atmogeochemické merania
- Tab.19 : Počet vykonaných režimových meraní v záujmovej oblasti (12/2022 až 02/2023)
- Tab.20a: Rozsah vykonaných základných parametrov podzemnej a povrchovej vody (pH, vodivosť, teplota)
- Tab.20b: Rozsah vykonaných základných parametrov podzemnej a povrchovej vody (redoxný potenciál, rozpustený kyslík)
- Tab.21a: Rozsah laboratórnych analýz zemín - mapovací vrt - natívne vzorky
- Tab.21b: Rozsah laboratórnych analýz zemín – monitorovacie vrty - natívne vzorky
- Tab.21c: Rozsah laboratórnych analýz zemín – stavebné konštrukcie - natívne vzorky a vodný výluh
- Tab.22a: Rozsah laboratórnych analýz podzemnej vody - mapovací vrt (fáza I.)
- Tab.22b: Rozsah laboratórnych analýz - monitorovacie vrty (fáza I.)
- Tab.22c: Rozsah laboratórnych analýz podzemnej vody – existujúce vrty a studne (fáza I.)
- Tab.23 : Rozsah laboratórnych analýz – Štrkovecké a Ružinovské jazero
- Tab.24: Rozsah laboratórnych analýz - podzemné vody (fáza II. - monitoring)
- Tab.25: Rozsah laboratórnych analýz – Štrkovecké a Ružinovské jazero (fáza II. - monitoring)
- Tab.26: Počet laboratórnych analýz pôdneho vzduchu
- Tab.27: Počet vykonaných geodetických meraní:
- Tab.28a: Litologické pomery - monitorovacie sondy - ST-1, ST-2, ST-3, ST-4 a ST-6
- Tab.28b: Litologické pomery - mapovacia sonda ST-5
- Tab. 29 : Výskyt štrko-piesčitých zemín / kvartér
- Tab.30 : Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín/hornín v prieskumných sondách
- Tab. 31 : Narazené/ustálené hladiny podzemnej vody v mapovacích a monitorovacích vrtoch počas vrtných prác (november-december 2022)
- Tab. 32: Hladiny podzemnej vody v najbližšie situovaných pozorovacích objektoch SHMÚ
- Tab.33 : Režimové merania podzemnej vody na dostupných monitorovacích vrtoch v areáli a jeho okolí (november 2022 – február 2023)
- Tab.34 : Režimové merania na vodných nádržiach – Štrkovecké jazero a jazero Rohlík (12/2022, 02/2023)
- Tab.35: Koncentrácie NEL vo vzorkách zemín – povrchové a hĺbkové vzorky
- Tab.36: Obsahy BTEX v zeminách v mg/kg/sušiny – monitorovacie a mapovací vrt
- Tab.37 : Koncentrácie CLU vo vzorkách zemín– povrchové a hĺbkové vzorky
- Tab.38. :Obsahy vybraných kovov v zeminách – povrchové a hĺbkové vzorky
- Tab. 39 : Koncentrácia PAU v povrchových a hĺbkových vzorkách (v mg/kg sušiny)
- Tab.40a: Výsledky CLU v odobratých vzorkách stavebných konštrukcií - v zmysle smernice MŽP, 2015
- Tab.40b: Výsledky BTEX v odobratých vzorkách stavebných konštrukcií-v zmysle smernice MŽP, 2015

Tab.41: Výsledky analýzy **vzoriek odobratých stavebných konštrukcií** v zmysle **vyhlášky č. 382/2018 Z.z. - natívna vzorka** a smernice (MŽP, 2015)

Tab. 42: Výsledky analýzy **zmesovej vzorky staveb.konštrukcií** v zmysle **vyhlášky č. 382/2018 Z.z. - vodný výluh**

Tab.43: Obsah **NEL-IR a C10-C40** v podzemnej vode – záujmová oblasť – **monitorovacie + mapovacie vrty**

Tab.44 : Obsah BTEX v podzemnej vode — **monitorovacie a mapovacie vrty**

Tab. 45 : Obsahy **PAU** v podzemnej vode — **monitorovacie a mapovacie vrty** (µg/l)

Tab. 46 : Obsahy **TOC** a rozpustených látok v podzemnej vode — **monitorovacie vrty** (µg/l)

Tab.47 : Obsahy CLU v podzemnej vode – všetky 3 kolá vzorkovania

Tab.48a: Obsahy 1,1,2,2-tetrachlóretylén v podzemnej vode (1. kolo vzorkovania 11./12. 2022)

Tab.48b: Obsahy 1,1,2,2-tetrachlóretylén v podzemnej vode - 2.kolo (1. až 2. februára 2023)

Tab.48c: Obsahy 1,1,2,2-tetrachlóretylén v podzemnej vode – 3.kolo (10.-13. februára 2023)

Tab.č.49 : Obsah **stopových prvkov v podzemnej vode** – monitorov. a mapovacie vrty

Tab.50 : Obsah **vybraných anorganických látok v podzemnej vode** – monitorov. a mapovacie vrty

Tab. č.51a : Koncentrácie CLU – jazero Štrkovec a Rohlík

Tab. č.51b : Koncentrácie (BTEX – jazero Štrkovec a Rohlík

Tab. č.51c : Terénne merania – jazero Štrkovec a Rohlík

Tab.č.52: Namerané hodnoty VOC, CH₄, TP a CO₂ v pôdnom vzduchu počas terénnych meraní prístrojom Ecoprobe – stav k 11/2022 (zarážané sondy).

Tab.53 : Rekapitulácia znečistenia v podzemnej vode

Tab. 54 : Prejav znečistenia látkami NH₄⁻ v podzemnej vode - 1.kolo vzorkovania

Tab. 55 : Prejav znečistenia NO₂⁻ v podzemnej vode v jednotlivých kolách vzorkovania

Tab. 56 : Prejav znečistenia CLU v podzemnej vode – forma 1,1,2,2 PCE v jednotlivých kolách vzorkovania

Tab. 57 : Časový priebeh koncentrácií PCE u archívnych a novovybudovaných vrtoch v období 2015 až 2023 (podľa Urban et.al., Kordík et.al., 2022 + súčasná etapa prác)

Zoznam obrázkov

Obr.1: Potenciálne zdroje znečistenia v areáli čistiarní (spracované na základe prieskumných prác Polák, R., 1992; Urban, O., et al. 2015) a podkladov súčasného vlastníka

Obr.2: Výrez z digitálnej tematickej mapy č.11 Geomorfologické členenie Slovenska (Kočík, Ivanič)

Obr.3: Mesačné úhrny zrážok v jednotlivých mesiacoch v období rokov 2010-2022 v porovnaní s dlhodobým priemerom (1951-1980) - meteorologická stanica Bratislava – letisko

Obr.4: Ročné úhrny zrážok v období rokov 2010-2022 v porovnaní s dlhodobým priemerom (1951-1980) – stanica Bratislava - letisko

Obr.5 Geologická mapa skúmaného územia – výrez z digitálnej geologickej mapy SR M 1:50 000

Obr.6: Lokalizácia archívnych prieskumných diel

Obr.7: Situovanie prieskumných diel v okolí záujmovej oblasti, s realizovanými čerpacími skúškami

Obr.8: Odborné miesta pôdneho vzduchu, zemín a podzemnej vody (Polák, R., 1992)

Obr.9: Situovanie mapovacích a monitorovacích vrtoch (Urban, O., et al. 2015)

Obr.10: Situovanie archívnych vrtoch a studní a odberov povrchovej vody (Urban, O., et al. 2015)

Obr.11a: Vrtne práce – prieskumná sonda ST-5 (situovaná v areáli čistiarní)

Obr.11b: Vrtne práce – prieskumná sonda ST-4 (situovaná v blízkosti Štrkoveckého jazera)

Obr.11c: Odber vzoriek podzemnej vody dynamickým začerpaním+ terénne merania prístrojom WTW (existujúci monitorovací vrt HGV-5)

Obr. 12: Priebeh povrchu neogénneho podložia – sondy ST-1 až ST-6, s využitím dát archívnych vrtoch HGV-2,3,4,5 (Urban et.al., 2015)

Obr.13: Hydroizohypsy hladiny podzemnej vody – nižší stav h_{pv} (stav ku dňu 25.11.2022)

Obr.14: Hydroizohypsy hladiny podzemnej vody - vyšší stav h_{pv} (stav ku dňu 02.02.2023)

Obr.15: Mesačné úhrny zrážok v jednotlivých mesiacoch v období 01/2022 až 04/2023 - meteorologická stanica Bratislava - letisko

Obr.16: Plošná distribúcia tetrachlóretylénu v (PCE) podzemnej vody (Fáza I. – 11-12/2022)

Obr.17: Plošná distribúcia tetrachlóretylénu (PCE) v podzemnej vody (Fáza II. – monitoring - 2. kolo)

Obr.18: Plošná distribúcia tetrachlóretylénu (PCE) v podzemnej vody (Fáza II. – monitoring - 3. kolo)

Obr.19: Situovanie atmochemických meraní - lokalita Bratislava Teslova ul.

Obr. 20 : Mapa obsahu VOC v pôdnom vzduchu (mg/m³) – úroveň 0,8 m p.t (11/2022)

Obr. 21 : Mapa obsahu TP (mg/m³) v pôdnom vzduchu – úroveň 0,8 m p.t (03/2020)

Obr.22 : Mapa reprezentatívneho obsahu tetrachlóretylénu (PCE) v podzemnej vode – priemerné koncentrácie

Obr.23: Plošná distribúcia znečistenia amónnymi iónmi (mg/l) v podzemnej vode (Fáza I. – prieskum 11-12/2022)

Obr.24: Plošná distribúcia znečistenia látkou dusitany – NO₂ (mg/l) v podzemnej vode – priemerné koncentrácie

Obr.25: Plošná distribúcia trichlóretylénu v podzemnej vody (Fáza II. – monitoring - 2. kolo 01.-02. februára 2023)

Obr.26: Plošná distribúcia cis-1,2 dichlóretylénu v podzemnej vody (Fáza II. – monitoring 2. kolo - 01.-02. februára 2023)

Obr.27: Plošná distribúcia rozpusteného kyslíka (v mg/l) v podzemnej vode – Fáza II. – monitoring 2. kolo (01. až 02. februára 2023)

Obr.28: Potenciálne zdroje znečistenia v hodnotenom areáli s pozíciou všetkých prieskumných diel –súčasná a minulé etapa

Zoznam skratiek

ADD – priemerná denná dávka	NMH – najvyššia medzná hodnota
AF – faktor adhézie zeminy k pokožke	NH ₄ ⁺ – amónne ióny
AR – analýza rizika znečisteného územia	NO ₂ ⁻ – dusitany
As – arzén	NO ₃ ⁻ – dusičnany
AT – doba, počas ktorej je koncentrácia považovaná za konštantnú	NV – nariadenie vlády Slovenskej republiky
BTEX – aromatické uhľovodíky (nehalogénované)	O ₂ – obsah kyslíka vo vode
BW – priemerná váha tela	OB – odmerný bod
CA – koncentrácia znečisťujúcej látky v ovzduší	Pb – olovo
Cd – kadmium	PCE – tetrachlóretylén
CF – konverzný faktor	PAU – polycyklické aromatické uhľovodíky
Cl ⁻ – chloridy	RfC – referenčná koncentrácia
CLU – chlórované alifatické a aromatické uhľovodíky	RfD – referenčná dávka
CO ₂ – oxid uhličitý	REZ – register environmentálnych záťaží Slovenskej republiky
Cr – chróm celkový	RL – rozpustné látky
Cu – meď	S – rozpustnosť vo vode
CVRK – celoživotná miera vzniku rakoviny pre jednotlivca	SA – plocha exponovaného povrchu tela
CVRP – celoživotná miera vzniku rakoviny pre populáciu	SFinhal – inhalačný faktor smernice (karcinogénne účinky)
Cw – koncentrácia znečisťujúcej látky vo vode	SForal – orálny faktor smernice (karcinogénne účinky)
ČS – čerpacia skúška	SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav
ED – doba trvania expozície	SO ₄ ²⁻ – sírany
EF – doba frekvencie	SS – stúpacia skúška
EC – merná elektrická vodivosť	STN – Slovenská technická norma
Eh – oxidačno-redukčný potenciál	ŠGÚDŠ – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
ET – doba expozície	T – koeficient prietochnosti
EZ – environmentálna záťaž	TCE – trichlóretylén
GIS – geograficko-informačný systém	TP – celkové uhľovodíky
HG – hydrogeologický	TOC – celkový organický uhlík
HI – Hazard Index	USEPA – Americká agentúra pre ochranu životného prostredia
HQ – Hazard Quotient (kvocient nebezpečenstva)	ZFCHR – základný fyzikálno-chemický rozbor
HPV – hladina podzemnej vody	Vz. – vzorka
CHSK _{Mn} – chemická spotreba kyslíka manganistanom	VOC – prchavé organické látky
CH ₄ – metán	ZS – záverečná správa
CHVO – chránená vodohospodárska oblasť	
ID – indikačné kritérium	
IT – intervenčné kritérium	
IUR – inhalačné jednotkové riziko (karcinogénne účinky)	
IRIS – Integrated Risk Information System	
IR – prijaté množstvo vody	
IGHP – Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum	
IR – infračervené	
IS mEZ – informačný systém environmentálnych záťaží	
k _f – koeficient filtrácie	
LADD – celoživotná priemerná denná dávka	
LV – list vlastníctva	
mg – miligram	
m p.t. – metrov pod terénom	
MŽP SR – Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky	
NEL-GC – C10-C40 uhľovodíkový index	
NEL _{IR} – nepolárne extrahovateľné látky stanovované v infračervenom spektre	

Rozdeľovník :

- Výtlačok č. 1: objedávateľ prác - Metrostav Slovakia a.s., Mlynské Nivy 68, 824 77 Bratislava
- Výtlačok č. 2: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Oddelenie Geofondu a informačných systémov, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11
- Výtlačok č. 3: zhotoviteľ prác – AQUIFER, s.r.o., Bleduľová 66, 841 08 Bratislava

ÚVOD

Geologická úloha „Doplnkový geologický prieskum životného prostredia potvrdenej environmentálnej záťaže B2(008)/Bratislava – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň (SK/EZ/B2/124)“ je riešená na základe objednávky spoločnosti Metrostav Slovakia a.s., Mlynské Nivy 68, 82477 Bratislava, Slovenská republika. Táto plánuje v skúmanom území výstavbu polyfunkčného komplexu s funkciou bývania.

Prieskumné práce boli zrealizované v období november 2022 až február 2023, v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach v znení neskorších predpisov a jeho vykonávacím predpisom – vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov a podľa smernice MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v geografickom informačnom systéme (GIS).

Analýza rizika znečisteného územia bola vypracovaná v súlade s vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov a smernicou MŽP SR č.1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia a je súčasťou záverečnej správy z doplnkového geologického prieskumu životného prostredia.

1. MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE ÚZEMIA

Lokalita, na ktorej bol vykonaný doplnkový geologický prieskum životného prostredia sa nachádza v intraviláne mesta Bratislava, v mestskej časti Bratislava Ružinov. Miestopisné vymedzenie územia v zmysle administratívneho členenia Slovenska prehľadne uvádzame v tab. 1.

Tab.1: Miestopisné vymedzenie územia v zmysle administratívneho členenia SR

Názov kraja	Bratislavský
Číselný kód kraja	1
Názov okresu	Bratislava II
Číselný kód okresu	102
Názov obce	Bratislava-Ružinov
Číselný kód obce	529320
Názov katastrálneho územia	Ružinov
Kód katastra	805556
Dotknuté parcely	areál čistiarní 15187/1,15187/4,15187/5, 15187/6,15187/8,15187/9 15187/2, 15187/3, 15187/7,15187/10,15187/11
Názov potvrdenej environmentálnej záťaže (podľa ISEZ)	B2(008)/Bratislava – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň
Identifikátor potvrdenej environmentálnej záťaže (podľa ISEZ)	SK/EZ/B2/124

Záujmové územie – areál bývalých chemických čistiarní sa nachádza v intraviláne mesta Bratislava, mestskej časti Bratislava II – Ružinov, v katastrálnom území Ružinov. Územie je situované v obytnej zóne v blízkosti Štrkoveckého jazera, v bloku medzi ulicami Na paši, Prešovská, Brestová a Teslova.

Na lokalite sa v minulosti prevádzkovala chemická a priemyselná čistiareň odevov. V súčasnosti sa táto aktivita realizuje iba čiastočne (v južnej časti objektu bývalej pracovne).

Vymedzenie riešeného územia na podklade mapy 1: 50 000 je znázornené v grafickej prílohe č.1A, v mierke M 1:10 000 v prílohe č.1B a na podklade katastrálnej mapy 1:4000 v prílohe 2.

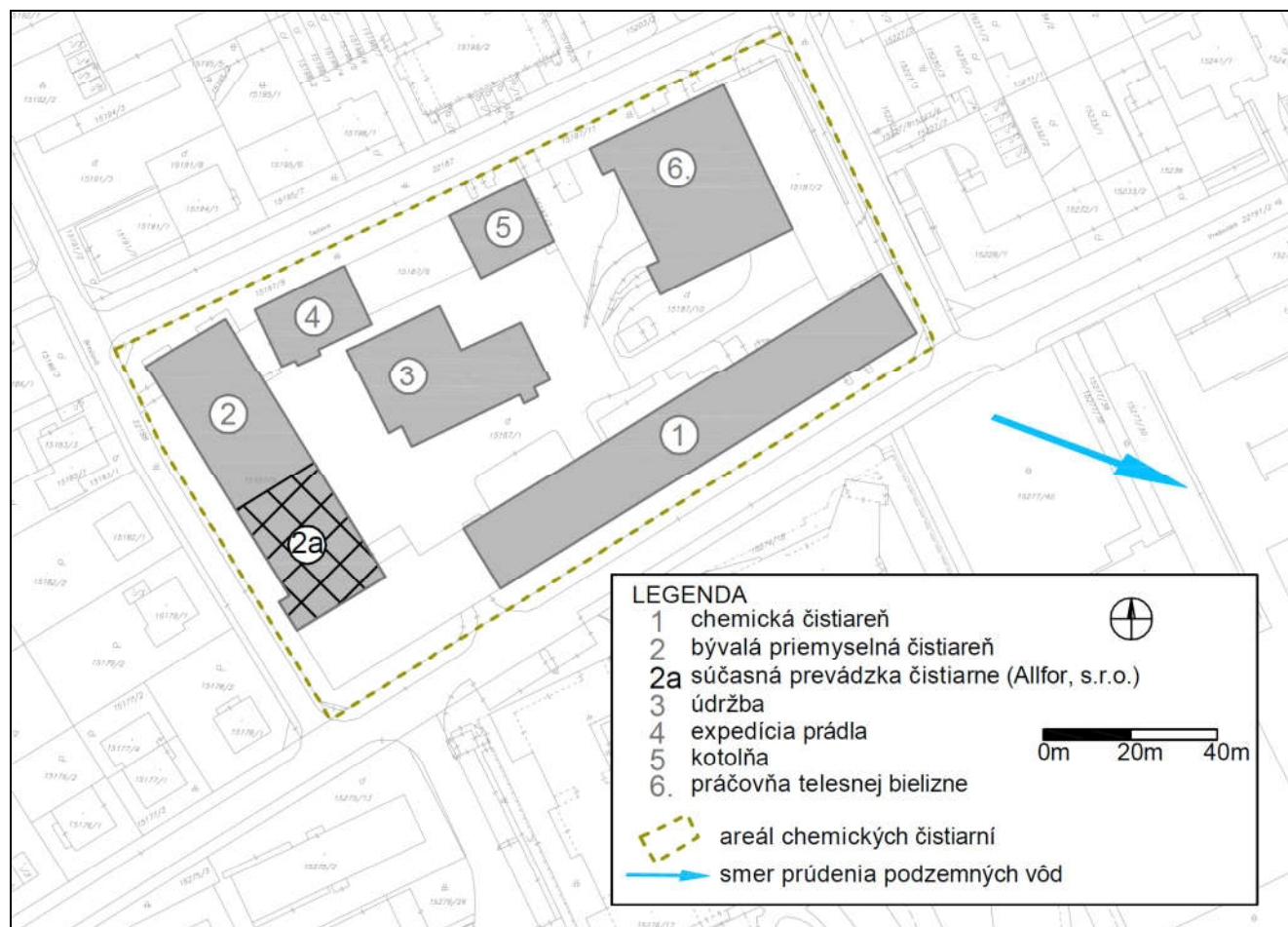
Údaje o činnosti, ktorá viedla ku vzniku environmentálnej záťaže :

Prevádzka chemickej čistiarne je v riešenom území prevádzkovaná od roku 1959. Chemická čistiareň používala pri čistení odevov technický benzín a od roku 1959 chlórované uhľovodíky — tetrachlóretylén (PCE), ktoré sa v danom priestore aj skladovali. Ročne sa na čistenie odevov použilo cca 20 až 22 m³ PCE. Tetrachlóretylén skladovali v oceľových sudoch na odizolovanej skladovacej ploche, bez možnosti úniku do okolitých plôch. Odpad z čistiacich zariadení bol skladovaný taktiež v oceľových kontajneroch. Pri neodbornej manipulácii s uvedenými látkami mohlo dochádzať k nekontrolovateľným únikom do okolitého prostredia.

Za bývalý, už neaktívny zdroj znečistenia v podzemnej vode a v horninovom prostredí bol v areáli chemickej čistiarne označený samotný objekt chemickej čistiarne (č.1), prevádzka bývalej pracovne (objekt 2) a pracovne telesného prádla (objekt č.6). Vylúčiť nemožno ani manipuláciu s týmito látkami počas prevádzky objektov údržby (č.3) a kotolne (č.5), kde prebiehalo odmastenie zaolejovaných komponentov. Počas prevádzky chemickej čistiarne boli chlórované látky skladované priamo v objekte. Pravdepodobným zdrojom úniku znečisťujúcich látok bola neodborná manipulácia, prípadne skladovanie znečisťujúcich látok vo východnej časti areálu chemickej čistiarne, priamo v budove chemickej čistiarne.

Vymedzenie potenciálnych zdrojov znečistenia v posudzovanom areáli, spracovaných na základe archívnych prieskumných prác (Polák, R., 1992; Urban, O., et al. 2015) a podkladov súčasného vlastníka areálu uvádzame na obr.1.

Obr.1: Potenciálne zdroje znečistenia v areáli (spracované na základe prieskumných prác Polák, R., 1992; Urban, O., et al. 2015) a podkladov súčasného vlastníka



zdroj mapového podkladu: katastrálna mapa

2. CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Cieľom geologickej úlohy bolo vykonanie doplnkového geologického prieskumu potvrdenej environmentálnej záťaže a získanie doplňujúcich a aktuálnych podkladov pre vypracovanie analýzy rizika a projektovanie sanačných prác v súčasnom období. Doplnkový geologický prieskum je zameraný na:

- aktualizácia miery a rozsahu závažného znečistenia v skúmanom území a jeho okolí v súčasnom období (prednostne stavu kvality podzemnej vody v oblasti potvrdenej environmentálnej záťaže, ako i kvality vodných plôch v jej okolí s využitím technických, meračských, laboratórnych, geochemických a iných geologických prác). Prieskum kvality horninového prostredia a pôdneho vzduchu bol limitovaný existujúcou zástavbou pôvodnej objektovej sústavy a existenciou spevnených plôch na prevažnej časti územia v areáli
- archívnu rešerš získaných poznatkov o predmetnej environmentálnej záťaži
- identifikovanie možných zdrojov a ohnísk znečistenia v hodnotenom území
- identifikovanie a charakterizovanie znečisťujúcich látok, vrátane ich kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov,
- zhodnotenie spôsobu šírenia a vývoja znečistenia,
- zhodnotenie rizika vyplývajúceho z environmentálnej záťaže na ľudské zdravie a životné prostredie, ako podkladu pre vypracovanie štúdie uskutočniteľnosti sanácie,
- doplnenie vybudovanej monitorovacej siete na sledovanie kvality vybraných geologických faktorov životného prostredia znečisteného územia počas celej doby riešenia geologickej úlohy,
- vypracovanie štúdie uskutočniteľnosti sanácie v prípade potvrdenia environmentálneho, prípadne zdravotného rizika environmentálnej záťaže. Jej súčasťou budú variantné riešenia sanácie environmentálnej záťaže, definovanie obmedzení a neistôt a ekonomické zhodnotenie navrhovaných riešení.

3. ÚDAJE O PROJEKTE A JEHO ZMENÁCH

Práce na predmetnej geologickej úlohe sa vykonávali v súlade s projektom geologickej úlohy vypracovanom podľa zákona č.569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z .z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov. Rešpektuje Smernicu MŽP SR z 28.1. 2015 č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia.

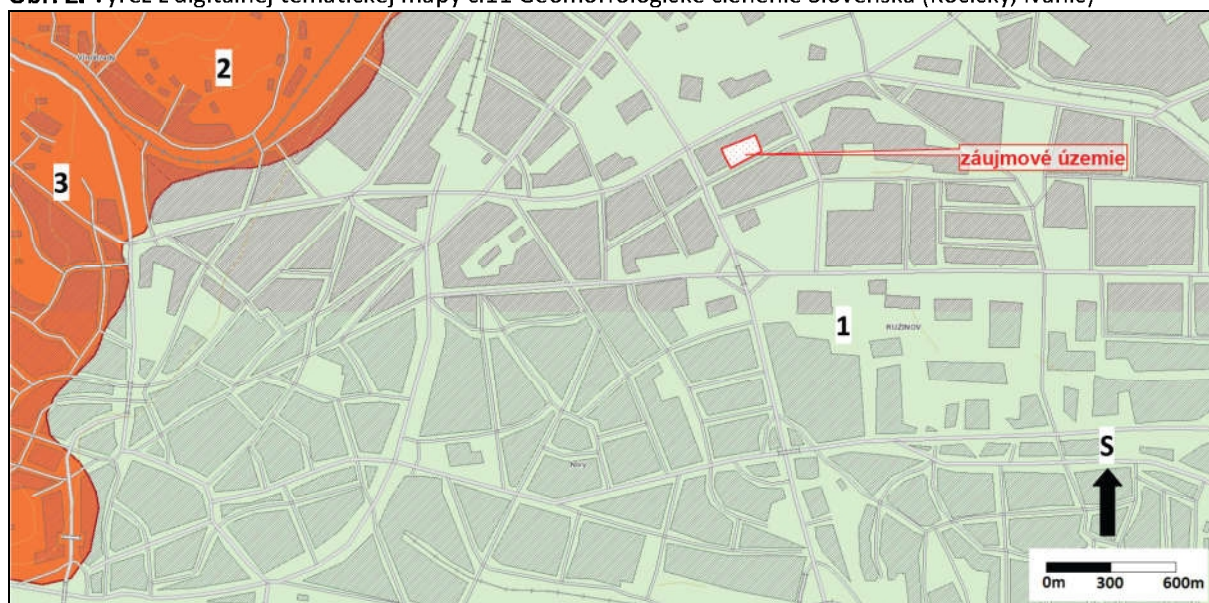
Projekt geologickej úlohy bol schválený objednávatelom – fy Metrostav Slovakia a.s., Mlynské Nivy 68, 82477 Bratislava, Slovenská republika v mesiaci 11/2022.

4. CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA

4.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMERY

Riešené územie sa nachádza v podsústave Panónska panva v celku Podunajská rovina (pozri obr.2). V zmysle geomorfologickej klasifikácie SR (Kočícký, D., Ivanič, B., 2011) záujmové územie prináleží do:

- sústavy – Alpsko-himalájskej
- podsústavy – Panónska panva
- provincie – Západoslovenská panva
- subprovincie – Malá dunajská kotlina
- oblasti (GO) – Podunajská nížina
- celku (GC) – Podunajská rovina.

Obr. 2: Výrez z digitálnej tematickej mapy č.11 Geomorfologické členenie Slovenska (Kočícký, Ivanič)

zdroj: KOČICKÝ, D. - IVANIČ, B.: Geomorfologické členenie Slovenska [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2014.
Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/temapy/cit>. dňa 20.3.2023

Vysvetlivky k obr.2:

por.číslo:	oblasť	celok	podcelok	časť
1	Podunajská nížina	Podunajská rovina	-	-
2	Fatransko-tatranská oblasť	Malé Karpaty	Pezinské Karpaty	Homolské Karpaty
3	Fatransko-tatranská oblasť	Malé Karpaty	Devínske Karpaty	Bratislavské predhorie

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 ťahne stredom Žitného ostrova a predstavuje jeho morfológicky najstaršiu a zároveň najsušiu 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 30 km, niva Váhu 7-15 km. 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 30 m relatívnej výšky nad Dunajom).

Terén záujmového územia sa mierne zvažuje východným smerom. Nadmorská výška terénu sa v mieste realizácie vrtných prác pohybuje v rozmedzí cca 132,8 až 136,4 m n.m.

4.2 HYDROLOGICKÉ POMERY

Záujmové územie patrí do základného povodia rieky Dunaj (4-20-01 Dunaj od ústia Moravy po ústie Váhu). Dunaj je typickou alpskou riekou s pomerne vyrovnaným rozdelením odtoku v priebehu roka. Vodný tok Dunaj je od riešeného územia vzdialený cca 2,88 km južným smerom

a preteká v smere Z-V, v oblasti prístavu mení tok prúdenie v smere S-J. 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. Vzdušenie 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 vrchovinnó-nížinnéj 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. Vybrané hydrologické údaje toku Dunaj uvádzame v tab. 2.

Tab.2: Vybrané hydrologické údaje – Dunaj v meranom mieste Bratislava

Prietok	rkm 1879,80	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Priemerný	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	2186	2130	1700	2121	2417	1788	1700	1944	1844	1644	1962	1840
Maximálny	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	8289	8071	7214	5404	10640	5931	5262	5645	4861	5206	5490	5751
Minimálny	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	850	1067	806	1101	1081	943	789	822	844	731	970	993
Vodný stav	rkm 1868,75	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
priemerný	cm	365	361	322	357	386	338	331	355	339	325	357	343
najvyšší	cm	859	837	776	645	1034	693	647	681	607	636	675	690
najnižší	cm	245	270	247	225	227	264	241	242	248	241	258	267

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

Na základe zhodnotenia zrážkovo-odtokových vzťahov v období rokov 1931 až 1980 sa priemerný ročný špecifický odtok v území pohybuje v rozmedzí $1,0\text{--}5,0\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ 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).

Vodné plochy

V blízkom i širšom okolí záujmového územia sa nachádzajú viaceré vodné plochy, konkrétne JJV smerom - cca 270 m Štrkovecké jazero, vo vzdialenosti cca 940 m Ružinovské jazero (Rohlík), a severným smerom - vo vzdialenosti cca 760 m vodná plocha Kuchajda.

4.3 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.

Teplotné pomery

V zmysle mapy klimatických oblastí Slovenska [Lapin, M. et al. Atlas krajiny SR, 2002] záujmové územie zaraďujeme 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 úrovni $11\text{--}12^\circ\text{C}$. 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 , 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 2010-2020 zo stanice Bratislava - letisko uvádzame v tab.3:

Tab.3: Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu (v $^\circ\text{C}$) v období rokov 2010-2020

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

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

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

Zrážkové pomery

V dlhodobom pozorovaní (1961-1990) sa priemerný ročný úhrn zrážok pohybuje v rozmedzí 550-600 mm. V júli v dlhodobom priemere (1961-1990) padne menej ako 60 mm a v januári 40-50 mm zrážok (Faško, P., Šťastný, P., Atlas krajiny SR, 2002).

Priemerný mesačný a ročný úhrn zrážok v období rokov 2010-2022 zo stanice Bratislava - letisko uvádzame v tab.4 (zdroj k tab.4 k dlhodobým priemerným zrážkam z obdobia 1951-1980 : Agrometeorologické a fenologické informácie, SHMÚ Bratislava 2010).

Tab.4: Priemerný mesačný a ročný úhrn zrážok (v mm) v období rokov 2010-2022 + 01-04/2023

rok	január	február	marec	apríl	máj	jún	júl	august	september	október	november	december	rok
2010	60,8	16,9	9,9	78,6	139,9	62,3	92,3	139,1	83,4	25,4	48,2	38,1	794,9
2011	25,0	11,3	36,1	51,2	36,1	127,8	83,0	42,5	13,4	30,6	0,0	19,1	476,1
2012	77,1	34,5	8,8	18,2	92,5	36,6	85,9	30,9	25,3	79,6	28,4	49,5	567,3
2013	73,9	77,4	67,7	13,7	62,8	85,4	19,9	125,3	74,4	18,0	54,4	19,7	692,6
2014	12,3	34,3	13,1	58,0	67,7	39,7	125,1	118,2	154,8	37,0	36,0	49,4	745,6
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	61,8	8,9	40,1	67,1	51,7	106,2	28,4	24,7	49,2	61,4	11,6	552,1
2017	13,6	22,8	18,5	19,7	16,5	20	61,7	23,2	56,5	44,7	51,2	51,8	400,2
2018	29	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	1,3	54,2	92	34,3	66,1	56,5	118,1	18,7	52,9	593,5
2021	38,9	23,6	3,1	15	72,9	12,3	59,3	63,1	75,1	14,3	43,8	51,6	473,0
2022	15,1	18,9	15,9	20,7	69,1	103,1	35,5	52,9	57,9	10,1	22,4	51,9	473,5
2023	42,4	26,9	5,7	75,6									150,6*
Priemer 2013-2022	40,9**	31,2**	23,3**	33,1**	71,7	57,9	65,1	63,5	61,2	41,9	38,2	42,6	568,7
Priemer 1951-1980	38	37	38	39	53	75	67	61	36	42	53	49	588,0

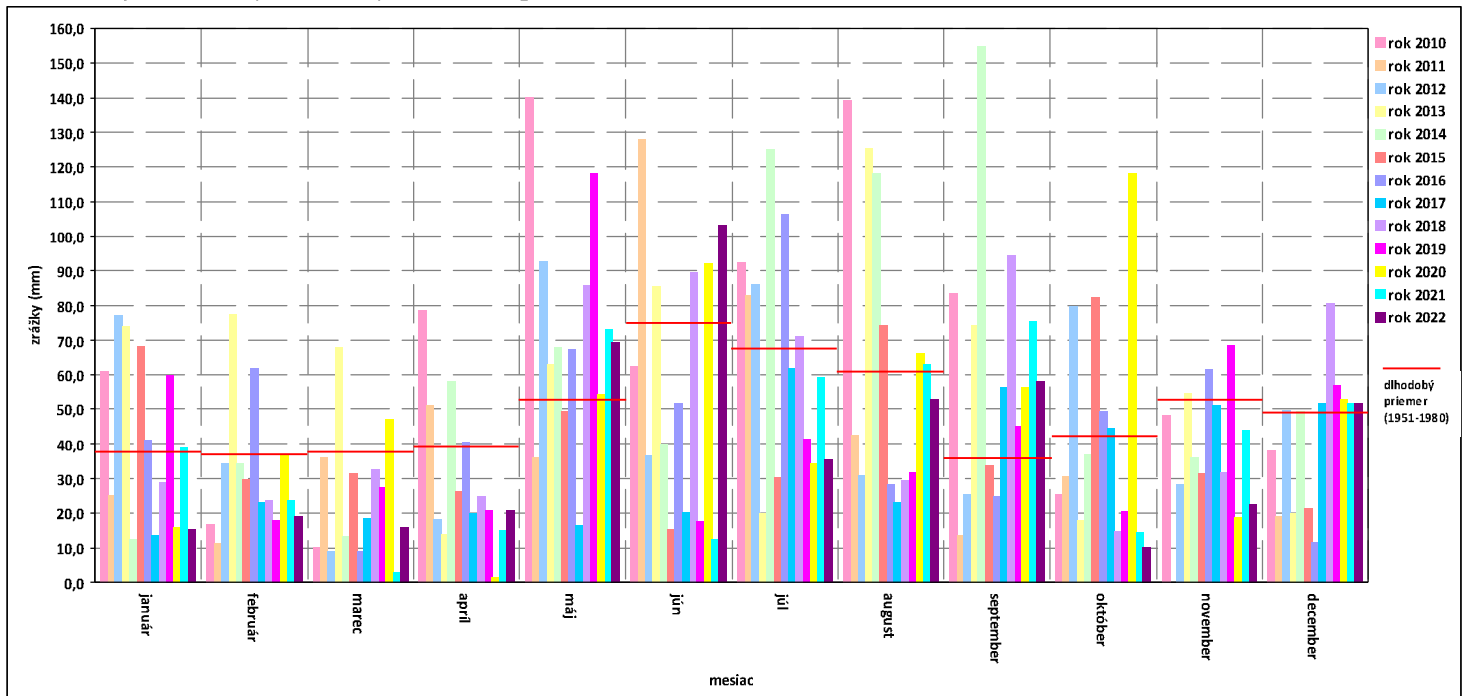
zdroj: Štatistická ročenka Hlavného mesta SR Bratislavy + SHMÚ 2022, 2023

* - úhrn zrážok v období január až apríl 2023

** - priemer zrážok v jednotlivých mesiacoch v období 2010-2023

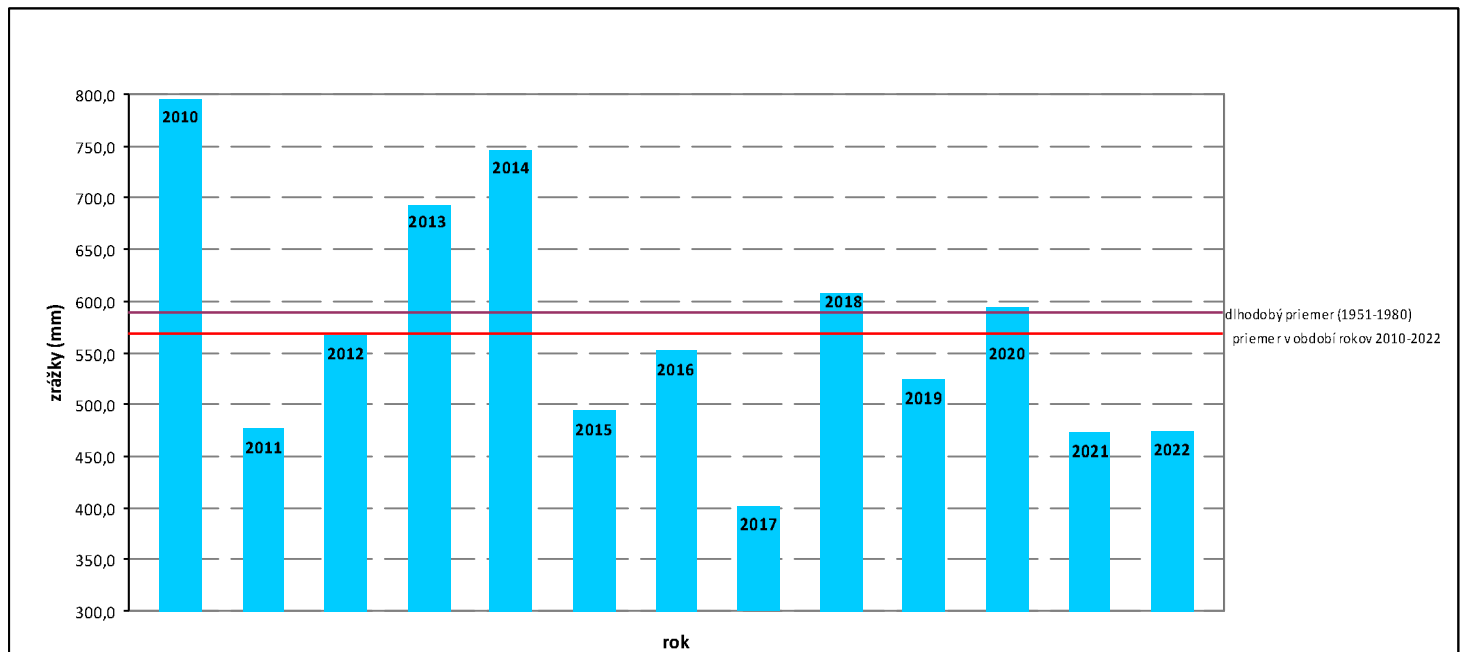
Grafické spracovanie mesačných úhrnov zrážok z obdobia rokov 2010-2022 zo stanice Bratislava-letisko v porovnaní s dlhodobým priemerom (1951-1980) uvádzame na obr.3. Na obr.4 uvádzame porovnanie úhrnu ročných zrážok z posledného obdobia (rokov 2010-2022) zo stanice Bratislava-letisko v porovnaní s dlhodobým priemerom.

Obr.3: Mesačné úhrny zrážok v jednotlivých mesiacoch v období rokov 2010-2022 v porovnaní s dlhodobým priemerom (1951-1980) - meteorologická stanica Bratislava - letisko



Ako je zrejmé z obr.3, v roku 2022 boli v stanici Bratislava - letisko zaznamenané nižšie mesačné zrážkové úhrny oproti dlhodobému priemeru (1951-1980) v prevažnej väčšine roka 2022. Zrážkové úhrny nad dlhodobý priemer (1951-1980) boli zaznamenané iba v mesiacoch máj, jún, september a december.

Obr.4: Ročné úhrny zrážok v období rokov 2010-2022 v porovnaní s dlhodobým priemerom (1951-1980) – stanica Bratislava - letisko



Z hľadiska porovnania ročných úhrnov zrážok v jednotlivých rokoch (2010-2022) s dlhodobým priemerom (1951-1980) – obr. 4 možno konštatovať, že roky 2010, 2013, 2014 boli zrážkovo výdatnejšie oproti dlhodobému priemeru 1951-1980. Roky 2018 a 2020 boli zrážkovo

porovnateľné s dlhodobým priemerom. Naopak, roky 2015, 2016, 2027, 2019, 2021 a **2022** boli **zrážkovo chudobnejšie**. Z hľadiska 13-ročného priemeru ročných úhrnov zrážok (2010-2022) je možné hodnotené obdobie (2022) charakterizovať ako zrážkovo podnormálne oproti dlhodobému priemeru 1951-1980.

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

Z hľadiska výskytu prízemných inverzií (v období 1961-1990) je záujmová oblasť charakteristická mierne inverznými polohami (Lapin, M., Tekušová, M., Atlas Krajiny SR, 2002). Územie je zaradené do oblasti so zníženým výskytom hmiel. Priemerný ročný počet dní s hmlou sa v záujmovom území pohybuje v rozmedzí 20-45 (Mindáš, J., Škvarenina, J., Atlas krajiny SR, 2002). V záujmovej oblasti prevláda vietor severozápadného smeru.

Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2010-2020 podávame v tab. 5.

Tab.5: Vybrané meteorologické údaje zo stanice Bratislava – letisko v období rokov 2010-2020

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

zdroj: Štatistické ročenky Hlavného mesta SR Bratislavy

4.4 GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY SKÚMANÉHO ÚZEMIA A JEHO ŠIRŠIEHO ÚZEMIA

Geologická charakteristika

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.

V záujmovej oblasti, situovanej na západnom okraji gabčíkovskej panvy je predneogénne podložie tvorené **paleozoickými kryštalinickými súbormi tatrika bratislavského príkrovu** a nachádzajú sa v premenlivej hĺbke, v závislosti na poklesových dislokáciách, tiahnúciach sa rovnobežne s priebehom hráste Malých Karpát (SSV-JJZ).

Najstaršími **neogénnymi sedimentami** v gabčíkovskej panve sú strednobádenské (vo východnej časti spodnobádenské) morske klastické usadeniny. V centrálnej časti gabčíkovskej panvy

je zachovaný mohutný neogénny sedimentárny sled od bádenských morských usadenín, cez sarmatské brakické až po panónsko-pontské kaspibrakické a pliocénne limnické sedimenty.

Oblasť Bratislavy leží zo štruktúrneho hľadiska na bratislavskej západnej okrajovej kryhe, obmedzenej na východe malokarpatským a na západe čaníkovským zlomom. Neogénna sedimentácia tu začala na paleozoickom kryštallickom substráte až počas panónu za synsedimentárneho spoluúčinkovania poklesovej zlomovej aktivity. Výsledkom poklesového trendu na zlomoch je značný nárast mocnosti neogénnych sedimentov smerom do centra Podunajskej panvy. Len na území Bratislavy je zistené pribúdanie hrúbok panónskych sedimentov od západu na východ 1000m. Uvedená zlomová aktivita sa uplatňovala na modelovaní reliéfu oblasti i v mladších obdobiach a odzrkadľuje ešte aj recentné vertikálne trendy výzdvihu malokarpatskej hráste a poklesu Podunajskej panvy.

V kvartéri pokračovala na území panvy diferenciácia pozdĺž zlomov, došlo kerozívno-denudačnej modelácii reliéfu a k akumulácii kvartérnych sedimentov. Pre záujmovú oblasť je charakteristická akumulácia fluviálnych sedimentov rôznych faciálno-genetických typov :

- povodňových hĺn
- príbrežných plytčín a agradačných valov
- sedimentov koryta vodného toku.

Hrúbka kvartérnych sedimentov sa v oblasti areálu čistiare pohybuje v rozmedzí cca 8-12 m.

Neogénne podložie reprezentuje panónske súvrstvie v litologickom vývoji pestrých ílov, rôzne piesčitých, prípadne siltovitých ílov, s podradnými vložkami pieskov a drobnozrnných štrkov. V panve sú hojné aj preplástky uhoľných ílov a lignitu. Najvyššie vrstvy neogénneho súvrstvia reprezentujú uloženiny tzv. uhoľnej a modrej série. V spodnej časti sú šedé, zelené a žltosedé, vyššie prevládajú sivomodré vápnité íly s menším zastúpením piesku. V dôsledku zvetrávacích procesov, ktoré prebiehali v neogéne sú najvyššie polohy ílov sfarbené do hnedá, žltohneda a hrdzavohneda.

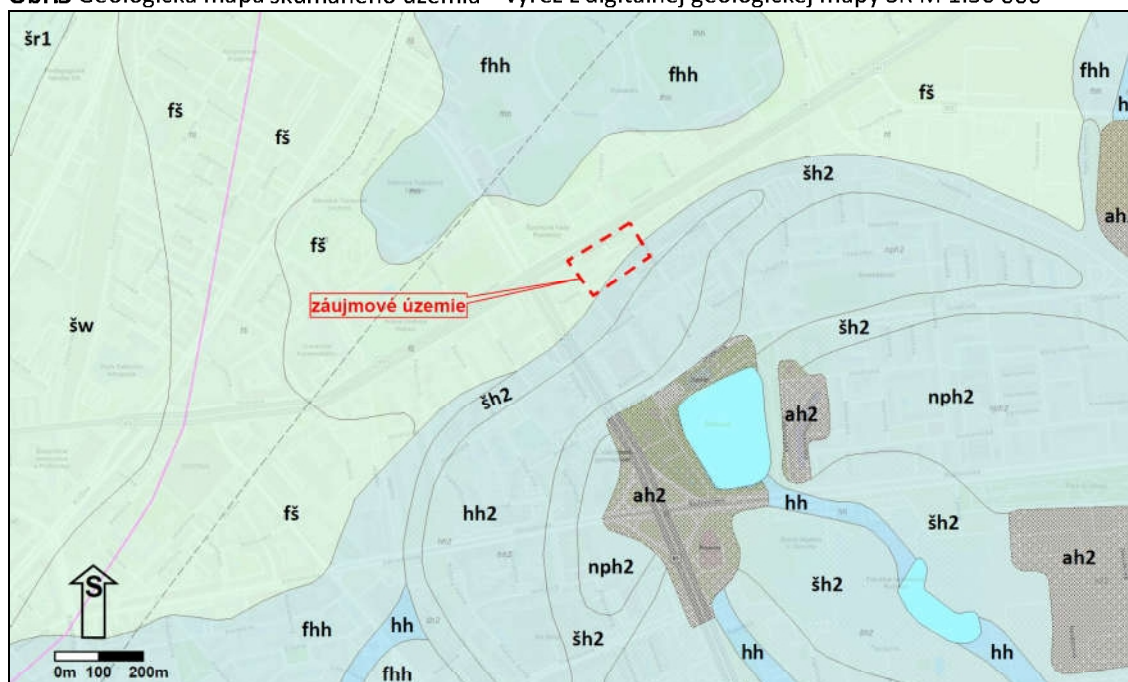
Neogénne podložie bolo priamo v záujmovej oblasti a jeho blízkom okolí zistené **od úrovne 11,1 až 14,3 m p.t.** Je zastúpené súdržnými sedimentami prevažne charakteru ílu / piesčitého ílu, pevnej až tvrdej konzistencie, resp. ílu vysokej plasticity modrosivého sfarbenia (Urban, O., et al. 2015) – pozri tab. 6.2 (kapitola 5).

Archívnymi prácami boli v okolí riešeného územia neogénne sedimenty overené od úrovne 9,0 až 13,9 m p.t./ (Fabian M., 2004a, Fabian M., 2004b; Kminiaková, K. -Kminiak, M.,- Porubský, M., 2018, 2022, Holzer, R., 2014, Blažo, E., 2006) – pozri tab. 6.1, 6.3, 6.4 (kapit.5).

V širšom okolí sú neogénne vrstvy tvorené taktiež najmä súdržnými zeminami – modrosivými až sivými ílmi/siltami so strednou až vysokou plasticitou (tr. F5, F6, F8) s preplástkami pieskov, resp. štrkov. Piesky sú jemno až strednozrnné, siltovité s výplňou tuhej až pevnej konzistencie. Štrky sú drobnozrnné, s prímiesou jemnozrnej zeminy (valúnov do priemeru Ø 0,5-2 cm), stredne uľahnuté až uľahnuté. V menšej miere sú zastúpené i íly piesčité, pevnej konzistencie. Vykazujú prevažne žltosivé až hrdzavosivé sfarbenie. Piesčité až štrkovité polohy sú občasne zvodnené (je na ne viazaný 2. horizont podzemnej vody). Lokalizáciu archívnych prieskumných prác udávame v grafickej prílohe 1C a na obr.6.

Kvartér je zastúpený mohutným náplavovým kuželom dunajských fluviálnych štrkopiesčitých sedimentov, s premenlivým obsahom piesčitej frakcie s nepravidelným plošným vývojom. Z uvedeného vyplýva pomerne veľká nerovnorodosť sedimentov, tak vo vertikálnom i v horizontálnom smere. V mnohých oblastiach sú najvrchnejšie polohy štrkov prekryté nesúvislou vrstvou fluviálnych siltov a pieskov, hrúbky cca 2 až 4 m. V starých ramenách sa vyskytujú sedimenty charakteru bahnitých ílov až pieskov hrúbky niekoľko metrov. V intraviláne mesta Bratislava vystupujú v značnej miere antropogénne sedimenty premenlivej hrúbky.

Priamo v hodnotenom území boli v povrchovej úrovni overené náplavové sedimenty charakteru siltov až sitov piesčitých, hrúbky cca 2,0-3,0m. V ich podloží vystupujú fluviálne štrkopiesčité sedimenty, s priemerom obliakov štrku Ø 2-3-5cm, lokálne do 8-10-12cm. Bližšie uvádzame úložné pomery archívnych prác v hodnotenom území uvádzame v kapitole 5.

Obr.5 Geologická mapa skúmaného územia – výrez z digitálnej geologickej mapy SR M 1:50 000zdroj mapového podkladu: <https://app.geology.sk/mp5/>**Legenda k obr.5: Výrezu z geologickej mapy**

index	charakteristika	vek
fš	fluviálne sedimenty: piesčité štrky a piesky najmladšieho horizontu dnovej akumulácie v nadnivných terasách	pleistocén-holocén
šh2	fluviálne sedimenty: resedimentované nívne piesčité štrky prikorytovej zóny	holocén
hh2	fluviálne sedimenty: nívne povodňové jemnopiesčité hliny, jemno až strednozrné piesky	holocén
fh	fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nívne hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov	holocén
hh	fluviálno-organické sedimenty: jemnopiesčité, ílovité až hnilokalové humózne hliny mŕtvych ramien a močiarov	holocén
nph2	fluviálne sedimenty: resedimentované nívne jemnozrné piesky	holocén
šw	fluviálne sedimenty: štrky, piesčité štrky a piesky dnovej akumulácie v nízkych terasách	pleistocén
šr1	fluviálne sedimenty: piesčité štrky a štrky vyšších stredných terás	pleistocén
ah2	antropogénne sedimenty: navážky, haldy a skládky	holocén

Hydrogeologická charakteristika

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.

Riešené územie je podľa hydrogeologickej rajonizácie (J. Šuba a kol. 1984) zaradené 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.

Neogénne sedimenty sú z hydrogeologického hľadiska málo významné. Zvodnenie je viazané na polohy jemnozrných pieskov a pieskovcov. Podzemná voda v týchto horninách tvorí samostatný horizont a jej hladina má väčšinou napätý charakter (Némethyová, M., 2010).

Kvartérne sedimenty majú z vodohospodárskeho hľadiska najväčší význam. Sú tvorené fluviálnymi štrkopiesčitými sedimentami s medzizrnovou priepustnosťou a voľnou hladinou podzemnej vody. Charakteristickou vlastnosťou fluviálnych štrkopiesčitých sedimentov je vrstevná

heterogenita, podmienená častým striedaním priepustnejších a menej priepustných vrstiev spojených s vlastnou anizotropiou danou orientáciou sedimentárnych zŕn.

Hodnoty hydraulických parametrov T (koeficient prietočnosti) a k_f (koeficient filtrácie) z realizovaných archívnych čerpacích skúšok v blízkosti riešeného územia uvádzame pre prehľadnosť v tab. 7.3 (kapitola 5). V prípade koeficienta filtrácie ide o hodnoty rádovo v rozpätí $k_f = n \cdot 10^{-4}$ až $n \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, s priemernou hodnotou $k_f = n \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Na základe dlhodobého pozorovania hladín podzemnej vody na pozorovacom objekte SHMÚ č. 1443 (265 m SSZ smerom) a č. 711 (situovanom cca 450 m V smerom) možno konštatovať, že priemerná hladina sa pohybuje v úrovni cca 130-130,3 m n.m., s rozkyvom hladiny ± 1 až 1,5 m. V závislosti od kóty terénu sa hladina podzemnej vody nachádza prevažne v úrovni cca 4,0-6,0 m pod súčasným terénom (areál čistiarní).

Generálny smer prúdenia podzemnej vody v riešenom území a jeho okolí bol archívnymi prácami preukázaný v smere SZ –JV až ZSZ-VJV. Tento bol potvrdený aj nami realizovanou etapou (bližšie pozri kapit. 7.1.1.3.2).

Hydrogeochemické pomery

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

- kvartérneho útvaru: SK1000300P Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy

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

Podľa hodnotenia kvality podzemných vôd na Slovensku za rok 2020 (Ľuptáková, A., et al., 2021) chemické zloženie podzemných vôd v tomto útvare vykazuje značnú variabilitu so známami antropogénneho ovplyvnenia. Z kationov a aniónov sa najviac prejavuje Ca^{2+} a HCO_3^- . Vyššie obsahy SO_4^{2-} , Cl^- a Na^+ sa prejavujú najmä v husto osídlených častiach útvaru v Bratislave a okolí Bratislavy. Podľa Palmer – Gazdovej klasifikácie sú podzemné vody najčastejšie základného výrazného až nevýrazného Ca-Mg- HCO_3 typu. V roku 2020 sa hodnoty mineralizácie podzemnej vody v útvare pohybovali v rozmedzí 188,98 mg/l až 1 888,86 mg/l.

-predkvartérneho útvaru: SK2001000P Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov

Ako kolektorské horniny sú zastúpené najmä jazerno-riečne sedimenty najmä piesky a štrky, íly 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 línii.

Podľa hodnotenia kvality podzemných vôd na Slovensku za rok 2020 (Ľuptáková, A., et al., 2021) vo väčšine pozorovacích objektov v kationovej časti dominuje Ca^{2+} a v aniónovej HCO_3^- . Podľa Palmer-Gazdovej klasifikácie sú podzemné vody útvaru zaradené medzi základný výrazný Ca- HCO_3 typ, lokálne boli zaradené medzi prechodný Ca-Mg-Cl typ resp. medzi základný výrazný Na- HCO_3 typ.

Podľa mineralizácie sú podzemné vody útvaru zaraďované medzi zvýšene až vysoko mineralizované. Mineralizácia sa v roku 2020 pohybovala v rozsahu od 621,05 mg/l do 1 917,05 mg/l.

4.5 PEDOLOGICKÉ POMERY

- sú spracované v kapitole 1.1.1 v prílohovej časti „Analýza rizika“.

4.6 OSOBITNÁ OCHRANA PRÍRODY A KRAJINY

Zájmové územie sa v zmysle zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov nachádza v 1. stupni ochrany, v ktorom sa uplatňuje všeobecná ochrana prírody a krajiny v zmysle § 12 uvedeného zákona.

Bližšie ekologické charakteristiky skúmaného územia a jeho okolia sú uvedené v samostatnej prílohe k záverečnej správe (Analýze rizika znečisteného územia – kapit.1.1.3 Ekologické charakteristiky skúmaného územia).

5. DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ (údaje o vykonaných prácach a ich výsledkoch, najmä vo vzťahu k riešenej problematike)

V minulom období bolo v riešenom území a jeho okolí vykonaných viacero prieskumných prác za účelom zistenia inžinierskogeologických, hydrogeologických pomerov, ako aj kvality vybraných zložiek životného prostredia.

Práce inžiniersko-geologického charakteru

➤ Priamo v areáli čistiarní (v jeho JV časti) bol v roku 1954 vypracovaný posudok o základovej pôde pre práčovňu a chemickú čistiareň (Štěpánek, Čakaný, 1954). V rámci prieskumu bolo vyhlbených 9 ks kopaných sond do hĺbky 3,7 až 4,6 m p.t. V povrchovej úrovni bola overená vrstva piesčitých hĺn hr. 0,3 až 0,5 m, v podloží ktorých vystupujú piesky až jemné hlinité piesky. Tieto cca od úrovne 4,0 až 4,7 m p.t. prechádzajú do piesčitého štrčíku, resp. štrkovitých zemín. Hladina podzemnej vody nebola prieskumnými prácami do hĺbky 4,7 m zaznamenaná.

➤ V roku 2006 bol v mestskej časti Ružinov, na Prešovskej ulici, v blízkosti areálu BVS (cca 40-140 m JJV smerom od nami hodnotenej oblasti) realizovaný geologický prieskum pre uvažovaný polyfunkčný objekt s 13-timi nadzemnými a 2-mi podzemnými podlažiami (Blažo, E., 2006). Pozostával zo 6-tich mapovacích sond hĺbky 25 m. Situovanie prieskumných prác voči hodnotenej oblasti podávame pre názornosť na obr.6. Vrtnými prácami bol v povrchovej úrovni overený výskyt antropogénnej navážky hrúbky 2,0-2,3 m. V ich podloží bola zistená vrstva kvartérnych povodňových sedimentov charakteru ílov piesčitých (tr. F4) až pieskov ílovitých (tr. S5 SC). S hĺbkou prechádzajú postupne prechádzajú do pleistocénnych štrkopieskov hrúbky 7-10 m. Súvrstvie je reprezentované prevažne zeminami tried G2 (štrky zle zrnené) a G3 (štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy), s dobre opracovanými obliakmi priemeru Ø do 10-15cm, stredne uľahnutými, zvodnenými.

Pod kvartérnymi sedimentami od úrovne 10,5m po bázu prieskumných sond 25,0m tvoria neogénne sedimenty, panón-pontského veku, reprezentované sivými, značne kaolinizovanými ílmi. Súvrstvie sedimentovalo v jazerno-riečnom prostredí. Uvedené sedimenty zaraďujeme do tried F6 a F8 (íly s nízkou/strednou až vysokou plasticitou, pevnej až tvrdej konzistencie). Lokálne sa v rámci uvedenej vrstvy nachádzajú preplástky deltových sedimentov charakteru ílov piesčitých (F4), pri vyššom podiele pieskov až pieskov ílovitých – pozri tab. 6.1.

Prieskumnými prácami bola zistená hladina narazenej a súčasne ustálenej hladiny podzemnej vody v úrovni od 3,2 do 5,2 m p.t., (resp. od 130,40 m n.m.-130,52 m n.m.).

Úložné pomery zistené archívnymi prácami v minulom období podávame pre prehľadnosť v tab. 6.1 až 6.4.

Obr. 6 : Lokalizácia archívnych prieskumných diel v záujmovej oblasti a jej okolí



A - Holzer, R., 2014
 B - Fabian, M., 2004
 C - Pokorný, M., Šujan, M., 2004
 D - Fabian, M., 2004
 E - Danko, J., 2008
 F - Šujan, M., et al., 2015
 G - Kminiaková, K.-Kminiak M., 2018

H - Kminiaková, K.-Kminiak M., 2011
 I - Kminiaková, K.-Kminiak, M., -Porubský, M., 2015
 J - Kminiaková, K.-Kminiak, M., -Porubský, M., 2020
 K - Blažo, E., 2006
 L - Némethyová, M., 2010
 M - Urban, O., et al. 2015

Tab. 6.1 : Úložné pomery - Blue City center – Blažo E., 2006

vrt	niveleta sondy (m n.m.)	navážka Y/ F3_G4		mocnosť navážky (m)	nivéne ílovité sedimenty tr.F4		mocnosť ílov (m)	fluviálne štrkovité sedimenty tr.G3,G2,S5		mocnosť štrko- pieskov (m)	neogén tr.R6/F5-F8-F3_F4	
		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm
V-1	133.60	0.00 / 133.60	3.20 / 130.40	3.20				3.20 / 130.40	10.50 / 123.10	7.30	10.50 / 123.10	10.70 / 122.90
	133.60										10.70 / 122.90	15.60 / 118.00
	133.60										15.60 / 118.00	19.50 / 114.10
	133.60										19.50 / 114.10	20.10 / 113.50
	133.60										20.10 / 113.50	25.00 / 108.60
V-2	133.72	0.00 / 133.72	1.70 / 132.02	1.70	2.60 / 131.12	3.40 / 130.32	0.80	3.40 / 130.32	10.70 / 123.02	7.30	10.70 / 123.02	11.10 / 122.62
	133.72	1.70 / 132.02	2.60 / 131.12	0.90							11.10 / 122.62	14.50 / 119.22
	133.72										14.50 / 119.22	18.70 / 115.02
	133.72										18.70 / 115.02	20.10 / 113.62
	133.72										20.10 / 113.62	25.00 / 108.72
V-3	133.94	0.00 / 133.94	2.00 / 131.94	2.00	2.00 / 131.94	3.30 / 130.64	1.30	3.30 / 130.64	10.80 / 123.14	7.50	10.80 / 123.14	14.10 / 119.84
	133.94										14.10 / 119.84	16.10 / 117.84
	133.94										16.10 / 117.84	25.00 / 108.94
V-4	135.57	0.00 / 135.57	2.60 / 132.97	2.60	2.60 / 132.97	2.90 / 132.67	0.30	2.90 / 132.67	13.50 / 122.07	10.60	14.20 / 121.37	17.70 / 117.87
	135.57							13.50 / 122.07	14.20 / 121.37	0.70	17.70 / 117.87	18.20 / 117.37
	135.57										18.20 / 117.37	19.30 / 116.27
	135.57										19.30 / 116.27	21.60 / 113.97
	135.57										21.60 / 113.97	25.00 / 110.57
V-5	135.72	0.00 / 135.72	2.50 / 133.22	2.50	2.50 / 133.22	3.30 / 132.42	0.80	3.30 / 132.42	12.30 / 123.42	9.00	13.80 / 121.92	22.10 / 113.62
	135.72							12.30 / 123.42	13.80 / 121.92	1.50	22.10 / 113.62	25.00 / 110.72
V-6	135.48	0.00 / 135.48	2.1 / 133.38	2.10				2.10 / 133.38	3.10 / 132.38	1.00	11.30 / 124.18	11.50 / 123.98
	135.48							3.10 / 132.38	11.30 / 124.18	8.20	11.50 / 123.98	11.80 / 123.68
	135.48										11.80 / 123.68	15.40 / 120.08
	135.48										15.40 / 120.08	25.00 / 110.48

➤ Priamo v hodnotenom území bolo v rámci podrobného prieskumu tejto environmentálnej záťaže v roku 2015 (Urban et al., 2015) realizovaných

- 6 ks monitorovacích vrtov (2 v území areálu s označením HGV-1,2 a 4 ks v jeho blízkom okolí/ s označením HGV-3,4,5,6). Ich hĺbka sa pohybovala v rozpätí 12,1-15,0 m p.t.
- 34 ks mapovacích vrtov (s označením S-1 až S-34) hĺbky 4,1-8,4 m p.t.

V povrchovej úrovni bola overená **navážka**, hrúbky 0,4 až 2,8 m. Je tvorená najmä siltom piesčitým s prímiesou stavebného materiálu, úlomkov hornín, ale i obliakmi Ø do 4-6 cm, ojedinele do 10- 12 cm.

Pod vrstvou antropogénnych sedimentov bola zistená vrstva **náplavových sedimentov**. Je tvorená ílmi, siltami a piesčitými siltami. Hrúbka tejto vrstvy siaha do hĺbky cca 3,4-6,0 m p.t. Lokálne bola v tejto vrstve zistená prímies obliakov štrku Ø 1-2 cm – pozri tab.6.2.

Pod náplavovými sedimentmi je vyvinutý **štrko-piesčitý komplex**. Ten je tvorený prevažne piesčitými, lokálne i siltovitými štrkami, svetlohnedého až sivého sfarbenia. Priemer obliakov štrku dosahuje cca 5 cm, ojedinele sa môžu vyskytovať i väčšie (Ø do 8-10 cm, miestami až balvany Ø do 15 cm). Výplň je tvorená prevažne pieskom, miestami siltovitým pieskom.

Hrúbka kvartérnych sedimentov bola touto etapou v riešenom území a jeho blízkom okolí (sondy HGV-1 až HGV-6) overená do hĺbky 11,1-14,3 m p.t. (Urban, O., et al. 2015). Situáciu prieskumných diel HGV-1 až HGV-6 podávame pre prehľadnosť v grafickej prílohe č.1C. Úložné pomery zistené na základe vrtných prác týchto sond podávame prehľadne formou tab.č. 6.2.

Medzi ďalšie práce, ktoré boli využité pri charakteristike úložných pomerov hodnotenej oblasti a jej okolia v rámci uvedenej práce patria :

- Fabian, M., : „Bratislava, Tomášikova ulica, objekty Slovenskej sporiteľne“ – záverečná správa z inžinierskogeologického prieskumu (RNDr. Marián Fabian, inžinierskogeologický prieskum, 2004a, ev.č.geofondu 85527)
- Pokorný, M., Šujan, : „Lakeside Office Park Bratislava“ – záverečná správa z orientačného inžinierskogeologického prieskumu (STAS – stavby a sanácie spol. s.r.o., 2004, ev.č.geofondu 85364)

Tab. 6.2: Úložné pomery - monitorovacie sondy - areál čistiarní a jeho blízke okolie – Urban et al., 2015

vrt	niveleta sondy	humózný pokryv/navážka			náplavové siltovito-piesčité sedimenty			fluviálne štrkovito-piesčité sedimenty			neogén			
		od (mpt)/mnm		do (mpt)/mnm	mocnosť	od (mpt)/mnm		do (mpt)/mnm	mocnosť	od (mpt)/mnm		do (mpt)/mnm	mocnosť	
areál čistiarní														
HGV-1	136.55	0.00 / 136.55	0.10 / 136.45	0.10	1.50 / 135.05	3.60 / 132.95	2.10	6.00 / 130.55	6.80 / 129.75	0.80				
	136.55	0.10 / 136.45	1.50 / 135.05	1.40	3.60 / 132.95	4.20 / 132.35	0.60	6.80 / 129.75	11.40 / 125.15	4.60				
	136.55				4.20 / 132.35	6.00 / 130.55	1.80							
HGV-2	135.78	0.00 / 135.78	1.50 / 134.28	1.50				1.50 / 134.28	3.00 / 132.78	1.50	11.10 / 124.68	11.20 / 124.58	0.10	
	135.78							3.00 / 132.78	4.20 / 131.58	1.20				
	135.78							4.20 / 131.58	6.80 / 128.98	2.60				
	135.78							6.80 / 128.98	10.70 / 125.08	3.90				
	135.78							10.70 / 125.08	11.10 / 124.68	0.40				
vrty v okolí areálu														
HGV-3	134.18	0.00 / 134.18	2.80 / 131.38	2.80				2.80 / 131.38	4.00 / 130.18	1.20	14.30 / 119.88	14.80 / 119.38	0.50	
	134.18							4.00 / 130.18	12.40 / 121.78	8.40	14.80 / 119.38	15.00 / 119.18	0.20	
	134.18							12.40 / 121.78	14.30 / 119.88	1.90				
HGV-4	133.34	0.00 / 133.34	0.40 / 132.94	0.40	0.40 / 132.94	3.40 / 129.94	3.00	3.40 / 129.94	11.80 / 121.54	8.40	11.80 / 121.54	12.10 / 121.24	0.30	
HGV-5	135.65	0.00 / 135.65	0.10 / 135.55	0.10	0.70 / 134.95	1.20 / 134.45	0.50	5.00 / 130.65	7.90 / 127.75	2.90	14.20 / 121.45	15.00 / 120.65	0.80	
	135.65	0.10 / 135.55	0.70 / 134.95	0.60	1.20 / 134.45	3.20 / 132.45	2.00	7.90 / 127.75	9.50 / 126.15	1.60				
	135.65				3.20 / 132.45	5.00 / 130.65	1.80	9.50 / 126.15	10.70 / 124.95	1.20				
	135.65							10.70 / 124.95	14.20 / 121.45	3.50				
HGV-6	136.18	0.00 / 136.18	1.00 / 135.18	1.00				1.00 / 135.18	4.00 / 132.18	3.00	13.50 / 122.68	15.00 / 121.18	1.50	
	136.18							4.00 / 131.18	13.50 / 121.68	9.50				
	136.18													
	136.18													

14.00 konečná hĺbka vrtu

- Danko, J. : „Lakeside Park 2. fáza – inžinierskogeologický prieskum“ – záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu (Terratest s.r.o., 2008, ev.č.geofondu 89708)
- Kminiaková, K.- Kminiak, M. : „Bratislava, Trnavská ulica – prístavba administratívnej budovy Kaufland“ záverečná správa s IG prieskumu a geologického prieskumu životného prostredia, (AQUIFER s.r.o. 2011)
- Holzer, R. : „Bratislava – Trnavská ulica, apartmánový dom a bytové domy“ – záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu (DRILL s.r.o., 2014)
- Kminiaková, K. – Kminiak, M. - Porubský, M. : „Bratislava – Trnavská ulica – posúdenie stupňa environmentálneho zaťaženia horninového prostredia a podzemných vôd.“ (AQUIFER s.r.o. 2015)
- Šujan, M. et al. : „FRESH MARKET a AB Bratislava“ – záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu (EQUIS spol. s.r.o., 2015, ev.č.geofondu 95859)
- Kminiaková, K. – Kminiak, M. – Porubský, M. : „Bratislava, Trnavská cesta, centrála Kaufland – prístavba administratívnej budovy.“ záverečná správa z IG prieskumu, (AQUIFER s.r.o. 2018)
- Kminiaková, K. – Kminiak, M. – Porubský, M. : „Bratislava - Trnavská cesta – parkovací dom.“ záverečná správa z IG prieskumu a geologického prieskumu životného prostredia, (AQUIFER, s.r.o., 2020)

Situovanie predmetných archívnych prieskumných prác voči nami hodnotenému územiu (areál chemických čistiarní) udávame na obr. 6. Úložné pomery zistené vyššie uvedenými prácami udávame prehľadne formou tabuliek 6.3 a 6.4.

Tab. 6.3 : Úložné pomery - Kaufland – parkovací dom – Kminiak - Kminiaková-Porubský, 2022

vrt	niveleta sondy (m n.m.)	navážka Y/O, F3		hmocnosť navážky (m)	nivéne ílovité sedimenty tr.F6,F4		hmocnosť ílov (m)	fluviálne štrkovité sedimenty tr.G3,G2, G4, S3,S5		hmocnosť štrko- pieskov (m)	neogén tr.R6/F5-F8-F3	
		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm		od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm
ST-1	134.52	0.00 / 134.52	1.30 / 133.22	1.30	1.30 / 133.22	2.40 / 132.12	1.10	2.60 / 131.92	3.50 / 131.02	0.90	11.70 / 122.82	12.20 / 122.32
	134.52				2.40 / 132.12	2.60 / 131.92	0.20	3.50 / 131.02	4.00 / 130.52	0.50	12.20 / 122.32	12.80 / 121.72
	134.52							4.00 / 130.52	4.60 / 129.92	0.60	12.80 / 121.72	13.20 / 121.32
	134.52							4.60 / 129.92	11.30 / 123.22	6.70	13.20 / 121.32	13.40 / 121.12
	134.52							11.30 / 123.22	11.70 / 122.82	0.40	13.40 / 121.12	14.00 / 120.52
ST-2	134.64	0.00 / 134.64	2.20 / 132.44	2.20	2.20 / 132.44	2.50 / 132.14	0.30	2.80 / 131.84	4.80 / 129.84	2.00	11.10 / 123.54	11.60 / 123.04
	134.64				2.50 / 132.14	2.80 / 131.84	0.30	4.80 / 129.84	5.00 / 129.64	0.20	11.60 / 123.04	12.00 / 122.64
	134.64							5.00 / 129.64	10.50 / 124.14	5.50	12.00 / 122.64	13.20 / 121.44
	134.64							10.50 / 124.14	11.10 / 123.54	0.60		
ST-3	134.69	0.00 / 134.69	0.20 / 134.49	0.20	0.90 / 133.79	2.20 / 132.49	1.30	2.20 / 132.49	9.80 / 124.89	7.60	9.80 / 124.89	10.20 / 124.49
	134.69	0.20 / 134.49	0.90 / 133.79	0.70							10.20 / 124.49	10.80 / 123.89
	134.69										10.80 / 123.89	11.40 / 123.29
	134.69										11.40 / 123.29	12.50 / 122.19
	134.69										12.50 / 122.19	13.00 / 121.69
ST-4	134.49	0.00 / 134.49	0.10 / 134.39	0.10	0.50 / 133.99	1.40 / 133.09	0.90	2.20 / 132.29	3.50 / 130.99	1.30	9.00 / 125.49	10.90 / 123.59
	134.49	0.10 / 134.39	0.5 / 133.99	0.40	1.40 / 133.09	2.20 / 132.29	0.80	3.50 / 130.99	4.20 / 130.29	0.70	10.90 / 123.59	11.60 / 122.89
	134.49							4.20 / 130.29	9.00 / 125.49	4.80	11.60 / 122.89	11.80 / 122.69
	134.49										11.80 / 122.69	13.00 / 121.49
ST-5	134.57	0.10 / 134.47	0.6 / 133.97	0.50	0.60 / 133.97	1.50 / 133.07	0.90	2.20 / 132.37	10.50 / 124.07	8.30	10.50 / 124.07	11.90 / 122.67
	134.57				1.50 / 133.07	2.20 / 132.37	0.70				11.90 / 122.67	12.40 / 122.17
	134.57										12.40 / 122.17	13.30 / 121.27
	134.57										13.30 / 121.27	14.00 / 120.57

14,0m- konečná hĺbka vrtu

Charakter neogénnych sedimentov vo väčších hĺbkach (> 14m p.t.) popisujeme orientačne na základe archívnych prác v širšom okolí - výsledkov záverečnej správy Pokorného-Šujan, 2004 (na lokalite C situovanej cca 770 m SSV smerom) a Danko, 2008 (na lokalite E - vo vzdialenosti 740 m SSV smerom). Prieskumné diela dosahovali v týchto častiach územia hĺbku 30 m až 50 m. Ich pozícia voči záujmovej oblasti je zrejmá z obr.6.

Priebeh neogénu v bližšom okolí do hĺbky 12,0-14,0 m p.t. bol zdokumentovaný ešte Fabianom (2004) vo vzdialenosti cca 250 m - 300 m SV až SSV smerom – lokality B a D) a Šujanom, 2015 (cca 440 m SZ smerom – lokalita C - pozri obr. 6). V širšom okolí (cca 900 m severným smerom- lokalita E) bol neogén overený do väčších hĺbok 30-50 m. Úložné pomery u týchto archívnych prieskumných diel podávame pre prehľadnosť v tabuľke č. 6.4.

Zo zistenej litologickej stavby možno konštatovať, že úložné pomery neogénnych sedimentov sú veľmi zložité (sondy umiestnené vo vzájomnej blízkosti nevykazujú subhorizontálne uloženie – Danko, 2008). Uvedené skutočnosti súvisia zrejme skončiacou morskou sedimentáciou a nastupujúcou lagunárnou až limnickou sedimentáciou na konci neogénu, v ktorom panovala značná tektonická aktivita. Je teda možné, že zložité úložné pomery nie sú výsledkom iba samotnej sedimentácie, ale aj geodynamických procesov fosílnych svahových pohybov, odohrávajúcich sa v členitom prostredí sedimentárneho dna.

V neogénnych sedimentoch je potrebné uvažovať s výskytom krížového zvrstvenia. Zeminy rôzneho charakteru tak nastupujú a vyklíňujú na pomerne krátke vzdialenosti. Smery sklonov i samotné sklony sa menia od miesta k miestu. K sedimentačnému chaosu prispela aj komplikovaná riečna sedimentácia tokov, ktoré v tom čase pritekali zo SV oblasti, ktorá usadzovala predovšetkým piesčité materiály (Danko, 2008).

Z výsledkov je ďalej zrejmé, že v hĺbkach od bázy kvartéru do hĺbky cca 20,0 m pod súčasným terénom majú takmer výhradné zastúpenie **súdržné zeminy**. Silne prevažujú **silty so strednou plasticitou (tr. F5 MI)**, menej sú zastúpené **silty s vysokou plasticitou (tr. F7 MH)**. V nich boli často zistené preplástky hnedého lignitu, (hrúbky niekoľko mm až cm). Silty s preplástkami lignitu tvoria zväčša izolované šošovky. Občasne boli zistené i **íly so strednou plasticitou (tr. F6 CI)** a **silty piesčité (tr. F3 MS)**, prípadne i **íly s vysokou plasticitou (tr. F8 CH)**. Konzistencia súdržných zemín je pevná, občas aj tuhá (Danko et al., 2008). Piesčité polohy (**piesky siltovité, tr. S4 SM, resp. piesky ílovité tr.**

S5 SM) boli na parcelách v širšom okolí zistené prevažne v hĺbkach > 25m pod terénom (Danko et al., 2008) – pozri tab. 6.4.

Tab.6.4: Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín v archívnych prieskumných prácach

	niveleta sondy	povrchové sedimenty		fluviálne ílovité sedimenty		fluviálne štrkovité sedimenty		neogén	
		humóz. pokryv, navážka, silt							
vrt	(m n.m.)	od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm	od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm	od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm	od (mpt)/mnm	do (mpt)/mnm
Holzer, R., 2014 (archív. č.93732) – prieskum realizovaný 390m SV smerom									
VS-1	134.85	0.00 / 134.85	0.90 / 133.95	0.90 / 133.95	2.20 / 132.65	2.20 / 132.65	10.70 / 124.15	10.70 / 124.15	12.00 / 122.85
VS-2	134.49	0.00 / 134.49	0.30 / 134.19	0.30 / 134.19	1.90 / 132.59	1.90 / 132.59	3.80 / 130.69	9.20 / 125.29	12.00 / 122.49
	134.49					3.80 / 130.69	4.00 / 130.49		
	134.49					4.00 / 130.49	9.20 / 125.29		
VS-3	134.60	0.00 / 134.60	0.30 / 134.30	0.30 / 134.30	1.80 / 132.80	1.80 / 132.80	10.10 / 124.50	10.10 / 124.50	12.00 / 122.60
VS-4	134.64	0.00 / 134.64	0.30 / 134.34	0.30 / 134.34	1.90 / 132.74	1.90 / 132.74	10.00 / 124.64	10.00 / 124.64	12.00 / 122.64
VS-5	134.29	0.00 / 134.29	4.00 / 130.29	0.30 / 133.99	1.90 / 132.39	4.00 / 130.29	4.80 / 129.49	11.50 / 122.79	12.00 / 122.29
	134.29					4.80 / 129.49	11.50 / 122.79		
VS-6	134.48	0.00 / 134.48	2.40 / 132.08			2.40 / 132.08	11.80 / 122.68	11.80 / 122.68	12.00 / 122.48
VS-7	134.44	0.00 / 134.44	3.30 / 131.14			3.30 / 131.14	4.10 / 130.34		
	134.44					4.10 / 130.34	4.80 / 129.64		
	134.44					4.80 / 129.64	12.00* / 122.44		
VS-8	134.82	0.00 / 134.82	3.90 / 130.92			3.90 / 130.92	12.00* / 122.82		
* - vrtné práce ukončené v prostredí štrkovitých zemín									
Fabian, M., 2004 (archív. č.85525) - prieskum vzdialený cca 675m SSV od riešeného územia									
V-1	135.10	0.00 / 135.10	0.80 / 134.30	0.80 / 134.30	2.80 / 132.30	5.30 / 129.80	12.20 / 122.90	12.20 / 122.90	13.00 / 122.10
	135.10			2.80 / 132.30	4.00 / 131.10				
	135.10			4.00 / 131.10	5.30 / 129.80				
V-3	134.95	0.00 / 134.95	0.60 / 134.35	1.50 / 133.45	3.00 / 131.95	3.00 / 131.95	4.00 / 130.95	13.90 / 121.05	14.20 / 120.75
	134.95	0.60 / 134.35	1.50 / 133.45			4.00 / 130.95	13.90 / 121.05		
V-8	135.10	0.00 / 135.10	1.10 / 134.00	1.10 / 134.00	2.60 / 132.50	2.60 / 132.50	4.30 / 130.80	12.10 / 123.00	13.00 / 122.10
	135.10					4.30 / 130.80	12.10 / 123.00		
V-10	135.00	0.00 / 135.00	0.50 / 134.50	1.50 / 133.50	2.10 / 132.90	3.80 / 131.20	11.50 / 123.50	11.50 / 123.50	12.00 / 123.00
	135.00	0.50 / 134.50	1.50 / 133.50	2.10 / 132.90	2.90 / 132.10				
	135.00			2.90 / 132.10	3.80 / 131.20				
Pokorný, M., Šujan, M., 2004 (archív. č.85364) - prieskum vzdialený cca 960 m S od riešeného územia									
BJ-1	135.60	0.00 / 135.60	4.00 / 131.60	4.00 / 131.60	4.60 / 131.00	4.60 / 131.00	10.20 / 125.40	10.20 / 125.40	11.00 / 124.60
BJ-2	135.60	0.00 / 135.60	2.70 / 132.90	3.10 / 132.50	4.80 / 130.80	4.80 / 130.80	9.00 / 126.60	9.00 / 126.60	11.00 / 124.60
BJ-3	135.75	0.00 / 135.75	3.20 / 132.55			3.20 / 132.55	3.70 / 132.05	9.70 / 126.05	11.00 / 124.75
	135.75			3.70 / 132.05	5.00 / 130.75	5.00 / 130.75	9.70 / 126.05		
BJ-4	135.36	0.00 / 135.36	3.10 / 132.26	3.10 / 132.26	3.70 / 131.66	3.70 / 131.66	4.70 / 130.66	9.70 / 125.66	11.00 / 124.36
	135.36					4.70 / 130.66	9.70 / 125.66		
BJ-5	135.97	0.00 / 135.97	0.20 / 135.77	4.00 / 131.97	5.10 / 130.87	5.10 / 130.87	10.70 / 125.27	14.20 / 121.77	14.40 / 121.57
	135.97	0.20 / 135.77	4.00 / 131.97			10.70 / 125.27	12.50 / 123.47	14.40 / 121.57	18.50 / 117.47
	135.97					12.50 / 123.47	14.20 / 121.77	18.50 / 117.47	19.20 / 116.77
	135.97							19.20 / 116.77	19.40 / 116.57
	135.97							19.40 / 116.57	19.50 / 116.47
	135.97							19.50 / 116.47	21.40 / 114.57
Fabian, M., 2004 (archív. č.85527) - prieskum vzdialený cca 560 m SV od riešeného územia									
VP-1	135.15	0.00 / 135.15	2.30 / 132.85	2.30 / 132.85	3.50 / 131.65	3.50 / 131.65	5.20 / 129.95	12.70 / 122.45	14.00 / 121.15
	135.15					5.20 / 129.95	12.70 / 122.45		
VP-3	135.38	0.00 / 135.38	2.10 / 133.28	2.10 / 133.28	3.60 / 131.78	4.90 / 130.48	12.00 / 123.38	12.00 / 123.38	14.00 / 121.38
	135.38			3.60 / 131.78	4.90 / 130.48				

Pokračovanie tab.6.4. na nasledujúcej strane.

	niveleta sondy	povrchové sedimenty		fluviálne ílovité sedimenty		fluviálne štrkovité sedimenty		neogén			
		humóz. pokryv, navážka, silt		tr. F6, F5, F4, F3		tr. G4, G3, G2, G1, S2, S3, S4, S5,		F3, F5, F7, F6, F8, S3, S4, S5; tr. R5			
vrť	(m n.m.)	od (mpt)/mm	do (mpt)/mm	od (mpt)/mm	do (mpt)/mm	od (mpt)/mm	do (mpt)/mm	od (mpt)/mm		do (mpt)/mm	
Danko, J., 2008 (archív. č.89708) – prieskum vzdialený cca 900 m S od riešeného územia											
V-1F2	136.14	0.00 / 136.14	4.00 / 132.14			4.00 / 132.14	5.30 / 130.84	12.00 / 124.14	14.50 / 121.64	14.50 / 121.64	21.00 / 115.14
	136.14					5.30 / 130.84	12.00 / 124.14	14.50 / 121.64	21.00 / 115.14	24.40 / 111.74	27.50 / 108.64
	136.14							21.00 / 115.14	24.40 / 111.74	27.50 / 108.64	27.80 / 108.34
	136.14							24.40 / 111.74	27.50 / 108.64	27.80 / 108.34	28.20 / 107.94
	136.14							27.50 / 108.64	27.80 / 108.34	28.20 / 107.94	32.00 / 104.14
	136.14							27.80 / 108.34	28.20 / 107.94	32.00 / 104.14	33.70 / 102.44
	136.14							28.20 / 107.94	32.00 / 104.14	33.70 / 102.44	50.00 / 86.14
	136.14							32.00 / 104.14	33.70 / 102.44	50.00 / 86.14	
V-2F2	136.19	0.00 / 136.19	4.00 / 132.19			4.00 / 132.19	6.10 / 130.09	12.80 / 123.39	14.60 / 121.59	14.60 / 121.59	15.20 / 120.99
	136.19					6.10 / 130.09	6.50 / 129.69	14.60 / 121.59	15.20 / 120.99	17.00 / 119.19	19.20 / 116.99
	136.19					6.50 / 129.69	8.40 / 127.79	15.20 / 120.99	17.00 / 119.19	19.20 / 116.99	20.80 / 115.39
	136.19					8.40 / 127.79	9.00 / 127.19	17.00 / 119.19	19.20 / 116.99	20.80 / 115.39	22.50 / 113.69
	136.19					9.00 / 127.19	12.20 / 123.99	19.20 / 116.99	20.80 / 115.39	22.50 / 113.69	24.80 / 111.39
	136.19					12.20 / 123.99	12.80 / 123.39	20.80 / 115.39	22.50 / 113.69	24.80 / 111.39	31.50 / 104.69
	136.19							22.50 / 113.69	24.80 / 111.39	31.50 / 104.69	32.30 / 103.89
	136.19							24.80 / 111.39	31.50 / 104.69	32.30 / 103.89	33.20 / 102.99
	136.19							31.50 / 104.69	32.30 / 103.89	33.20 / 102.99	34.00 / 102.19
	136.19							32.30 / 103.89	33.20 / 102.99	34.00 / 102.19	35.30 / 100.89
	136.19							33.20 / 102.99	34.00 / 102.19	35.30 / 100.89	36.00 / 100.19
	136.19							34.00 / 102.19	35.30 / 100.89	36.00 / 100.19	45.00 / 91.19
	136.19							35.30 / 100.89	36.00 / 100.19	45.00 / 91.19	
	136.19							36.00 / 100.19	45.00 / 91.19		
V-3F2	135.77	0.00 / 135.77	4.20 / 131.57			4.20 / 131.57	5.00 / 130.77	9.50 / 126.27	10.00 / 125.77	10.00 / 125.77	10.50 / 125.27
	135.77					5.00 / 130.77	5.30 / 130.47	9.50 / 126.27	10.00 / 125.77	10.50 / 125.27	15.00 / 120.77
	135.77					5.30 / 130.47	6.00 / 129.77	10.50 / 125.27	15.00 / 120.77	17.00 / 118.77	20.10 / 115.67
	135.77					6.00 / 129.77	9.50 / 126.27	15.00 / 120.77	17.00 / 118.77	20.10 / 115.67	26.50 / 109.27
	135.77							17.00 / 118.77	20.10 / 115.67	26.50 / 109.27	29.00 / 106.77
	135.77							20.10 / 115.67	26.50 / 109.27	29.00 / 106.77	30.20 / 105.57
	135.77							26.50 / 109.27	29.00 / 106.77	30.20 / 105.57	32.00 / 103.77
	135.77							29.00 / 106.77	30.20 / 105.57	32.00 / 103.77	34.50 / 101.27
	135.77							30.20 / 105.57	32.00 / 103.77	34.50 / 101.27	37.70 / 98.07
	135.77							32.00 / 103.77	34.50 / 101.27	37.70 / 98.07	38.00 / 97.77
	135.77							34.50 / 101.27	37.70 / 98.07	38.00 / 97.77	38.70 / 97.07
	135.77							37.70 / 98.07	38.00 / 97.77	38.70 / 97.07	39.70 / 96.07
	135.77							38.00 / 97.77	38.70 / 97.07	39.70 / 96.07	41.50 / 94.27
	135.77							38.70 / 97.07	39.70 / 96.07	41.50 / 94.27	50.00 / 85.77
V-4F2	135.56	0.00 / 135.56	6.90 / 128.66			6.90 / 128.66	8.20 / 127.36	8.20 / 127.36	8.60 / 126.96	8.60 / 126.96	10.60 / 124.96
	135.56							8.20 / 127.36	8.60 / 126.96	10.60 / 124.96	11.60 / 123.96
	135.56							8.60 / 126.96	10.60 / 124.96	11.60 / 123.96	14.00 / 121.56
	135.56							10.60 / 124.96	11.60 / 123.96	14.00 / 121.56	15.00 / 120.56
	135.56							11.60 / 123.96	14.00 / 121.56	15.00 / 120.56	17.70 / 117.86
	135.56							14.00 / 121.56	15.00 / 120.56	17.70 / 117.86	20.00 / 115.56
	135.56							15.00 / 120.56	17.70 / 117.86	20.00 / 115.56	26.00 / 109.56
	135.56							17.70 / 117.86	20.00 / 115.56	26.00 / 109.56	29.30 / 106.26
	135.56							20.00 / 115.56	26.00 / 109.56	29.30 / 106.26	30.00 / 105.56
	135.56							26.00 / 109.56	29.30 / 106.26	30.00 / 105.56	
V-5F2	135.85	0.00 / 135.85	5.40 / 130.45			5.40 / 130.45	8.10 / 127.75	14.00 / 121.85	21.10 / 114.75	21.10 / 114.75	21.70 / 114.15
	135.85					8.10 / 127.75	14.00 / 121.85	21.10 / 114.75	21.70 / 114.15	22.90 / 112.95	26.80 / 109.05
	135.85							21.10 / 114.75	21.70 / 114.15	22.90 / 112.95	30.00 / 105.85
	135.85							21.70 / 114.15	22.90 / 112.95	26.80 / 109.05	
	135.85							22.90 / 112.95	26.80 / 109.05	30.00 / 105.85	
V-6F2	136.13	0.00 / 136.13	3.30 / 132.83			3.30 / 132.83	5.50 / 130.63	11.40 / 124.73	17.50 / 118.63	17.50 / 118.63	18.80 / 117.33
	136.13					5.50 / 130.63	8.50 / 127.63	17.50 / 118.63	18.80 / 117.33	19.10 / 117.03	20.00 / 116.13
	136.13					8.50 / 127.63	9.00 / 127.13	18.80 / 117.33	19.10 / 117.03	20.00 / 116.13	
	136.13					9.00 / 127.13	11.00 / 125.13	19.10 / 117.03	20.00 / 116.13		
	136.13					11.00 / 125.13	11.40 / 124.73				
V-7F2	136.16	0.00 / 136.16	4.30 / 131.86			4.30 / 131.86	5.50 / 130.66	13.50 / 122.66	15.00 / 121.16	15.00 / 121.16	
	136.16					5.50 / 130.66	7.70 / 128.46				
	136.16					7.70 / 128.46	8.30 / 127.86				
	136.16					8.30 / 127.86	11.00 / 125.16				
	136.16					11.00 / 125.16	13.30 / 122.86				
	136.16					13.30 / 122.86	13.50 / 122.66				
Šujan, M., et.al. 2015 (archív. č.95859) – prieskum vzdialený cca 770 m SV od riešeného územia											
BZ-31	134.85	0.00 / 134.85	2.70 / 132.15	2.70 / 132.15	4.50 / 130.35	4.50 / 130.35	4.90 / 129.95	11.40 / 123.45	13.00 / 121.85	13.00 / 121.85	
	134.85					4.90 / 129.95	8.80 / 126.05				
	134.85					8.80 / 126.05	11.40 / 123.45				
BZ-32	134.79	0.00 / 134.79	2.20 / 132.59	3.40 / 131.39	5.00 / 129.79	2.20 / 132.59	3.40 / 131.39	11.40 / 123.39	12.10 / 122.69	12.10 / 122.69	13.00 / 121.79
	134.79					5.00 / 129.79	5.60 / 129.19	12.10 / 122.69	13.00 / 121.79		
	134.79					5.60 / 129.19	7.00 / 127.79				
	134.79					7.00 / 127.79	8.40 / 126.39				
	134.79					8.40 / 126.39	9.00 / 125.79				
	134.79					9.00 / 125.79	11.40 / 123.39				
BZ-33	134.02	0.00 / 134.02	2.80 / 131.22			2.80 / 131.22	3.70 / 130.32	10.50 / 123.52	12.00 / 122.02	12.00 / 122.02	
	134.02					3.70 / 130.32	4.00 / 130.02				
	134.02					4.00 / 130.02	8.70 / 125.32				
	134.02					8.70 / 125.32	10.50 / 123.52				

Práce hydrogeologického charakteru

➤ V roku 2010 bol v blízkosti riešeného územia (80-150 m JJV smerom) pre administratívno-bytový komplex na Prešovskej ulici zrealizovaný podrobný hydrogeologický prieskum (Némethyová, M., 2010). Jeho cieľom bolo overenie možnosti zabezpečenia zdroja podzemnej vody v množstve $Q=21$ l/s pre systém chladenia a vykurovania tohoto komplexu. V rámci prieskumu boli vybudované dva prieskumné vrty VS-1 a VS-2 do hĺbky 10 m p.t. Vrty boli vystrojené definitívnou plastovou zárubnicou $\varnothing$ 315 mm, s aktívnou časťou (perforáciou) v úrovni 5,0-9,0 m p.t. Situovanie prieskumných diel udávame na obr. 7.

Vrtnými prácami boli v povrchovej úrovni do 2,5 m p.t. overené silty piesčité, hnedého sfarbenia. Pod nimi až do konečnej hĺbky vrtov vystupovali piesčité štrky, hnedého sfarbenia. Hladina podzemnej vody bola zaznamenaná v úrovni 3,2 m (vrt VS-2) až 4,0 m (vrt VS-1). Lokálne bola v štrkopiesčitej vrstve zaznamenaná vrstva organogénneho ílu, jemne piesčitého, tmavošedého až čierneho sfarbenia (v úrovni 3,8 až 4,4 m p.t./VS-2). Na vrtoch boli po odpieskovaní vrtov uskutočnené čerpacie skúšky v trvaní 2 až 4 dni. Čerpacími skúškami bolo preukázané dobré zvodnenie štrkopiesčitého kolektora, rádovo s hodnotami k_f v úrovni $n \cdot 10^{-2}$ až $n \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ – vid' tab. 7.3.

➤ Hladina podzemnej vody sa priamo v hodnotenom území a jeho okolí počas podrobného geologického prieskumu ŽP v minulom období (Urban et al., 2015) nachádzala v hĺbkovej úrovni cca 4,2-6,5 m p.t. (129,14-131,6 m n.m.) – pozri tab.7.1. Kolektorom podzemných vôd kvartérneho veku sú štrkopiesčité zeminy charakteru štrkov s prímiesou jemnozrnnej zeminy, lokálne štrkov siltovitých, s preplástkami pieskov siltovitých.

Tab. 7.1 : Narazené/ustálené hladiny v monitorovacích vrtoch počas vrtných prác (Urban et al.2015)

vrt	Z terén	kolektor	Narazená hpv	
			m p.t	m n.m.
HGV-1	136,55	G4+G3	6,5	130,05
HGV-2	135,78	G4+G3+S4	4,2	131,58
HGV-3	134,18	G3	4,2	129,98
HGV-4	133,34	G3	4,2	129,14
HGV-5	135,65	G4+G3	6,2	129,45
HGV-6	136,18	G3	6,0	130,18

Vysvetlivky : G3 – štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy, G4 – štrky siltovité,

2.horizont podzemnej vody je potrebné lokálne uvažovať aj v nižšie položených piesčitých sedimentoch neogénneho veku. Ako už bolo vyššie uvedené, hladina podzemnej vody bola zistená aj v nižšie položených neogénnych pieskoch siltovitých v hĺbkach cca 20-25 m p.t. Po ich navrtaní boli piesky zvlhnuté a voda v nich stúpala len pozvoľne, s ustálením na druhý deň (Danko et al., 2008). Zistené úrovne narazenej a ustálenej hladiny podzemných vôd v kvartérnom a neogénnom kolektore počas tohoto prieskumu uvádzame v tab.7.2.

Prieskumnými prácami v areáli čistiarní (v súčasnej i minulej etape) do hĺbky 12-17 m p.t. neogénny zvodnenec zistený nebol.

Tab. 7.2 : Úrovně narazených a ustálených hladín podzemnej vody v širšom okolí – kvartérny a neogénny kolektor (spracované podľa Danko et al., 2008)

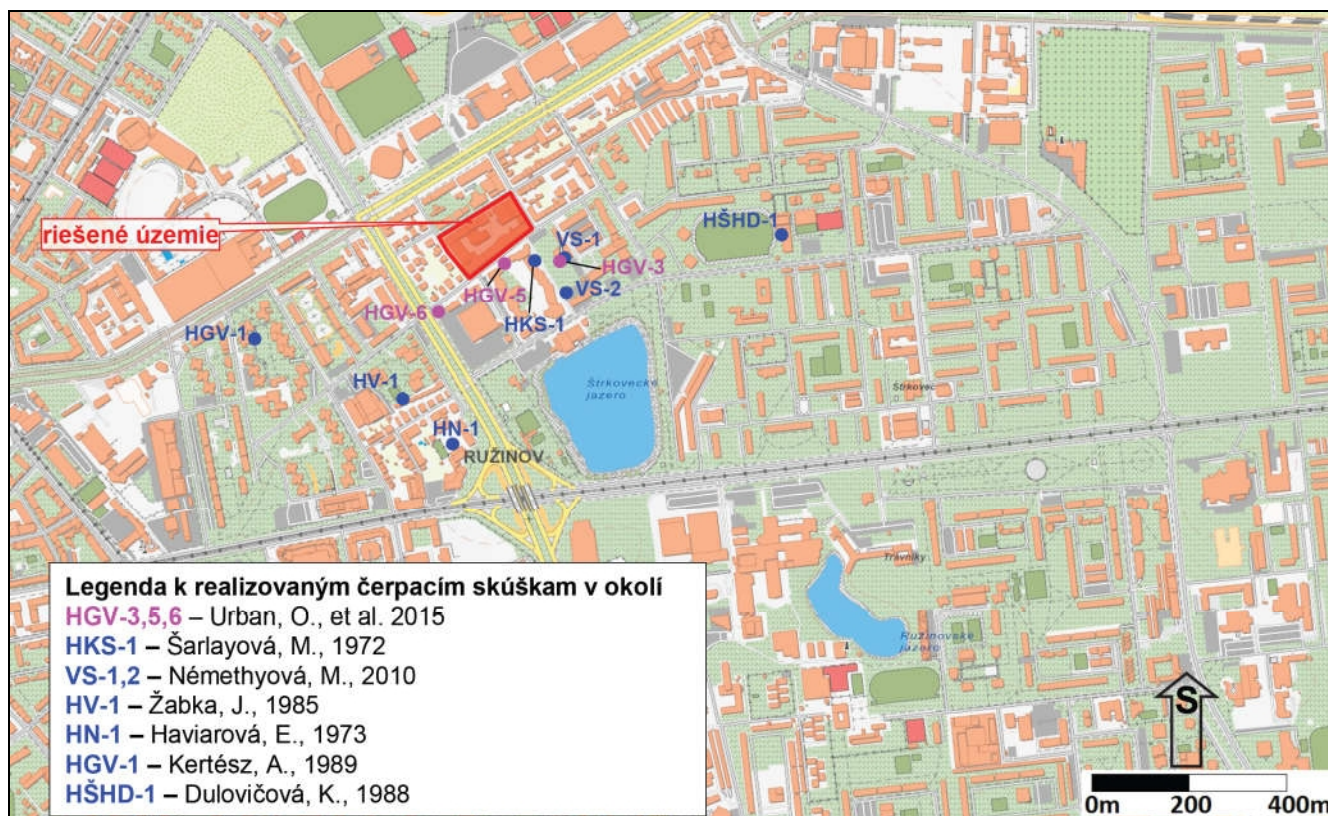
označenie sondy	výška sondy (m n.m.)	hladina podzemnej vody							
		1.horizont				2.horizont			
		m p.t.		m n.m.		m p.t.		m n.m.	
		narazená	ustálená	narazená	ustálená	narazená	ustálená	narazená	ustálená
V-1F2	136,14	6,1	6,1	130,04	130,04	21,0	5,4	115,14	130,74
V-2F2	136,19	6,1	6,1	130,09	130,09	24,8	5,4	111,39	130,79
V-3F2	135,77	5,7	5,7	130,07	130,07	20,1	5,0	115,67	130,77
V-4F2	135,56	5,3	5,3	130,26	130,26	-	-	-	-
V-5F2	135,85	5,8	5,8	130,05	130,05	26,8	5,1	109,05	130,75
V-6F2	136,13	5,9	5,9	130,23	130,23	19,1	5,4	117,03	130,73
V-7F2	136,16	5,9	5,9	130,26	130,26	-	-	-	-

➤ Hydraulické parametre kvartérneho zvodnenca charakterizujeme na základe archívnych prác v blízkom a širšom okolí riešeného územia (Šarlayová, M., 1972; Haviarová, E., 1973; Žabka, J., 1985; Dulovičová, K., 1988; Kertész, A., 1989; Némethyová, M., 2010). Čerpacími skúškami bol stanovený koeficient filtrácie v štrkopiesčitom súvrství v rozmedzí $k_f = 4,57 \cdot 10^{-2}$ až $6,86 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, s priemernou hodnotou $k_f = 9,96 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Výdatnosť vrtov v okolí riešeného územia osciluje v pomerne širokom rozpätí 7,0-40,0 l/s (v závislosti od hĺbky, spôsobu vystrojenia vrtu a možnosti dosahu vplyvu ďalších odberných zariadení) – pozri tab.7.3.

Situovanie prieskumných diel v okolí záujmovej oblasti, na ktorých boli čerpacie skúšky realizované, udávame na obr. 7. Dĺžka čerpacích skúšok sa pohybovala v rozpätí 2 až 14 dní.

Tab. 7.3 : Hydraulické charakteristiky stanovené z výsledkov hydrodynamických skúšok v širšom okolí

Označenie/ autor	vzdialenosť od hodnoteného územia	Hĺbka vrtu / terén (m n.m.)	priemer vrtu/ perforácia	Hladina nar. /ust. (m p.t.)	Čerpané množstvo Q (l.s ⁻¹) / dĺžka ČS	zníženie (s) v m	Koeficient filtrácie (m.s ⁻¹)	Koeficient transmisivity (m ² .s ⁻¹)
HKS-1 Šarlayová, M., 1972	62 m JJV	10,5/ 134,5	Ø 600 mm/ 2,2-10,2 m p.t.	5,0/4,8	18,33/14 dní	2,05	$4,57 \cdot 10^{-2}$	-
VS-1 Némethyová, M., 2010	85 m JJV	10,0/ 133,99	Ø 315 mm/ 5,0-9,0 m p.t.	4,0/3,6	12,0/2 dni	0,15	$5,499 \cdot 10^{-3}$	$4,068 \cdot 10^{-2}$
VS-2 Némethyová, M., 2010	153 m JJV	10,0/ 133,88	Ø 315 mm/ 5,0-9,0 m p.t.	3,2/3,0	16,1/4 dni	0,60	$3,066 \cdot 10^{-3}$	$2,452 \cdot 10^{-2}$
HV-1 Žabka, J., 1985	300 m JJZ	11,5/	Ø 245 mm/ 8,5-10,5 m p.t.	6,8	0,5 1,4 3,3 21 dní	0,06 0,23 0,40	$6,86 \cdot 10^{-4}$	-
HN-1 Haviarová, E., 1973	359 m J	15,0/ 134,5	Ø 325 mm/ 8,0-13,5 m p.t.	7,5	13,3 20,0 25,0 28,8 7 dní	0,05 0,10 0,16 0,20	$8,5 \cdot 10^{-3}$	-
HGV-1 Kertész, A., 1989	450 m Z	8,0/ 132,67	Ø 219 mm/ 2,6-8,0 m p.t.	2,03	3,12/ 7 dní	0,32	$1,53 \cdot 10^{-3}$	-
HŠHD-1 Dulovičová, K., 1988	522 m V	17,0/ 134,46	Ø 630 mm/ 9,2-15,3 m p.t.	5,15	5,0 (2 dni) 10,0 (2 dni) 15,3 (2 dni) 20,0 (2 dni) 25,0 (3 dni) 15,3 (10 dní)	0,08 0,19 0,27 0,36 0,49 0,21	$4,754 \cdot 10^{-3}$	-



Obr.7: Situovanie prieskumných diel v okolí záujmovej oblasti, s realizovanými čerpacími skúškami

➤ Realizovanými krátkodobými čerpacími skúškami na vrtoch v tesnej blízkosti riešeného územia (HGV-3,5,6) v rámci podrobného prieskumu životného prostredia tejto EZ (Urban, O. et al. 2015) bol stanovený priemerný koeficient filtrácie zvodneného štrkopiesčitého súvrstvia $k_{fpiem.}=2,98 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ a priemerný koeficient prietochnosti $T_{priem.}=2,49 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ – pozri tab.7.4. Uvedené hodnoty sú v približnej zhode s hodnotami získanými čerpacími skúškami v širšom okolí (viď tab. 7.3). Do modelu šírenia sa znečistenia (časť AR) bola z uvedeného dôvodu použitá hodnota $k_f = 2,98 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

Tab.7.4. : Hydraulické parametre kvartérnych štrko-piesčitých a piesčitých zemín na základe čerpacích skúšok v areáli pracovne v minulom období (Urban, O., et al. 2015)

vrt	Q (l/s)	s (m)	q (l/s/m)	q ₁ (l/s/m)	Y	d	T (m ² /s)	k _f (m/s)
HGV-3	1,1	0,075	14,67	13,89	7,14	0,12	$1,85 \cdot 10^{-2}$	$2,11 \cdot 10^{-3}$
HGV-5	1,1	0,080	13,75	12,94	7,11	0,11	$1,72 \cdot 10^{-2}$	$2,20 \cdot 10^{-3}$
HGV-6	1,1	0,030	36,67	34,37	7,54	0,15	$4,90 \cdot 10^{-2}$	$5,73 \cdot 10^{-3}$
priemer							$2,49 \cdot 10^{-2}$	$2,98 \cdot 10^{-3}$

Vysvetlivky : krátkodobé čerpacie skúšky realizované v trvaní 6 hodín

Z tab.7.4 je zrejmé, že krátkodobými čerpacími skúškami na objektoch **HGV-3, HGV-4 a HGV-5** boli zistené koeficienty k_f v rozsahu $2,11 \cdot 10^{-3}$ až $5,73 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

Geologické práce životného prostredia

Prvými prácami realizovanými priamo v hodnotenom území za účelom overenia kvality vybraných zložiek ŽP bol orientačný prieskum na zistenie obsahu chlórovaných uhľovodíkov v zeminách a podzemných vodách v roku 1992 (Polák, R., 1992). Cieľom prieskumných prác bolo jednoduchými a rýchlymi metódami overenie prítomnosti chlórovaných uhľovodíkov (trichlóretylénu

a tetrachlóretylénu) v zeminách, pôdnom vzduchu a v podzemných vodách v areáli. V určených miestach (predpokladaných potenciálnych zdrojov znečistenia) a ich blízkosti boli odobraté vzorky zemín, podzemnej vody a pôdneho vzduchu. Pre odber pôdneho vzduchu boli zarazené tri sondy (1-3) do hĺbky 1 m, na ploche cca 1 m². Množstvo organických látok v pôdnom vzduchu sa zisťoval prístrojom ECOPROBE, ručným odsávaním vzduchu zariadením ACCURO cez Drägerove trubičky s obsahom aktívneho uhlia (body 1 a 2).

Vzorka zeminy sa odoberala z dna zarážanej sondy na dvoch určených miestach (body 1 a 2). Vzorka podzemnej vody bola odobratá s existujúcej studne priamo v areáli čistiarní (studňa označená ako ST). Situovanie odberných miest vzoriek udávame na obr. 8.

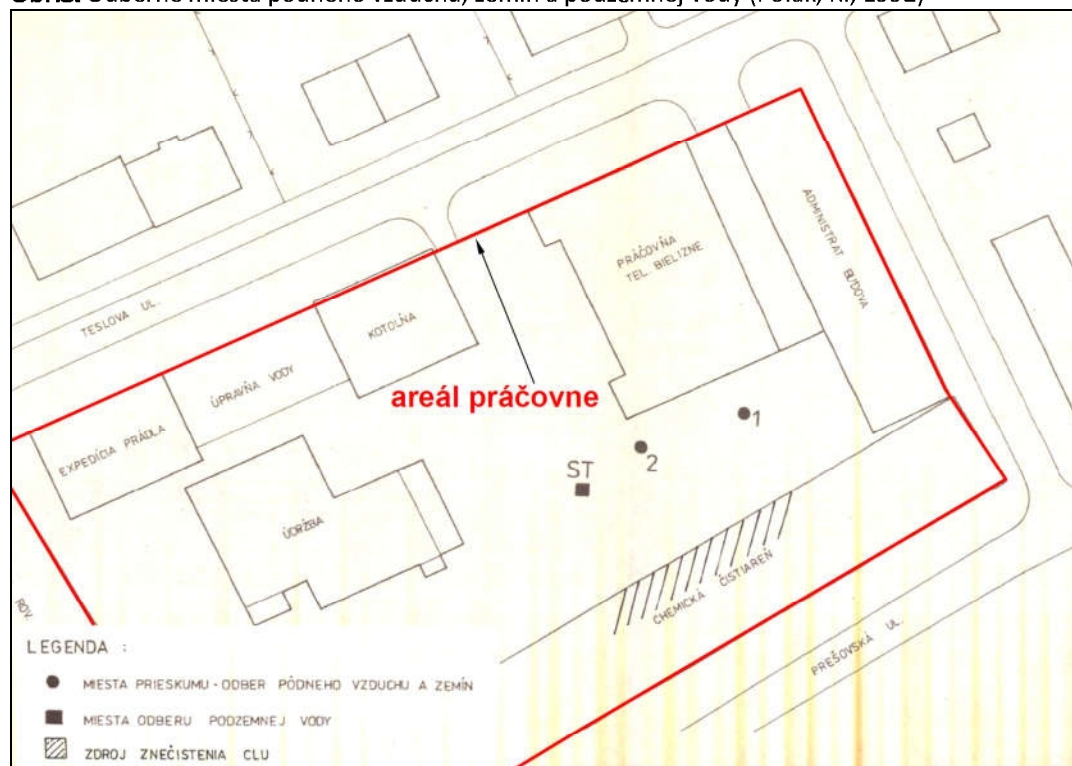
Výsledky prieskumných prác boli vyhodnotené v zmysle tom čase platných holandských noriem ABC. Hodnota A reprezentovala koncentráciu pozadia, hodnota B indikovala znečistenie s požiadavkou doplnujúceho prieskumu na zistenie zdroja a rozsahu znečistenia. Prekročenie normatívu C vyžadovalo sanačné práce (v prípade preukázania šírenia sa znečistenia).

Prieskumnými prácami bolo vo vzorke podzemnej vody zo studne ST potvrdené znečistenie v úrovni kategórie „C“ látkou tetrachlóretylén (PCE) (110 µg/l). Koncentrácia trichlóretylénu TCE (7,0 µg/l) v podzemnej vode zaznamenala hodnotu pod limitom „B“ (10,0 µg/l). Zvýšený obsah PCE v podzemnej vode preukázal aj vyšší obsah organických látok v pôdnom vzduchu (10,51 až 43,49 molekúl organických látok).

Koncentrácie PCE v zeminách v prípade obidvoch odberov (18,0 mg/kg /bod 1, resp. 8,0 mg/kg /bod 2) prekročili limitnú koncentráciu kategórie B (5,0 mg/kg).

Na základe výsledkov prieskumných prác boli na lokalite navrhnuté ďalšie prieskumné práce za účelom zistenia plošného i hĺbkového rozsahu kontaminácie v budúcom období. Taktiež bolo navrhnuté rozšírenie siete pozorovacích objektov (v počte 1-2 ks) na východnej strane areálu chemických čistiarní.

Obr.8: Odberné miesta pôdneho vzduchu, zemín a podzemnej vody (Polák, R., 1992)



zdroj mapového podkladu: Polák, R., 1992: Príloha č.2: Detailná situácia (zdroj mapového podkladu bol upravený)

➤ Detailnejší prieskum za účelom overenia stavu kvality vybraných zložiek ŽP priamo v riešenom území bol realizovaný následne až v období 05/2015 až 11/2015 v etape podrobného geologického prieskumu životného prostredia pod názvom: „Prieskum pravdepodobnej

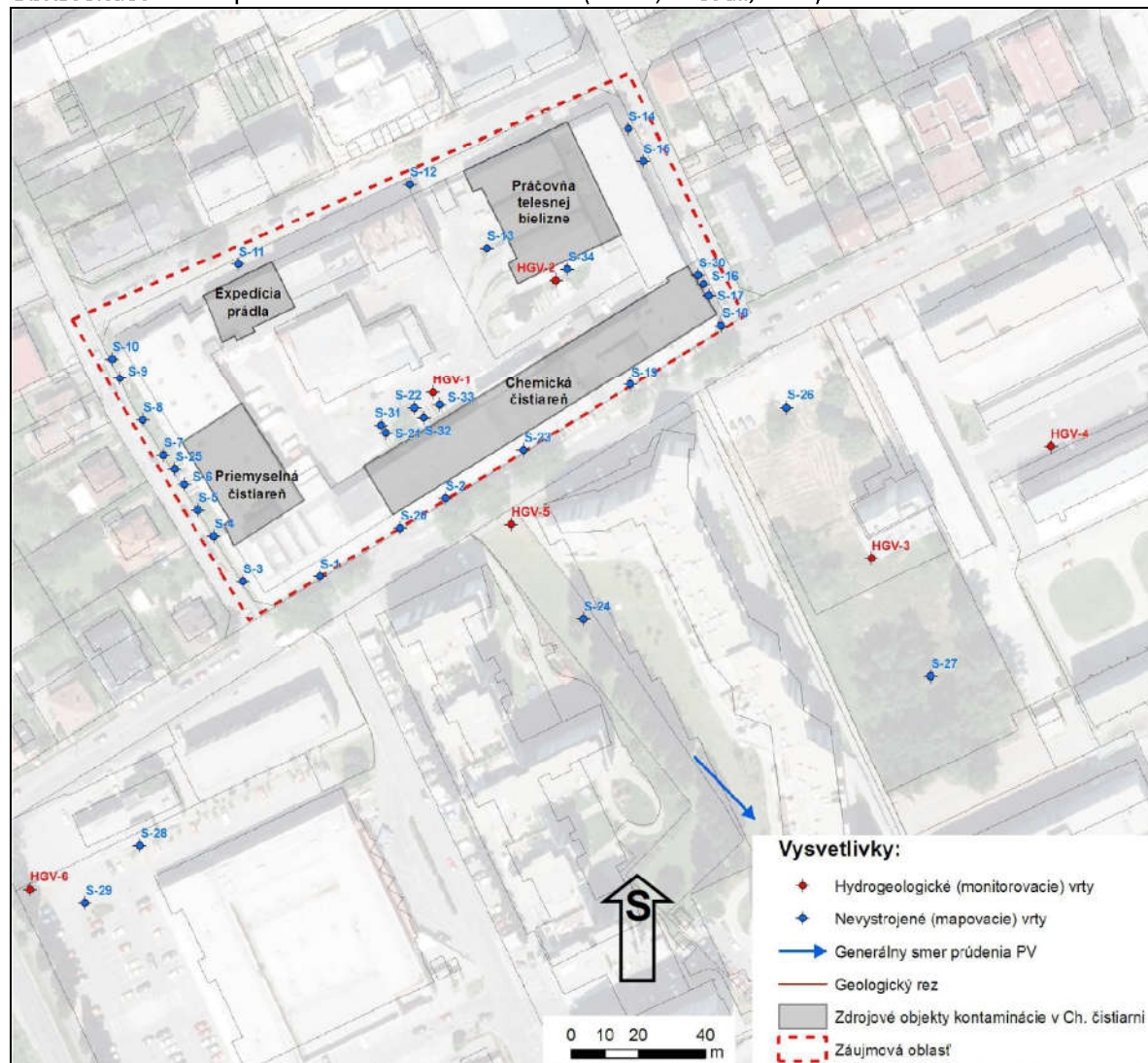
environmentálnej záťaže B2 (002) / Bratislava – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň, SK/EZ/B2/124 (Urban, O. et al., 2015). Súčasťou prác bola aj analýza rizika environmentálnej záťaže. Uvedené práce boli realizované v rámci geologickej úlohy „Pravdepodobné environmentálne záťaže – prieskum na vybraných lokalitách SR“, časť 8, pod gesciou MŽP. Súčasťou prác boli v úvodnej etape geofyzikálne merania, ďalej vrtné práce, terénne merania, vzorkovacie práce, geodetické práce, laboratórne práce, hydrodynamické skúšky a vyhodnocovacia etapa.

Vrtné práce

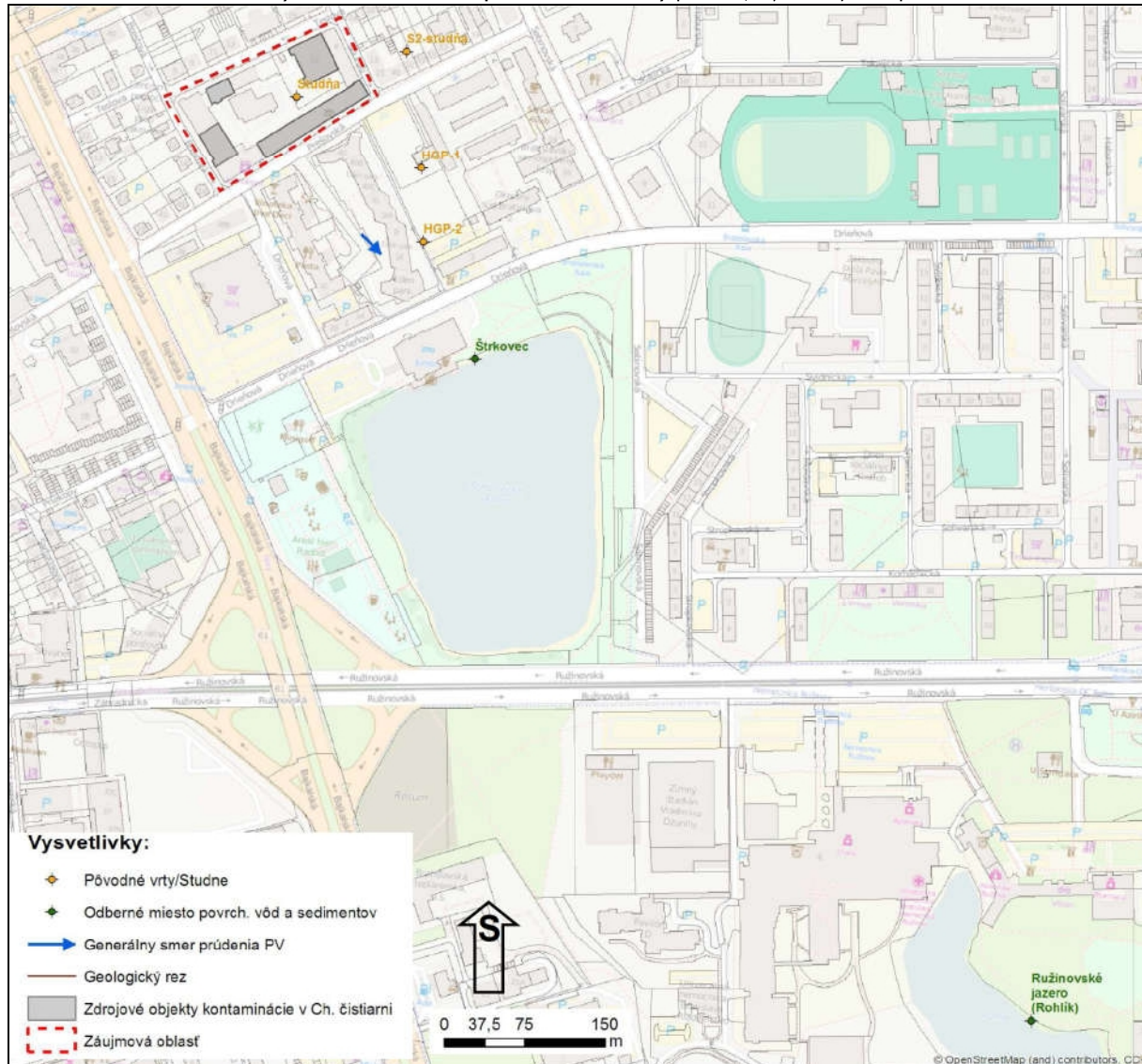
Pre overenia stavu znečistenia bolo na uvedenej lokalite a jej blízkom okolí zrealizovaných celkom 34 ks mapovacích vrtov hĺbky 4,1 až 8,4 m p.t., so značením S-1 až S-34 a 6 ks hydrogeologických vrtov (s označením HGV-1 až HGV-6) do hĺbky 11,4 až 15,0 m p.t. Situovanie prieskumných diel udávame na obr. 9. Uvedené objekty slúžili na odber vzoriek zemín a podzemnej vody v hodnotenom území. Okrem novo zrealizovaných objektov boli pre odber vzoriek podzemných vôd využité aj existujúce studne a vrty v okolí riešeného územia.

Vplyv znečistenia z areálu čistiarní bol po zohľadnení smeru prúdenia podzemnej vody sledovaný aj v povrchových vodách a dnových sedimentoch jazera Štrkovec a Rohlík – pozri **obr.10**.

Obr.9: Situovanie mapovacích a monitorovacích vrtov (Urban, O. et al., 2015)



zdroj mapového podkladu: Mapa dokumentačných bodov – hydrogeologické a nevystrojené vrty (Urban, O. et al., 2015)

Obr.10: Situovanie archívnych vrtov a studní a povrchové odbery (Urban, O, et al. ,2015)

zdroj mapového podkladu: Mapa dokumentačných bodov – Pôvodné vrty/studne a odbery povrchovej vody (Urban, O. et al., 2015)

Vzorkovacie práce

Prieskumné práce boli sústredené na areál chemickej čistiarene (v ktorom sa skladovali a používali chlórované uhľovodíky na čistenie odevov) a jeho okolie. Hlavným cieľom vzorkovacích prác bolo kvalitatívne a kvantitatívne vyhodnotenie obsahu kontaminantov v pôdnom vzduchu, v zeminách rôznych hĺbkových úrovní (v biologickej kontaktnej zóne, pásme prevzdušnia a pásme nasýtenia) a v horizonte podzemných vôd. Kontrolne boli odobrané aj vzorky povrchovej vody a dnové sedimenty zo Štrkoveckého jazera a Ružinovského jazera (Rohlík).

Atmogeochemické merania

Atmogeochemické merania (PID, TP, CH₄, CO₂ a O₂) potvrdili zvýšené obsahy prchavých látok predovšetkým v južnej a juhovýchodnej časti areálu.

Konkrétne u ukazovateľa PID v ppm (sumárna koncentrácia VOC) najvyššia hodnota 3,5 ppm bola zistená vo vrte S-19, ktorá sa nachádza zároveň aj v oblasti zistených zvýšených hodnôt tetrachlóreténu v podzemných vodách. Hodnota PID vo vrtoch S-2, S-13, S-15, S-16, S-17, S-18, S-19, S-20, S-21, S-22, S-23 približne kopírovala výskyt zvýšených hodnôt tetrachlóreténu v podzemných vodách a zeminách.

Parameter TP (ppm) charakterizujúci uhľovodíkové zlúčeniny mimo vrtov S-18, S-19, S-23 nebol na lokalite vo zvýšenej miere zaznamenaný. Sondy S-18,19,23 boli situované taktiež v oblasti zvýšených hodnôt tetrachlóreténu v podzemných vodách a zeminách.

Výskyt metánu CH₄ (ppm) bol zaznamenaný s koncentráciou do 4,3 ppm vo vrtoch S-17, S-18, S-19, S-21, S-22, S-23 a S-25, t.j. u vrtov v južnej až juhovýchodnej časti areálu, s preukázanou kontamináciou v podzemnej vode.

Znečistenie horninového prostredia

Vo vzorkách zemín boli stanovované koncentrácie celej vybranej škály parametrov (NEL, C₁₀-C₄₀, TOC, PAU, BTEX, PCB, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, NH₄⁺, Cl⁻, Ssulf., Ncelk., Pcelk., halogénované VOC, nehalogénované VOC, jednosýtne fenoly). Dosiahnuté hodnoty boli vyhodnotené v porovnaní s limitnými hodnotami smernice (MŽP SR č.1/2015-7).

Na základe výsledkov analytických stanovení **v zeminách boli IT kritériá prekročené v ukazovateľoch : tetrachlóretén (PCE), uhľovodíkový index (C₁₀-C₄₀), NEL-IR, a benzo(a)pyrén. Kritériá ID boli prekročené v ukazovateľoch : tetrachlóretén (PCE), NEL-IR, uhľovodíkový index (C₁₀-C₄₀), benzo(a)pyrén a benzo(b)fluorantén.**

Koncentrácie tetrachlóretylénu (PCE)

V biologickej kontaktnej zóne boli koncentrácie tetrachlóretylénu nad úroveň ID zaznamenané iba v jednom prípade vo vrte S-19 (1,9 mg/kg). Koncentrácie nad úroveň IT boli zaznamenané vo vrtoch S-18 (6,74 mg/kg), S-23 (3,28 mg/kg), S-30 (2,6 mg/kg), S-34 (3,26 mg/kg) a vo vrte HGV-2 (56,6 mg/kg).

V pásme prevzdušnenia bolo znečistenie zaznamenané len v jednom prípade nad úrovňou ID vo vrte S-30 (1,69 mg/kg). Koncentrácie nad úroveň IT kritérií v danom pásme zaznamenané neboli.

V pásme nasýtenia boli zaznamenané prekročenia nad úroveň ID aj IT kritérií. Prekročené ID kritériá boli zaznamenané vo vrtoch S-18 (1,57 mg/kg) a S-19 (1,86 mg/kg).

Koncentrácie nad IT kritériá boli v pásme nasýtenia zaznamenané vo vrtoch S-17 (3,15 mg/kg) a S-30 (2,2 mg/kg).

Bodovo boli zaznamenané koncentrácie nad IT kritériá v biologickej kontaktnej zóne aj inými prvkami/látkami:

- vo vrte HGV-2 v ukazovateľoch C₁₀-C₄₀ (5300 mg/kg) a NEL-IR (5330 mg/kg)
- vo vrte HGV-1 v ukazovateli benzo(a)pyrén (3,18 mg/kg)

Vo vrte HGV-1 bola prekročená limitná hodnota ID kritéria v ukazovateli benzo(b)fluorantén (4,5 mg/kg).

Okrem zemín boli odobraté aj vzorky stavebných konštrukcií (v počte 4 ks). Na základe vykonaných analýz bol tento odpad zaradený do kategórie nie nebezpečného odpadu. Pre posúdenie mobility kontaminantov z pásma prevzdušnenia do pásma nasýtenia boli na vybraných vzorkách zemín sledované obsahy látok aj vo vodnom výluhu. Prejavy znečistenia v stavebnom odpade zistené neboli.

Znečistenie podzemných vôd

Kvalita podzemnej vody bola sledovaná vo vzorkách z novovybudovaných hydrogeologických vrtov HGV-1 až HGV-6, pôvodných existujúcich vrtov (HGP-1, HGP-2), kopanej studne v areáli (S-1) a domovej studne (S-2 v obytnej zóne v blízkom okolí). Vzorky vody boli analyzované so zreteľom na tieto ukazovatele kvality : NEL, C₁₀-C₄₀, TOC, PAU, BTEX, PCB, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, NH₄⁺, Cl⁻, Ssulf., Ncelk., Pcelk., CHSKcr, halogénované VOC, nehalogénované VOC, jednosýtne fenoly. Vzorky vody boli odoberané z troch úrovní (A - pod hladinou podzemnej vody, B-stred kvartérneho zvodnenca a C-báza kvartérneho zvodnenca) dynamickým čerpaním, pomocou dvoch

monitorovacích kôl. Prejavy znečistenia, resp. koncentrácie nad intervenčné a indikačné kritérium boli v zmysle smernice MŽP SR č. 1/2015-7 prekročené iba pri látke PCE.

Znečistenie látkou PCE

Intervenčné kritérium bolo prekročené vo vrtoch HGV-2, HGV-4 vo všetkých hĺbkových úrovniach zvodnenca.

V studni, ktorá sa nachádzala priamo v areáli čistiarní (S-1) bolo IT kritérium prekročené v hĺbkovej úrovni pod hladinou p.v. (horizont A) v prvom kole vzorkovania, v druhom kole vzorkovania boli prejavy znečistenia (>IT) zistené v horizonte A,B. V ostatných hĺbkových úrovniach došlo k prekročeniu ID kritéria.

Indikačné kritérium bolo vo vrte HGV-1 prekročené iba pri 1. kole vzorkovania, vo vrte HGV-5 len v druhom kole vzorkovania.

Maximálne prejavy znečistenia (66-násobne prekročenie intervenčného limitu) boli v čase prieskumných prác vo vrte **HGV-4**. Koncentrácia látky v tomto vrte s hĺbkou klesala, t.j. najvyššie koncentrácie boli zistené pod hladinou podzemnej vody (horizont A). Objekty s prejavom znečistenia boli lokalizované v areáli chemickej čistiarene a ďalej južným až juhovýchodným smerom od areálu, v smere prúdenia podzemnej vody).

Prekročenie koncentrácií PCE v podzemnej vode v úrovni ID a IT kritérií z oboch vzorkovaných kôl uvádzame prehľadne v tab. 8.

Tab.8: Koncentrácie PCE v podzemnej vode nad ID a IT kritériá SM 2015 (spracované podľa Urban, O., et al. 2015)

situovanie vrtu	vrt	horizont odberu	stanovená koncentrácia PCE (µg/l)		ID SM 2015 (µg/l)	IT SM 2015 (µg/l)
			1. kolo	2. kolo		
areál čistiarní	HGV-1	B	11,3	9,5	10	20
		C	10,2	8,22		
	HGV-2	A	35,9	28,7		
		B	29,7	23,4		
		C	28,6	20,8		
	Studňa S-1	A	41,1	36,6		
		B	18,8	38,0		
		C	19,3	12,9		
zelená plocha areálu polyfunkčného komplexu na p.č. 22191/3 (cca 16 m JJV od čistiarene)	HGV-5	A	5,9	17,5		
		B	6,12	13,5		
		C	5,97	11,7		
záhrada p.č. 15232/2 (cca 46 m V)	S-2 (studňa)		15,2	-		
areál BVS p.č. 15277/16 (cca 105 m JV od čistiarene)	HGV-4	A	1100	1330		
		B	510	635		
		C	461	462		
voľná zelená plocha na p.č. 15277/40 (cca 80 m JJV od čistiarene)	HGP-1	A	19,9	8,6		
		B	18,3	7,69		
		C	12,1	7,29		

Vysvetlivky k tab.8: horizont odberu A – vzorka podzemnej vody odobratá tesne pod hladinou podzemnej vody
horizont odberu B – vzorka podzemnej vody odobratá zo stredu vodného stĺpca
horizont odberu C – vzorka podzemnej vody odobratá z bázy zvodnenej vrstvy

Vzhľadom na zistené prejavy znečistenia látkou PCE bola pre lokalitu spracovaná **analýza rizika**. Autori uvedenej štúdie (Urban, O. et al., 2015) uvádzajú, že kontaminačný oblak sa časom z veľkej časti presunul mimo areálu juhovýchodným smerom, kde sa koncentroval v okolí sondy HGV-4 (areál BVS a.s.). Šírenie znečistenia bolo z uvedeného dôvodu počítané z 2 samostatných miest – zo zdroja znečistenia (v areáli čistiarene) a pri vrte HGV-4 (areál BVS a.s.). Riziko šírenia znečistenia bolo počítané pre 5 referenčných miest, z ktorých v 2 došlo k prekročeniu limitu (konkrétne 100 m a 240 m od vrtu HGV-4).

Zhrnutím výsledkov bolo konštatované, že pri súčasnom využití územia pre receptory v biologicky kontaktnej zóne environmentálne riziko preukázané nebolo.

Jednoduchým testom hodnotenia aktuálnosti environmentálneho rizika v podzemnej vode bolo preukázané riziko šírenia sa znečistenia podzemnou vodou. Environmentálne riziko pre látku PCE v podzemnej vode bolo preukázané aj následne realizovaným výpočtom.

Pre kontaminant (PCE) bolo hodnotené aj zdravotné riziko pre exponované skupiny: a) pracovníci areálu čistiarne, b) pracovníci BVS, c) obyvatelia obytnej a polyfunkčnej zóny v okolí EZ (členené dospelí/deti). Z expozičných ciest bola zohľadnená inhalácia vo vnútornom a vonkajšom prostredí, s dermálnym kontaktom a náhodnou ingesciou podzemnej vody. Riziká boli počítané pre prahové aj bezprahové účinky PCE.

Z dosiahnutých výsledkov vyplynuli tieto závery : *Z hľadiska nekarcinogénnych účinkov na lokalite nehrozí riziko pre receptory žiadneho z expozičných scenárov. Z hľadiska karcinogénnych účinkov pre jednotlivca na lokalite nehrozí riziko pre žiaden z expozičných scenárov, no hodnoty sa pre všetky receptory približujú k limitnej hodnote. Pre populáciu vyšlo karcinogénne riziko pre väčšinu expozičných scenárov. Najvýraznejšie riziká hrozia pre pracovníkov čistiarne a v areáli BVS z inhalácie pár uvoľnených z podzemnej vody.*

Zhrnutím výsledkov bolo konštatované, že lokalita predstavuje environmentálne a potenciálne zdravotné riziko, v oboch prípadoch spôsobené látkou PCE. Na lokalite je potrebné realizovať sanačné opatrenia.

Nakoľko sa jednalo len o zvýšené hodnoty rizika pre populáciu a nie pre jednotlivca, sanačné limity boli navrhnuté len v zmysle eliminácie environmentálneho rizika.

V rámci **štúdie uskutočniteľnosti sanácie environmentálnej záťaže** bol ako najvhodnejší koncepčný variant nápravných opatrení vybraný variant aktívnej sanácie za účelom dosiahnutia požadovaných sanačných limitov pre podzemnú vodu. Pre organické látky prítomné v podzemnej vode, aj vzhľadom na prírodné a antropogénne podmienky na lokalite sa javí ako najvhodnejšia metóda sanácie podzemnej vody – metóda sanačného čerpania a čistenia/venting a air-sparging. Navrhovaný aktívny sanačný zásah bol rozdelený do troch etáp : predsanačnej, sanačnej a posanačnej etapy. Doba potrebná na sanáciu bola autormi štúdie odhadovaná na 36 mesiacov vrátane 2-ročného posanačného monitoringu.

Za cieľovú koncentráciu **PCE** na základe hodnotenia environmentálnych rizík v podzemnej vode v centre znečistenia (**HGV-4**) bola stanovená hodnota **< 150 µg.l⁻¹** (Urban et al., 2015).

➤ **Monitoring kvality podzemných vôd (spracované na základe výsledkov monitoringu podzemných vôd organizáciou ŠGÚDŠ v období 2016-2022)**

Predmetná lokalita bola do monitorovania EZ zaradená na základe výsledkov podrobného geologického prieskumu životného prostredia, (Urban et al., 2015) ako environmentálna záťaž s vysokou prioritou (K > 65). Monitoring podzemných vôd bol na predmetnej lokalite vykonávaný pracovníkmi ŠGÚDŠ Bratislava v období rokov 2016-2022.

Do monitorovacej siete boli zaradené tieto objekty : HGV-1 až 6, vrt HGP-2 (v roku 2018) a studňa S-1 situovaná priamo v areáli čistiarní (od roku 2017). Rozsah sledovaných ukazovateľov kvality: CIU, NEL, C₁₀-C₄₀, PAU, TOC, sírany, chloridy, dusičnany a amónne ióny s frekvenciou 2 x ročne.

Pôvodné označenie vrtov bolo v rámci monitorovania EZ pracovníkmi ŠGÚDŠ zmenené – pozri tab. 10. Celkom bolo v uvedenom období realizovaných 12 vzorkovacích kôl 11/2016, 03/2017, 09/2017, 04/2018, 10/2018, 05/2019, 09/2019, 07/2020, 09/2020, 06/2021, 09/2021 a 05/2022.

Z pohľadu situovania jednotlivých objektov bol vrt HGV-6 priradený do referenčnej oblasti (mapujúci kvalitu podzemnej vody pred vstupom do riešeného územia), vrty HGV-1,2 + studňa S-1 do zdrojovej oblasti a vrty HGV-3,4,5 boli v pozícii vrtov indikačných, mapujúce kvalitu podzemnej vody za zdrojom znečistenia.

Na predmetnej lokalite boli vykonávané aj terénne merania (meranie hladiny podzemnej vody, dna jednotlivých objektov, meranie základných terénnych ukazovateľov vody – pH, vodivosť, teplota vody a vzduchu, redoxný potenciál), ďalej boli hodnotené i organoleptické vlastnosti vody.

Z výsledkov pozorovania hladín podzemnej vody počas monitorovacích prác (11/2016 až 05/2022) vyplýva, že **maximálny stav bol zaznamenaný v mesiaci 9/2017 a minimálny v období 5/2019**. Rozkyv hladín v sledovanom období sa v jednotlivých vrtoch pohyboval v rozpätí 0,30 až 0,45 m – pozri tab.9.

Tab.9: Režimové merania hladiny podzemnej vody počas monitorovacích prác ŠGÚDŠ - prevzaté od Kordík et al., 2022

označenie vrtu monitorovacej siete ŠGÚDŠ	VN258-1	VN258-2	VN258-3	VN258-4	VN258-5	VN258-6	VO258-2	VO258-3
pôvodné označenie vrtu	HGV-1	HGV-2	HGV-3	HGV-4	HGV-5	HGV-6	HGP-2	S-1
obdobie merania HPV	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.
11/2016	130,09	130,03	129,96	129,99	130,11	130,91	N	N
3/2017	129,91	129,87	129,78	129,83	129,96	130,75	N	130,27
9/2017	129,76	129,71	129,68	129,66	129,79	130,60	N	130,18
4/2018	130,01	129,96	129,92	129,89	130,04	130,83	129,87	130,42
10/2018	129,95	129,91	129,79	129,84	129,99	130,76	129,82	130,37
5/2019	130,14	130,09	129,98	130,00	130,13	130,95	130,00	130,57
9/2019	130,07	130,01	129,91	129,97	130,02	130,88	129,92	130,49
7/2020	129,94	129,88	129,78	129,82	129,91	130,77	129,80	130,37
9/2020	129,95	129,87	129,79	129,83	129,87	130,76	129,80	130,36
6/2021	130,11	130,05	129,97	129,99	130,14	130,93	129,55	130,53
9/2021	130,00	129,94	129,86	129,79	129,93	130,81	N	130,42
5/2022	129,84	129,77	129,74	129,73	129,85	130,81	N	130,25
minimálna hladina PzV	129,76	129,71	129,68	129,66	129,79	130,60	129,55	130,18
maximálna hladina PzV	130,14	130,09	129,98	130,00	130,14	130,95	130,00	130,57
priemer v období 2016-2022	129,98	129,92	129,85	129,86	129,98	130,81	129,82	130,38
rozkyv HPV v období 2016-2022	0,38	0,38	0,30	0,34	0,35	0,35	0,45	0,39

zdroj: údaje poskytnuté ŠGÚDŠ

Z režimových meraní hladín podzemnej vody boli zostavené mapy hydroizohýps, ktorými bol potvrdený generálny smer prúdenia podzemných vôd v smere SZ-JV.

Sumárny prehľad výsledkov s prekročením ID, IT limitov (v zmysle smernice č. 1/2015-7 MŽP) z monitorovacích prác v období 11/2016 až 05/2022 podávame v tab.10 (zdroj: Kordík, J. et al., 2022).

Tab.10: Sumárny prehľad výsledkov s prekročením ID resp. IT limitov v zmysle smernice č. 1/2015-7 v monitorovacom období rokov 2016 až 2022

	pôvodné označenie vrtu	obdobie odberu vzorky podzemnej vody	označenie vrtu monitorovacej siete ŠGÚDŠ	Cl- (chloridy) [mg/l]	NO ₃ - (dusičnany) [mg/l]	TOC [mg/l]	chlórétén/ vinylchlorid [µg/l]	1,1,2,2-tetra- chlór- etén [µg/l]	1,4- dichlór- benzén [µg/l]	Benzo (k) Fluoran- tén [µg/l]	Benzo (a) Pyrén [µg/l]	Indeno (1,2,3- c,d) pyrén [µg/l]	Benzo (g,h,i) perylén [µg/l]
			ID SM 2015	150,00	N	2,00	5,00	10,00	1,50	0,10	0,10	0,10	0,10
			IT SM 2015	250,00	N	5,00	10,00	20,00	3,00	0,20	0,20	0,20	0,20
			vyhl. 91/2023 Z.z.		50 NMH								
	vrt	rok	mesiac										
referenčná oblasť	HGV-6	2017	3	VN258-6	138,00	35,20	1,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		148,00	29,60	1,00	pod LD	1,60	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		134,00	45,10	N	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		114,00	40,40	N	pod LD	1,20	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		145,00	43,40	N	pod LD	1,20	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		164,00	42,50	N	pod LD	1,70	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
zdrojová oblasť	HGV-1	2016	11	VN 258-1	125,00	48,93	1,30	pod LD	7,50	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	3		125,00	52,50	1,10	pod LD	7,80	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		146,00	38,80	1,50	pod LD	13,20	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		124,00	43,20	N	pod LD	7,50	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		122,00	50,80	N	0,30	8,80	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		135,00	46,30	N	pod LD	10,10	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		117,00	48,40	N	pod LD	16,60	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	7		131,00	46,00	N	pod LD	24,60	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	9		126,00	45,00	N	pod LD	24,80	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	6		131,00	47,00	N	0,30	16,20	N	pod LD	pod LD	pod LD

	pôvodné označenie vrtu	obdobie odberu vzorky podzemnej vody	označenie vrtu monitorovacej siete ŠGÚDŠ	Cl- (chloridy) [mg/l]	NO3- (dusičnany) [mg/l]	TOC [mg/l]	chlórétén/ vinylchlorid [µg/l]	1,1,2,2- tetra- chlór- étén [µg/l]	1,4- dichlór- benzén [µg/l]	Benzo (k) Fluoran- tén [µg/l]	Benzo (a) Pyrén [µg/l]	Indeno (1,2,3- c,d) pyrén [µg/l]	Benzo (g,h,i) perylen [µg/l]
			ID SM 2015	150,00	N	2,00	5,00	10,00	1,50	0,10	0,10	0,10	0,10
			IT SM 2015	250,00	N	5,00	10,00	20,00	3,00	0,20	0,20	0,20	0,20
	vrt	rok	mesiac	vyhl. 91/2023 Z.z.									
		2021	9		126,00	40,70	N	5,90	13,60	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2022	5		106,00	53,70	N	pod LD	22,20	N	pod LD	pod LD	pod LD
	HGV-2	2016	11		125,00	51,90	1,30	pod LD	20,10	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	3		123,00	42,80	1,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		139,00	32,10	1,10	pod LD	14,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		132,00	38,20	N	pod LD	11,20	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		115,00	45,00	N	5,50	2,90	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		131,00	49,20	N	0,30	17,50	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		124,00	47,20	N	pod LD	15,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	7		147,00	47,80	N	pod LD	21,30	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	9		140,00	46,20	N	pod LD	23,00	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	6		125,00	49,80	N	1,80	28,50	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	9		125,00	44,60	N	pod LD	22,20	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2022	5	VN258-2	127,00	43,70	N	pod LD	17,30	N	pod LD	pod LD	pod LD
	S-1	2017	3		123,00	31,20	3,70	pod LD	8,20	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		77,30	20,30	1,40	pod LD	10,60	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		131,00	37,60	N	pod LD	6,60	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		125,00	38,40	N	pod LD	6,20	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		137,00	48,90	N	pod LD	11,80	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		132,00	40,00	N	pod LD	11,50	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	7		146,00	48,40	N	pod LD	12,10	N	N	N	N
		2020	9		141,00	44,60	N	pod LD	12,70	N	N	N	N
		2021	6		125,00	44,60	N	2,10	15,60	N	N	N	N
		2021	9		125,00	41,70	N	pod LD	16,60	N	N	N	N
		2022	5	VO258-3	136,00	43,20	N	pod LD	13,90	N	N	N	N
indikačná oblasť	HGV-3	2016	11		128,00	45,98	1,00	pod LD	10,80	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	3		127,00	40,30	1,00	pod LD	13,70	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		147,00	26,00	0,80	pod LD	39,40	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		110,00	31,10	N	pod LD	5,80	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		122,00	36,80	N	pod LD	4,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		123,00	39,50	N	pod LD	9,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		102,00	34,70	N	pod LD	1,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	7		135,00	40,40	N	pod LD	7,60	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	9		128,00	36,20	N	pod LD	6,80	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	6		133,00	43,20	N	pod LD	9,90	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	9		135,00	40,40	N	1,80	8,80	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2022	5	VN258-3	141,00	42,90	N	pod LD	7,90	N	pod LD	pod LD	pod LD
	HGV-4	2016	11		124,00	49,15	1,20	pod LD	222,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	3		128,00	42,50	1,50	pod LD	212,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		121,00	35,00	0,90	pod LD	62,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		170,00	33,50	N	pod LD	310,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		115,00	40,30	N	0,30	326,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		146,00	45,70	N	pod LD	275,00	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		127,00	43,20	N	pod LD	46,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	7		142,00	44,80	N	pod LD	176,00	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	9		139,00	43,00	N	pod LD	150,00	N	0,17	0,27	0,26
		2021	6		135,00	45,70	N	pod LD	385,00	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	9		124,00	42,40	N	pod LD	169,00	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2022	5	VN258-4	137,00	41,60	1,70	pod LD	158,00	N	pod LD	pod LD	pod LD
indikačná oblasť	HGV-5	2016	11		132,00	46,61	1,10	pod LD	8,30	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	3		131,00	38,30	1,00	pod LD	5,00	1,70	pod LD	pod LD	pod LD
		2017	9		130,00	30,30	1,00	pod LD	6,60	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	4		112,00	33,40	N	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2018	10		120,00	39,60	N	pod LD	7,50	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	5		133,00	47,20	N	pod LD	8,10	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2019	9		118,00	40,60	N	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	7		146,00	45,00	N	pod LD	7,60	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2020	9		140,00	44,60	N	pod LD	6,70	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	6		131,00	44,30	N	pod LD	10,60	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2021	9		133,00	40,70	N	pod LD	10,10	N	pod LD	pod LD	pod LD
		2022	5	VN258-5	125,00	37,90	N	pod LD	2,40	N	pod LD	pod LD	pod LD
	HGP-2	2018	4		N	N	N	pod LD	3,80	N	N	N	N
			10	VO258-2	N	N	N	0,50	2,70	N	N	N	N

zdroj údajov: Kordík, J., et al. 2022

Vysvetlivky k tab.10: N – daný ukazovateľ kvality PzV nebol stanovený; pod LD – stanovená koncentrácia pod medzu detekcie

Porovnaním výsledkov monitorovacích prác ŠGÚDŠ v období rokov 2016 až 2022 (v zmysle smernice č. 1/2015-7 MŽP SR) bolo konštatované:

V referenčnej oblasti v okolí vrtu VN258/6 (HGP-6) bola v sledovanom období 2017-2019 prekročená ID hodnota v podzemnej vode v ukazovateli chloridy (164 mg/l). Koncentrácie PCE sa pohybovali v rozmedzí 1,2 až 1,7 µg/l, resp. v dvoch vzorkovacích kolách úplne absentovali (koncentrácie pod medzu detekcie).

V zdrojovej oblasti (areál chemickej čistiarne) boli v období 2016-2022 v podzemnej vode zaznamenané zvýšené koncentrácie nad ID resp. IT kritériá v ukazovateli **PCE**. Dosiahnuté koncentrácie PCE sa v jednotlivých vrtoch v zdrojovej oblasti pohybovali v rozpätí:

- VN258-1 (HGP-1): 7,5 až 24,8 µg/l (priemer za sledované obdobie 14,41 µg/l)
- VN258-2 (HGP-2): 2,9 až 28,5 µg/l (priemer za sledované obdobie 17,60 µg/l)
- VO258-3 (studňa S-1) 6,2 až 16,60 µg/l (priemer za sledované obdobie 11,44 µg/l).

Lokálne boli zaznamenané koncentrácie nad ID v ukazovateli **vinylchlorid** vo vrte VN258-1/HGV-1 v snímke z 09/2021 (s koncentráciou 5,90 µg/l) a vo vrte VN258-2/HGP-2 v snímke z 10/2018 (s koncentráciou 5,50 µg/l) – pozri tab. 10.

V indikačnej oblasti reprezentovanej vrtmi VN258-3,4,5 a vrtom VO258-2 situovanými juhovýchodne, lokálne JJV od riešeného územia boli zaznamenané taktiež prevažne zvýšené koncentrácie nad ID resp. IT kritériá u ukazovateľa **PCE**.

Dosiahnuté koncentrácie PCE sa v jednotlivých vrtoch pohybovali v rozpätí:

- VN258-3 (HGV-3): 1,3 až 39,4 µg/l (priemer za sledované obdobie 10,44 µg/l)
- VN258-4 (HGV-4): 46,3 až 385 µg/l (priemer za sledované obdobie 207,61 µg/l)
- VN258-5 (HGV-5) 2,4 až 10,6 µg/l (priemer za sledované obdobie 7,29 µg/l)
- VO258-2 (HGP-2) 2,7 až 3,8 µg/l (priemer za sledované obdobie 3,25 µg/l).

Občasne boli zaznamenané koncentrácie nad ID ešte v ukazovateli **chloridy** vo vrte VN258-4 (HGV-4) v snímke z 04/2018 (s koncentráciou 170 mg/l). V tom istom vrte (HGV-4) boli občasne (09/2020) zaznamenané zvýšené koncentrácie aj u ukazovateľa PAU (>ID), konkrétne vo formách benzo(k)fluorantén a benzo(g,h,i)perylén, s koncentráciami 0,17 µg/l a nad IT kritériá vo formách benzo(a)pyrén (0,27 µg/l) a ideno(1,2,3-c,d)pyrén -0,26 µg/l. Následné vzorkovania v rokoch 2021 a 2022 už uvedené nárasty PAU nepotvrdili – pozri tab. 10.

6. POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

6.1. METODIKA A POSTUP REALIZOVANÝCH PRÁČ

Metodika riešenia vyplývala z cieľa geologickej úlohy, ktorým bolo vykonať doplnkový prieskum v mieste potvrdenej environmentálnej záťaže v rozsahu, ktorý umožní:

- 1) overiť aktuálny stav znečistenia podzemnej i povrchovej vody, v miestach povolených súčasným majiteľom i horninového prostredia, zemín a pôdneho vzduchu a v zmysle dosiahnutých výsledkov upresniť šírenie znečistenia v mieste potvrdenej environmentálnej záťaže,
- 2) identifikovať súčasné ohniská/sekundárne zdroje kontaminácie, existujúce a potenciálne receptory, ako aj mechanizmus šírenia sa znečistenia,
- 3) analyzovať a vyhodnotiť riziko (v prípade preukázania závažného znečistenia v území),
- 4) vypracovať štúdiu uskutočniteľnosti sanácie (v prípade preukázania environmentálneho/zdravotného rizika v území),
- 5) doplniť vybudovaný monitorovací systém kvality podzemných vôd v skúmanej lokalite.

V rámci doplnkového geologického prieskumu životného prostredia boli realizované tieto geologické práce v nasledovnom časovom slede:

- **geologické činnosti** obsahovali: vybavenie vstupov na pozemky a vytýčenie podzemných inžinierskych sietí; sled, riadenie a koordináciu; dokumentáciu, vyhodnotenie výsledkov, vypracovanie záverečnej správy s analýzou rizika;
- **technické práce** - pozostávali z úpravy terénu pre vrty, prieskumných - mapovacích, hydrogeologických vrtov;
- **terénne merania** - pozostávali z atmogeochemických meraní, z geodetických zameraní geologických diel a odborných miest vzoriek, z meraní základných parametrov vody, režimových meraní hladín podzemnej a povrchovej vody;
- **vzorkovacie práce** - zahŕňali odbory vzoriek zemín - horninového prostredia, vrátane materiálu z konštrukcií budov, ďalej pôdneho vzduchu, podzemnej a povrchovej vody, z organoleptických skúšok znečistenia zemín a vody;
- **laboratórne práce** - pozostávali z analytických rozborov vzoriek zemín a stavebných konštrukcií (v natívnej vzorke aj vo vodnom výluhu), vzoriek podzemnej a povrchovej vody a pôdneho vzduchu.

6.1.1 Časová nadväznosť a etapovitosť realizovaných prác

V úvodnej etape (fáza I.) – november-december 2022 bolo v záujmovom území zrealizovaných

a) **5 ks monitorovacích vrtov** s označením ST-1,2,3,4,6 ako zabudované hydrogeologické objekty (PVC, Ø 110 mm) do celkovej hĺbky 12,0-16,7 m s celkovou metrážou 73,7 bm.

b) **1 mapovací vrt** (ST-5 do hĺbky 14,0 m p.t.)

Následne boli odobraté vzorky podzemnej vody z existujúcich vrtov a studne situovanej priamo v areáli čistiarní (HGP-1, HGP-2 a studne S-1) + existujúcich vrtov a studne v okolí areálu, v smere prúdenia podzemnej vody (HGV-5, HGP-2, HGV-3, HGV-4 a studne S-2).

Atmogeochemický prieskum bol na lokalite vykonaný v mesiaci november 2022. V území boli zrealizované zarážané plynometrické sondy v počte 17 ks, ďalšie merania boli realizované priamo vo vrtoch ST-2 a ST-5 (označenie plynometrických sond AT-1 až AT-19).

Výskyt a rozsah znečistenia bol sledovaný v rámci záujmovej oblasti celkom v 5-tich hodnotených médiách (podzemná a povrchová voda, horninové prostredie-zeminy, stavebné konštrukcie, pôdny vzduch).

Zo všetkých realizovaných vrtov boli odobraté vzorky zemín a následne aj vzorky podzemných vôd (po dynamickom začerpaní) na kvalitatívne zhodnotenie. Okrem toho bola v 1. fáze vzorkovaná povrchová voda z vodnej nádrže Štrkovecké a Ružinovské jazero.

Za účelom zhodnotenia kvality podzemnej vody a upresnenia šírenia znečistenia a povrchovej vody boli v záujmovom území zrealizované 3 geochemické snímky:

Fáza I. – prieskumná - XI-XII/2022 (1.kolo vzorkovania) – realizácia a odber vzoriek z 5 monitorovacích vrtov (ST-1,2,3,4,6) a mapovacieho vrtu (ST-5) + vzorkovanie podzemných vôd na vybraných existujúcich vrtoch (HGV-1 až HGV-5, HGP-2) a studniach (S-1,2), vzorkovanie povrchových vôd (jazero Štrkovec a Ružinovské jazero), odber vzoriek pôdneho vzduchu.

Fáza II. – monitorovania 02-03/2023

- **01.-02.2.2023** (2.kolo vzorkovania) - na základe výsledkov analýz podzemnej vody z fázy I. bol v 2.kole vzorkovania zopakovaný rozsah sond vo fáze I., ktorý bol rozšírený o ďalšie vzorkovacie objekty za účelom upresnenia šírenia sa znečistenia v podzemnej vode. V danom kole boli využité ďalšie už existujúce vrty pozorovacej siete SHMÚ (č.711,716 a 1343) + vrty HGP-1 a HGC-1. Okrem

toho boli odobraté zmesové vzorky stavebných konštrukcií a realizovaný ďalší odber vzorky zo Štrkoveckého jazera.

- 10.-13.3.2023 (3.kolo vzorkovania) – realizovaný kontrolný odber z vrtov ST-2, ST-3, HGV-4 a HGP-1 (pre overenie miery znečistenia v dosahu kontaminačného oblaku).

Mapa dokumentačných bodov v rámci jednotlivých vzorkovaných médií je súčasťou graf.prílohy č. 4. Etapovitost realizovaných prieskumných prác v záujmovej lokalite prehľadne podáva tab. 11:

Tab.11: Etapovitost prieskumných prác

etapa	dátum realizácie	Realizované práce	Charakteristika prieskumných prác
Fáza I. prieskumná	21.11. až 05.12.2022	Vrtné práce	realizácia hydrogeologických (monitorovacích) a mapovacieho vrtu
		Vzorkovacie práce	- odber vzoriek zemín - odber vzoriek podzemných vôd - odber vzoriek povrchovej vody (z vodných plôch) - odber vzoriek pôdneho vzduchu
		Terénne merania	- atmogeochemické merania - organoleptické skúšky na zeminách - organoleptické skúšky podzemných vôd - organoleptické skúšky povrchovej vody - základné parametre vôd - režimové meranie hladín podzemnej vody a hladiny v jazerách
		Geodetické práce	- zameranie odmerných bodov
		Laboratórne práce	- zeminy, podzemné vody, povrchová voda, pôdny vzduch
Fáza II. – monitorovacia			
monitoring 2.kolo	01.02. - 02.2.2023	Vzorkovacie práce	- odber vzoriek podzemných vôd - odber vzoriek povrchovej vody - odber vzoriek zo stavebných konštrukcií
		Terénne merania	- organoleptické skúšky podzemných vôd, a povrchovej vody - základné parametre vôd - režimové meranie hladín podzemnej vody
		Laboratórne práce	- podzemné vody, povrchová voda, stavebné konštrukcie
monitoring 3.kolo	10.2-13.2.2023	Vzorkovacie práce	- odber vzoriek podzemných vôd
		Terénne merania	- organoleptické skúšky podzemných vôd - základné parametre vôd - režimové meranie hladín podzemnej vody
		Laboratórne práce	- podzemné vody

6.2. GEOLOGICKÉ ČINNOSTI

Pozostávali z :

- riešenia stretov záujmov - vybavenia vstupov na pozemky a vytýčenia inžinierskych sietí
Zahrňali povolenie vstupov a vytýčenie inžinierskych sietí v mieste realizácie prieskumných diel.
- sledu, riadenia, koordinácie geologických prác a geologickej dokumentácie
Zahrňali všetky výkony riešiteľského kolektívu - technické, vzorkovacie, meračské, laboratórne a iné práce. Pri riešení geologickej úlohy sa priebežne kontrolovalo, či je dosiahnuteľný cieľ úlohy, či projektované riešenie geologickej úlohy je v súlade s výsledkami zistenými geologickými prácami a či projektované metodické postupy a práce vyhovujú podmienkam uvedeným v projekte geologickej úlohy.

- dokumentácie, vyhodnotenia výsledkov a vypracovania záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia

Všetky realizované práce boli zdokumentované, zapísané do patričných záznamov, protokolov a denníka.

➤ Výsledky laboratórnych analýz horninového prostredia, podzemnej vody a orientačne aj povrchovej vody boli posúdené v zmysle smernice MŽP SR č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia (ďalej len *smernica MŽP SR č. 1/2015-7*). Táto rozoznáva ID kritérium a IT kritérium.

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.

➤ Výsledky analýz stavebných konštrukcií (v natívnej vzorke a vodnom výluhu) odobratých z budov v riešenom území boli posúdené aj v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 382/2018 Z. z. o skládkovaní odpadov a o uskladnení odpadovej ortuti (ďalej len *vyhláška č. 382/2018 Z. z.*). Uvedená vyhláška vo svojej prílohe č. 1 uvádza kritériá pre prijímanie odpadov na skládky odpadov, medzi nimi i limitné hodnoty ukazovateľov vo výluhu i v natívnej vzorke pre jednotlivé triedy skládok odpadov.

➤ Výsledky laboratórnych rozborov odobratých vzoriek z **povrchovej vody** boli posúdené v zmysle Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd (ďalej len *NV č. 269/2010 Z. z.*). Uvedené nariadenie vo svojej prílohe č. 1 uvádza požiadavky na kvalitu povrchovej vody.

➤ Výsledky analýz **pôdneho vzduchu** boli vyhodnotené v zmysle Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a MŽP SR z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie (ďalej len *Pokyn č. 1617/97*).

Pokyn č. 1617/97 rozoznáva ukazovatele a normatívy znečistenia pôdneho vzduchu v nasledujúcich kategóriách:

- a) fónové hodnoty, charakterizujúce približne ich prírodné obsahy, prípadne dohodnuté hodnoty požadovanej medze citlivosti analytického stanovenia (**kategória A**),
- b) medzné koncentrácie ukazovateľov, ktorých dosiahnutie vyžaduje geologické práce s cieľom vysvetliť pôvod, či zdroj znečistenia (**kategória B**),
- c) medzné koncentrácie, ktoré vyžadujú asanačný zásah, ak je preukázané riziko migrácie znečistenia do okolia a možnosť poškodenia ďalších zložiek životného prostredia (**kategória C**).

➤ Záverečná správa s analýzou rizika znečisteného územia bola vypracovaná v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov, v zmysle vyhlášky MŽP č. 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov a smernice MŽP SR č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia.

Práce na uvedenej geologickej úlohe boli vykonané v zložení riešiteľského tímu: RNDr. Katarína Kminiaková, PhD., Mgr. Milan Kminiak, Ing. Miroslav Porubský, RNDr. Tibor Kovács, RNDr. Slavomír Mikita, Ing. Marek Kováčik.

Metodika prác vychádzala z požiadaviek na geologický prieskum životného prostredia podľa geologického zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších

predpisov a vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov, zohľadňuje ustanovenia zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Metodicky boli zohľadnené ustanovenia Smernice MŽP SR č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Výkon prác sa realizoval v zmysle príslušných technických noriem.

Vybudovanie monitorovacieho systému kvality podzemnej vody rešpektovalo požiadavky normy:

- STN ISO 5667-22: 2012 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 22: Pokyny na navrhovanie a inštaláciu monitorovacích bodov podzemnej vody.

Pri vykonávaní geologických prác technického charakteru bolo potrebné sa riadiť všeobecne platnými právnymi predpismi zabezpečujúcimi ochranu jednotlivých zložiek životného prostredia. Ide predovšetkým o dodržiavanie ustanovení nasledujúcich predpisov:

- Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov,
- Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene a doplnení zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) v znení neskorších predpisov,
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 200/2018 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o zaobchádzaní so znečisťujúcimi látkami, o náležitostiach havarijného plánu a o postupe pri riešení mimoriadneho zhoršenia vôd,
- Zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- Vyhláška MŽP SR č. 382/2018 Z. z. o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortuti.

6.3 TECHNICKÉ PRÁCE

6.3.1 Vrtné práce

Terénne geologické práce boli vykonané na lokalite v období 21.11.2022 - 05.12.2022. Vrtné práce boli realizované vrtnou súpravou HVS-497 na podvozku MAN, metódou jadrového vrtania, s priemerom vrtania 156-137 mm, pod vedením vrtmajstra p.Hrnčíka.

Vrty boli v rámci hodnoteného územia situované po obvode areálu čistiarní (monitorovacie vrty ST-1,2,6, mapovací vrt ST-5) a v širšom okolí v smere prúdenia podzemnej vody (monitorovacie vrty ST-3,4). Vrty boli situované s ohľadom na vlastnícke vzťahy, zastavanosť územia, ako i trasovanie existujúcich inžinierskych sietí. Situovanie vrtov je zrejmé z grafickej prílohy č. 4 (Mapa dokumentačných bodov).

Hĺbka vrtov bola projektovaná do neogénneho podložia. Vzhľadom na zistenú heterogenitu neogénneho podložia v riešenom území sa hĺbka vrtov pohybovala v rozmedzí 12,0 až 16,7 m p.t. Celkovú bilanciu vrtných prác s ich technickými parametrami podáva tab. 12a,b. Geologická dokumentácia monitorovacích vrtov je uvedená v grafickej prílohe 8A, dokumentácia mapovacích vrtov grafickej prílohe 8B. Geologickú dokumentáciu využitých archívnych vrtov uvádzame grafickej prílohe č. 9.

Realizované vrty boli mimo vrtu ST-5, pre možnosť viacnásobného monitoringu podzemných vôd zabudované ako hydrogeologické objekty. Ako výstroj vrtu sa použila hladká a perforovaná PVC rúra Ø110 mm - vid' tab. 12a. Bázu monitorovacieho vrtu tvorí kalník. Pre obsyp bol použitý triedený štrk frakcie 4-8 mm. V povrchovej zóne bolo použité ílové tesnenie spolu s bentonitom. Na žiadosť súčasných majiteľov dotknutých pozemkov boli všetky monitorovacie vrty ukončené v úrovni terénu a opatrené pojazdným poklopom. Po zabudovaní boli všetky vrty prečistené odkalovaním. Protokoly o zabezpečení a udržiavaní geologických diel sú súčasťou textovej prílohy č. 4.

Po vyhlásení prieskumného diela, spracovaní prvej geologickej dokumentácie, odbere požadovaných vzoriek zemín, podzemnej vody bol mapovací vrt ST-5 zlikvidovaný záhozom z vyťažných zemín. Prebytočná zemina vrtného výnosu (charakteru nie nebezpečného odpadu) bola zneškodnená oprávnenou organizáciou (BEST Servis s.r.o.) v množstve cca 2 t.

Spracovanie prvej geologickej dokumentácie zabezpečili Mgr. Milan Kminiak a RNDr. Katarína Kminiaková - riešitelia geologickej úlohy. Protokoly o likvidácii geologických diel sú súčasťou textovej prílohy č. 5.

Tab. 12a : Technické parametre a rozsah realizovaných monitorovacích vrtov ST-1,2,3,4,6

Označenie HG objektu	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-6
Dátum realizácie	22.11.2022	21.11.2022	5.12.2022	24.11.2022	23.11.2022
celková hĺbka m p.t.	16,7	14,0	12,0	14,5	16,5
perforácia (úsek v m)	3,5-14,8	2,5-12,5	3,0-10,0	3,0-13,5	4,0-15,5
plná pažnica PVC (úsek v m)	0,0-3,5	0,0-2,5	0,0-3,0	0,0-3,0	0,0-4,0
kalník (úsek v m)	14,8-15,8	12,5-14,0	10,0-12,0	13,5-14,5	15,5-16,5
betón	0,0-0,4	0,0-0,4	0,0-0,4m	0,0-0,4m	0,0-0,4m
Bentonit	0,4-1,4m	0,4-1,4m	0,4-1,4m	0,4-1,4m	0,4-1,4m
íl	1,0-3,5m	1,0-2,5m	1,0-3,0m	1,0-3,0m	1,0-4,0m
obsyp (štrčík fr.4-8 mm)	3,5-14,9m	2,5-12,3m	3,0-10,7m	3,0-14,1m	4,0-15,9m

celkom 73,7 bm

Tab. 12b : Základné technické údaje mapovacieho vrtu ST-5

Označenie vrtu	Hĺbka vrtu (m)	Vŕtanie		
		Druh vŕtania	Priemer vŕtania (mm)	Hĺbkový interval
ST-5	14,0	jadrové	137-156	0-14

Celkom 14bm

Tab.13: Rekapitulácia vrtných prác a zneškodnenia odpadov

Technické vrtné práce		Celkový zrealizovaný výkon
Prieskumné mapovacie vrty	bm	14
Hydrogeologické (monitorovacie vrty)	bm	121,5
Zneškodnenie odpadov	t	2,0



Obr.11a: Vrtne práce – prieskumná sonda ST-5 (situovaná v areáli čistiarní)



Obr.11b: Vrtne práce – prieskumná sonda ST-4 (situovaná v blízkosti Štrkoveckého jazera)

Zarážané sondy

- boli realizované v počte 17 ks pre účely atmogeochemických meraní a odberu vzoriek pôdneho vzduchu (6 ks). Sondy boli realizované zarážaním oceľového sútyčia ($\varnothing$ 40 mm) do hĺbkovej úrovne cca 0,8 m p.t. - bližšie viď kapit. 7.1.2.4. Dve atmogeochemické merania boli zrealizované priamo vo vrtoch ST-2 a ST-5, ktoré boli plynutesne uzavreté.

Hydrodynamické skúšky

V danej etape na predmetnej úlohe neboli zrealizované hydrodynamické skúšky. Údaje o koeficientoch filtrácie a prietochnosti zvodneného kolektora boli prevzaté z archívnych prieskumných prác realizovaných priamo v riešenom území a jeho okolí (Urban, O. et al., 2015; Šarlayová, M., 1972; Haviarová, E., 1973; Žabka, J., 1985; Dulovičová, K., 1988; Kertész, A., 1989; Némethyová, M., 2010 - viď v kapit. 4.4, tab. 7.3 a 7.4).

6.4 Vzorkovacie práce a terénne merania

Odber vzoriek zemín, povrchovej, podzemnej vody, pôdneho vzduchu bol vzhľadom na výsledky predchádzajúcich geologických prieskumov zameraný na zistenie obsahov chlórovaných uhľovodíkov (CIU) v dotknutých zložkách životného prostredia. Bol podriadený projektovaným úrovňam odberu, reflektoval však na reálne geologické pomery a najmä na potvrdenú prítomnosť znečistenia v skúmaných zložkách životného prostredia. Každá odobratá vzorka zeminy, podzemnej vody a povrchovej vody bola organolepticky zhodnotená. Hodnotený bol vzhľad vzorky a zápach po znečisťujúcich látkach. Odborné miesta vzoriek v jednotlivých médiách sú zobrazené v grafickej prílohe č. 4.

Druh sledovaných znečisťujúcich látok vychádzal z činností, ktoré boli v skúmanom území v minulosti (sčasti aj v súčasnom období) vykonávané a dôsledkom ktorých bola lokalita zaradená do registra B (potvrdená EZ). Vzhľadom na charakter potvrdených znečisťujúcich látok v riešenom území (Urban, O. et al., 2015, monitoring podzemných vôd ŠGÚDŠ 2016-2022) bol v hodnotených zložkách očakávaný výskyt prednostne znečisťujúcich látok zo skupiny chlórovaných uhľovodíkov. V rámci riešenia úlohy bolo vzorkovanie zemín, podzemných a povrchových vôd a stavebných konštrukcií zamerané na:

- látky organického pôvodu – CIU, NEL-IR, C₁₀-C₄₀, PAU, BTEX,
- kovy a anorganické látky – As, Cr_{celk.}, Cd, Cu, Pb, Mn, Fe_{celk.}, Fe³⁺, sulfidy, TOC, KNK_{4,5}, KNK_{8,3}, NO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₂⁻,

Vzorkovacie práce zahŕňali odbery vzoriek zemín, vrátane stavebných konštrukcií, ďalej podzemných, povrchových vôd a pôdneho vzduchu. Boli realizované pracovníkmi fy AQUIFER s.r.o.

Odbery vzoriek vody boli z kvalitatívneho hľadiska vykonávané v súlade s požiadavkami noriem:

- STN ISO 5667-6: 2007 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber vzoriek z riek a potokov,
- STN ISO 5667-11: 2010 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd,
- STN ISO 5667-14: 2000 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 14: Pokyny na zabezpečenie kvality pri odbere environmentálnych vzoriek vody a manipulácii s nimi,

Terénne merania a organoleptické skúšky vody boli vykonávané v súlade s požiadavkami noriem:

- STN EN ISO 7027: 2001 (75 7361) Kvalita vody. Stanovenie zákalu,
- STN EN 27888: 1998 (75 7362) Kvalita vody. Stanovenie elektrolytickej vodivosti,
- STN EN ISO 7887: 2012 (75 7363) Kvalita vody. Skúšanie a stanovenie farby,
- STN 75 7375: 2007 Kvalita vody. Stanovenie teploty.

6.4.1 Vzorkovanie zemín

Vzorkovanie zemín bolo realizované za účelom:

A) základných popisných a klasifikačných charakteristík zemín (v zmysle STN 72 1001)

B) posúdenia miery prípadného znečistenia horninového prostredia.

A). Za účelom bližšej inžinierskogeologickej špecifikácie horninového podložia bolo v záujmovom území odobratých celkom **11 ks vzoriek zemín**, so zastúpením týchto litologických typov zemín:

Súdržné zeminy

- Silty piesčité (MS) triedy F3 n = 1 vzorka,
- Silty s nízkou plasticitou (ML) triedy F5 n = 1 vzorka,
- Íly so strednou plasticitou (CI) triedy F6 n = 1 vzorka,
- Silty s vysokou plasticitou (MH) triedy F7 n = 1 vzorka,

Nesúdržné zeminy

- Piesky s prímесou jemnej zeminy (S-F) triedy S3 n = 2 vzorky,
- Štrky s prímесou jemnej zeminy (G-F) triedy G3 n = 5 vzoriek.

B1). Za účelom stanovenia miery prípadnej plošnej a hĺbkovej kontaminácie zemín

bolo odobratých počas vrtných prác celkom **31 ks** vzoriek. Kvalita zemín bola sledovaná v povrchovom i hĺbkovom horizonte (v členení na biologickú kontaktnú zónu/pásmo prevzdušnenia a nasýtenia). Odber zemín bol realizovaný na základe predchádzajúceho senzorického posúdenia (vzhľad, pach), zdokumentovaného litologického charakteru, pričom zohľadnené boli aj vlastnosti prípadných kontaminantov – BTEX a chlórovaných uhľovodíkov.

Odber vzoriek zemín (horninového prostredia)

Vzorky boli odoberané z vrtných jadier, bezprostredne po ich odvrtaní, ako zmesové vzorky z hĺbkového intervalu určeného riešiteľom na lokalite (metódou kvartovania). Súčasťou odberu bolo senzorické hodnotenie znečistenia – zápach a vizuálne posúdenie prejavov znečistenia. Senzoricky bolo hodnotené celé vrtné jadro.

Za účelom zistenia možnej kontaminácie horninového prostredia bolo z každého vrtu odobratých 3 až 7 ks vzoriek zemín. Vzorky zemín boli odoberané z biologickej kontaktnej zóny (hĺbkový interval 0 – 2,0 m), z pásma prevzdušnenia a pásma nasýtenia (pod narazenou hladinou podzemnej vody).

Zeminy boli odoberané do sklenených vzorkovní, resp. do PE vriec (podľa typu analýz), spôsobom určeným metodickým postupom pre stanovenie konkrétnych parametrov. Následne vzduchotesne uzavreté a bezodkladne prepravené do zmluvného akreditovaného laboratória v prenosných chladiacich boxoch. Označené boli relevantnými údajmi (názov vzorky, miesto odberu, dátum odberu).

Sumárny rozsah vykonaných odberov vzoriek zemín z monitorovacích a mapovacieho vrtu udávame v tabuľke č.14.

Tab.14: Rozsah vykonaných odberov a rozsah stanovení vzoriek zemín (monitorovacie a mapovacie vrtu)

Zeminy	Zeminy (Fáza I.) 11-12/2022
A) natívne vzorky	
NEL-IR	5 ks
C ₁₀ -C ₄₀	1 ks
As, Cr _{celk.} , Cd, Cu, Pb, NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , Σ PAU	2 ks
As, Cr _{celk.} , Cd, Cu, Pb, NEL-IR	4 ks
Σ PAU	3 ks
NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , PAU	1 ks
CLU+BTEX	14 ks
BTEX	1 ks
Celkom odobratých vzoriek zemín	31 ks

B2) Mimo vrtných diel boli odobraté i vzorky stavebných konštrukcií:

a) Priamo v areáli čistiarní boli odobraté aj **2 vzorky** základových konštrukcií chemickej čistiarne (vzorka S-1) a bývalého objektu údržby (vzorka S-2). Pomocou sekáča a kladiva sa otlkla časť stavebnej konštrukcie z plochy vymedzenej na vzorkovanie. Odštiepky stavebnej konštrukcie boli pomocou lopatky premiestnené do vzorkovnice. Miesta odberu vzoriek stavebných konštrukcií udávame prehľadne v grafickej prílohe č. 4a.

Tab.15: Rozsah vykonaných odberov vzoriek stavebných konštrukcií

Stavebné konštrukcie	stavebné konštrukcie (Fáza II.) 01.02.-02.02./2023
Natívna vzorka a vodný výluh	
Natívna vzorka - C ₁₀ -C ₄₀ , kovy (As, Cd, Ni, Pb, Hg), ClU, BTEX, Σ PAU Vodný výluh – Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , kovy (As, Cr _{celk.} , Cd, Ni, Pb, Zn)	2 ks
Celkom odobratých vzoriek zemín	2 ks

Zhrnutím možno konštatovať, že v rámci doplnkového geologického prieskumu bolo odobratých celkom 33 vzoriek zemín pre chemické analýzy a 11ks vzoriek zemín pre analýzy pôdnej mechaniky, t.j. celkom bolo odobratých 44 ks vzoriek zemín a stavebných konštrukcií.

6.4.2 Vzorkovanie podzemnej a povrchovej vody

Odber vzoriek podzemnej vody a terénne merania jej vlastností

Program vzorkovania podzemnej vody vychádzal z nasledovných noriem:

STN EN ISO 5667-1 Kvalita vody, odber vzoriek. Časť 1: Pokyny na návrhy programov odberu vzoriek a techniky odberu vzoriek.

STN EN ISO 5667-3 Kvalita vody, odber vzoriek. Časť 3: Pokyny na konzerváciu vzoriek vody a manipulácia s nimi.

STN EN ISO 5667-11 Kvalita vody, odber vzoriek. Časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd.

STN EN ISO 5667-18 Kvalita vody, odber vzoriek. Časť 18: Pokyny na odber vzoriek podzemnej vody zo znečistených lokalít.

Postup vzorkovania

Pred príchodom na vzorkovanú lokalitu bol vypracovaný plán vzorkovacích prác, ktorý obsahoval postupnosť vykonávaných prác. V prvom rade boli pripravené protokoly o odbere vzorky vypracované v zmysle STN EN ISO 5667-11 a 18 a situačná mapka umiestnenia vzorkovaných objektov. Veľká pozornosť bola venovaná zabráneniu prenosu znečistenia a ovplyvnenia kvality vzorky vody vzorkovacou technikou. Z tohto dôvodu vzorkovacie práce začínali u najmenej znečisteného vzorkovacieho objektu v danej lokalite (podľa výsledkov predchádzajúcich prác a senzorického hodnotenia počas vrtných prác). Samotný odber vzorky vody z vrtu pozostával z nasledujúcich činností:

- otvorenie vrtu
- zameranie hĺbky hladiny podzemnej vody elektrokontaktným hladinomerom
- zameranie hĺbky vrtu elektrokontaktným hladinomerom
- zapustenie vzorkovacieho čerpadla do vrtu – pre odber chlórovaných uhlíkovodíkov čo najbližšie ku dnu vrtu, po odbere bolo čerpadlo povytiahnuté cca 10 cm pod hladinu a boli odobraté vzorky na stanovenie NEL a uhlíkovodíkový index, BTEX, kontrolne i ClU
- čerpanie s minimálnou výdatnosťou (max. 0,1 l/s) a s minimálnym znížením hladiny vody vo vrte
- na začiatku čerpania bolo vykonané senzorické hodnotenie znečistenia vody, najmä hodnotenie zápachu a sfarbenia
- počas čerpania boli v prietochnej uzatvorenej nádobe merané základné parametre vody

(teplota, pH, vodivosť, Eh, O₂)

- čerpanie trvalo do ustálenia meraných parametrov, resp. po zabezpečení minim. 3-násobnej výmeny objemu vody vo vrte
- vzorky boli odoberané priamo do vzorkovník tak, aby kontakt vody so vzduchom bol minimálny - prírodná hadica sa zasunula až na dno vzorkovnice, prvá časť vzorky pretiekla a tak sa odstránila časť vzorky, ktorá prišla do kontaktu so vzduchom. Úplne naplnená vzorkovacia fľaša bez vzduchových bublín sa pevne uzatvorila zátkou.
- vzorkovnice dodalo analytické laboratórium. Pred naplnením vzorkovník boli prázdne vzorkovnice riadne označené - bolo zaznamenané miesto odberu, dátum odberu, požadované stanovenia a označenie.
- naplnené a dobre uzatvorené vzorkovnice boli ihneď ukladané do prenosných chladiacich boxov a pri teplote cca 10 °C dopravené do laboratória (do 24 hodín).
- po ukončení vzorkovania na každom vrte bola čerpacia technika riadne dekontaminovaná formou preplachu.

Podzemná voda

Vzorky podzemnej vody boli odoberané zo všetkých novovybudovaných objektov (ST-1 až ST-6), ďalej za účelom overenia rozsahu znečistenia a šírenia znečistenia podzemnou vodou boli využité i existujúce vrty a studne situované priamo v areáli čistiarní a jeho blízkom i širšom okolí. Z existujúcich vrtov boli konkrétne využité tieto :

- v areáli pracovne : HGV-1, HGV-2, S-1
- v blízkom okolí : HGV-3, HGV-4, HGV-5, domová studňa S-2, HGP-2
- v širšom okolí : sondy SHMU č.1343, 711, HGP-1, 716 a HGC-1.

Situovanie vrtov zrealizovaných v súčasnej etape (ST-1,2,3,5,4,6), ako aj existujúcich hydrogeologických objektov v areáli čistiarní a jeho blízkom a širšom okolí podávame v graf. prílohe 4b.

Vzorky podzemných vôd boli z monitorovacích vrtov odoberané po dynamickom začerpaní nízkoprietokovým čerpadlom Gigant (až do ustálenia fyzikálnych parametrov : pH, vodivosť, teplota, Eh).



Obr.11c: Odber vzoriek podzemnej vody dynamickým začerpaním+ terénne merania prístrojom WTW (existujúci monitorovací vrt HGV-5)

Odbery z vrtov/studní boli v závislosti od charakteru sledovaných ukazovateľov kvality realizované zonálne, tzn. v niektorých prípadoch z 2 až 3 hĺbkových úrovní. Konkrétne: vzorka pre ukazovatele NEI-IR, C₁₀-C₄₀, BTEX cca 0,2-0,3 m pod hladinou podzemnej vody, v prípade parametrov kovy, TOC, PAU, anorganických látok a makroprvkov zo strednej časti vodného stĺpca a v prípade odberu vzorky pre obsah chlórovaných uhlíkovodíkov z bázy vrtov.

V záujmovom území boli vody vzorkované počas 2 fáz : I. (**prieskumnej**) v období november - december 2022 a II. (**monitorovacej**), ktorá pozostávala z dvoch vzorkovacích kôl

a) 01.02. až 02.02.2023

b) 10.02. až 13.02. 2023.

Celkom bolo fázou odobratých 75 ks vzoriek podzemných vôd – bližšie pozri tab. 16a,b,c.

Zoznam vzoriek podzemnej vody spolu s dosiahnutými výsledkami uvádzame v tabuľkovom spracovaní – kapit. 7.1.2.2.

V1.kole vzorkovania (prieskumná fáza) bola kvalita podzemnej vody sledovaná na 13-tich objektoch: v areáli (ST-1,2,6) a jeho okolí (ST-3,4), mapovacej sonde ST-5 + existujúcich vrtoch v areáli : HGV-1 a HGV-2, HGP-2, studňa S-1 + existujúcich vrtoch v okolí : HGV-3 až HGV-5 + domová studňa S-2 – pozri tab.16a.

Tab.16a: Rozsah odobratých vzoriek podzemnej vody – fáza č.1 (1. kolo) monitorovacie a mapovací vrt a existujúce studne

Podzemné vody	monitorovacie a mapovacia sonda (ST-1 až ST-6)	existujúce vrty (HGV-1 až HGV-5, a HGP-2) v areáli + okolí	existujúce studne (S-1, S-2)
NEL-IR	2 ks	1 ks	-
NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀	3 ks	-	-
CLU+BTEX (vrchná časť zvodne)	5 ks	6 ks	2 ks
CLU+BTEX (báza zvodne)	6 ks	6 ks	1 ks
kovy (As, Cr _{celk.} , Cd, Cu, Pb), Mn, Fe _{celk.}	3 ks	1 ks	-
NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻	3 ks	1 ks	-
Σ PAU,	3 ks	1 ks	-
Spolu :	25 ks	16 ks	3 ks
Celkom odobratých vzoriek podzemnej vody		44 ks	

V2.kole vzorkovania bola kvalita podzemnej vody sledovaná opätovne v monitorovacích vrtoch z 1.etapy (ST-1,2,3,4,6, HGV-1 až HGV-5, HGP-2, S-2), pričom do vzorkovania vôd boli zapojené i objekty v širšom okolí, za účelom ohraničenia kontaminačného oblaku (sondy SHMU č.1343,711,716, HGC-1) + sonda HGP-1 (v areáli spojenej školy), t.j. celkom na 17-tich objektoch.

Tab.16b: Rozsah odobratých vzoriek podzemnej vody – fáza č.2 (2. kolo) – monitorovacie vrty a existujúce vrty a studne

Podzemné vody	monitorovacie vrty (ST-1,2,3,4,6)	existujúce vrty v areáli a okolí (HGV-1 až HGV-5, a HGP-2, HGC-1, SHMÚ-1343, SHMÚ-711 a SHMÚ-716)	existujúce studne (S-2)
CLU+BTEX	5 ks	11 ks	1 ks
NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₂ ⁻ , Mn, Fe _{celk.} , Fe ³⁺ , sulfidy, TOC, KNK _{4,5} a KNK _{8,3}	4 ks	2 ks	-
Spolu :	9 ks	13 ks	1 ks
Celkom odobratých vzoriek podzemnej vody		23 ks	

3.kolo vzorkovania bolo zamerané už len na vrty s výraznejším prejavom znečistenia PCE - 3 ks (sonda ST-2 + v smere prúdenia podzemnej vody za areálom sondy ST-3 a HGP-1), ako aj vzhľadom na rozkvy koncentračných úrovní v týchto vrtoch počas 1. a 2.kola monitoringu – pozri tab. 16c.

Tab.16c: Rozsah odobratých vzoriek podzemnej vody – fáza č.2 (3. kolo) – monitorovacie a existujúce vrty

Podzemné vody	monitorovacie vrty (ST-2,3)	existujúce vrty (HGV-4, HGP-1,)
CLU+BTEX (vrchná časť zvodne)	2 ks	2 ks
CLU+BTEX (báza zvodne)	2 ks	2 ks
Spolu :	4 ks	4 ks
Celkom odobratých vzoriek podzemnej vody		8 ks

Spolu počet odobratých vzoriek podzemnej vody počas 2. fázy vzorkovania : 31 ks.

Tab.16d: Sumarizácia počtu vzoriek podzemnej vody – fáza č.1 + 2

Počet vzoriek podzemnej vody – fáza č.1	Počet vzoriek podzemnej vody – fáza č.2	Celkom (fáza č.1 + 2)
44 ks	31 ks	75 ks

Povrchová voda

V rámci I. (prieskumnej) fázy boli odobraté vzorky povrchovej vody v Štrkoveckom a Ružinovskom jazere (Rohlík). V druhom kole vzorkovania bola na potvrdenie získaných výsledkov odobratá vzorka vody už len zo Štrkoveckého jazera. Vzorky boli odoberané staticky pomocou odberného valca.

Celkovo boli v záujmovom území odobraté počas 1. a 2. fázy **3 ks** vzoriek povrchových vôd. Situovanie odberných miest povrchového toku podávame v graf.prílohe 4. Zoznam vzoriek povrchovej vody spolu s dosiahnutými výsledkami uvádzame v tabuľkovom spracovaní v kapit. 7.1.2.3.

Odber vzoriek povrchových vôd v jednotlivých fázach prieskumných prác, spolu s rozsahmi sledovaných ukazovateľov kvality udávame v tab. 17.

Tab.17 : Počet odobratých vzoriek povrchovej vody s rozsahom sledovaných ukazovateľov kvality

Povrchové vody	Fáza I. – prieskumná (1. kolo)	Fáza II. – monitorovacia (2. kolo)
CLU	2 ks	1 ks
Celkom odobratých vzoriek povrchovej vody	3 ks	

Počas prieskumných prác v období 11/2022-02/2023 bolo odobratých celkom 78 ks vzoriek podzemnej a povrchovej vody.

6.4.3 Vzorkovanie pôdneho vzduchu

Na zistenie prítomnosti a distribúcie obsahu prchavých organických látok v pôdnom vzduchu boli v I. (prieskumnej) fáze použité metódy atmogeochemickej analýzy pomocou prístroja Ecoprobe. Vzhľadom na značnú zastavanosť areálu a prítomnosť spevnených plôch v prevažnej časti územia boli merania lokalizované do trávinatej plochy po obvode areálu, resp. lokálne i jeho centrálnej časti. Vykonaných bolo celkom **19 ks** meraní (viď. tab. 18). Situovanie odberných miest pôdneho vzduchu udávame v graf.prílohe č. 4a.

V prípade zvýšených indícií výskytu prchavých organických látok meraniami Ecoprobe (VOC, resp. skupiny celkových uhľovodíkov) boli vo vybraných prípadoch odobraté aj vzorky pôdneho vzduchu a následne analyzované v akreditovanom laboratóriu INGEO-ENVILAB s.r.o. Žilina so zreteľom na vybrané organické látky (celkové uhľovodíky, BTEX, CIU v mg.m⁻³) v celkovom počte **6 ks** - pozri tab. 18.

Vzorky pôdneho vzduchu boli odobraté pomocou čerpadla ECOPROPE do vzorkovník/trubičiek so sorbentom. Situovanie odberných miest pôdneho vzduchu je zrejme z graf.prílohy č. 4a.

Tab. 18: Atmogeochemické merania

sonda	labor. analýza A/N	sonda	labor. analýza A/N	sonda	labor. analýza A/N	sonda	labor. analýza A/N	sonda	labor. analýza A/N
AT-1	N	AT-5	N	AT-9	A	AT-13	N	AT-17	N
AT-2	N	AT-6	N	AT-10	A	AT-14	A	AT-18	A
AT-3	N	AT-7	N	AT-11	A	AT-15	N	AT-19	N
AT-4	A	AT-8	N	AT-12	N	AT-16	N		
spolu	1 ks		0 ks		3 ks		1 ks		1 ks

celkom odobratých vzoriek pôdneho vzduchu 6 ks

Vysvetlivky k tab.18: A - vzorka pôdneho vzduchu bola odobratá; N - vzorka pôdneho vzduchu nebola odobratá

6.4.4 Organoleptické skúšky znečistenia vôd a zemín

V rámci vzorkovania podzemnej vody, povrchovej vody a zemín boli vykonávané aj senzorické skúšky za účelom okamžitej identifikácie znečistenia v hodnotených zložkách životného prostredia. Organoleptickému hodnoteniu boli podrobené všetky vzorky podzemnej vody, povrchovej vody, ako aj všetky vzorky zemín (i odobratých stavebných konštrukcií). Vyhodnotenie organoleptických skúšok vo vzťahu k znečisteniu zemín a vôd podávame v kapitole 7.1.2.1 a 7.1.2.2. Komplexné údaje z organoleptických skúšok sú obsiahnuté v textovej prílohe č. 2c (zeminy, stavebné konštrukcie) a 2d (podzemnej a povrchovej vody).

V priebehu doplnkového geologického prieskumu životného prostredia bolo realizovaných 111 organoleptických skúšok (33 ks v horizonte zemín a stavebných konštrukcií a 78 ks v prípade podzemnej a povrchovej vody).

6.4.5 Režimové merania

Režimové merania pozostávali z merania hĺbky hladiny podzemnej vody v hydrogeologických objektoch a výšky hladiny vody vo vodných nádržiach (Štrkovecké a Ružinovské jazero) počas všetkých monitorovacích kôl.

Merania hladín boli vykonané káblovým vodivostným hladinomerom G30 NPK. Protokoly režimových meraní sú súčasťou textovej prílohy č. 2a.

Celkom bolo v území v čase prieskumných prác vykonaných 38 ks režimových meraní – pozri tab.19.

Tab.19: Počet vykonaných režimových meraní v záujmovej oblasti (12/2022 až 02/2023)

mesiac	10.12.2022	02.02.2023	10.12.2022	spolu
Novovybudované monitorovacie vrty	5 ks	5 ks	5 ks	15 ks
Existujúce monitorovacie vrty	5 ks	10 ks	6 ks	21 ks
Štrkovecké jazero	1 ks	-	-	1 ks
Ružinovské jazero (Rohlík)	1 ks	-	-	1 ks

spolu celkom 38 ks

6.4.6 Merania základných parametrov vôd

Počas odberu vzoriek podzemných a povrchových vôd boli vykonané terénne merania základných parametrov vody: teplota, merná elektrolytická vodivosť, obsah rozpusteného kyslíka, pH vody a redox potenciál. Merania boli vykonávané pomocou prenosných analytických terénnych meracích zariadení (WTW-set).

Vykonaných bolo celkom 62 ks meraní pH, vodivosť, teplota a 56 ks redoxný potenciál, rozpustený kyslík/podzemná a povrchová voda (tab. 20 a,b).

Tab.20a: Rozsah vykonaných základných parametrov podzemnej a povrchovej vody (pH, vodivosť, teplota)

	Novovybudované monitorovacie vrtý a mapovací vrt	Exist. HG objekty a studne	Štrkovecké a Ružinovské jazero	SPOLU
Fáza I. – prieskumná				
počas vrtných prác XI až XII/2022	13	16	2	31 ks
Fáza II. – monitorovacia II/2023				
monitoring 2.kolo 01.-02.02.2023	8	14	1	23 ks
monitoring 3.kolo 10.-13.2.2023	4	4	0	8 ks
Počet meraní základných parametrov vody podzemná + povrchová spolu (pH, vodivosť, teplota)				62 ks

Tab.20b: Rozsah vykonaných základných parametrov podzemnej a povrchovej vody (redoxný potenciál, rozpustený kyslík)

	Novovybudované monitorovacie vrtý a mapovací vrt	Exist. HG objekty a studne	Štrkovecké a Ružinovské jazero	SPOLU
Fáza I. – prieskumná				
počas vrtných prác XI až XII/2022	13	15	0	28 ks
Fáza II. – monitorovacia II/2023				
monitoring 2.kolo 01.-02.02.2023	8	12	0	20 ks
monitoring 3.kolo 10.-13.2.2023	4	4	0	8 ks
Počet meraní základných parametrov vody podzemná + povrchová spolu (redoxný potenciál, rozpustený kyslík)				56 ks

Meranie teploty vody

Meranie teploty vody popisuje norma STN EN 75 7375. Teplota vody bola stanovená prístrojom určeným na terénne použitie (WTW prístrojom), s presnosťou zobrazenia meranej hodnoty $\pm 0,1$ °C.

Stanovenie elektrolytickej vodivosti

Stanovenie vodivosti popisuje norma STN EN 75 7362. Vodivosť bola stanovená taktiež prístrojom určeným na terénne použitie (WTW) s presnosťou zobrazenia meranej hodnoty ± 1 mS/m. Pred meraním v teréne bolo kalibračnými roztokmi o známej vodivosti overené, či prístroj dosahuje požadované parametre. Vodivosť bola meraná pod prúdom čerpanej vody, po jej ustálení. V priebehu bežného merania bola sonda oplachovaná destilovanou vodou.

Stanovenie pH

Stanovenie pH popisuje norma STN EN 75 7371. pH bola stanovená prístrojom vhodným na terénne použitie s presnosťou zobrazenia meranej hodnoty $\pm 0,01$ a automatickou teplotnou kompenzáciou. Elektróda bola pred meraním kalibrovaná pH roztokmi o známej hodnote pH. pH bolo merané pod prúdom čerpanej vody vloženie sondy do prietochnej nádoby a odčítaním hodnoty po jej ustálení.

Stanovenie oxidačno – redukčného potenciálu

Redox potenciál (ORP) bol stanovený Eh metrom s milivoltovou stupnicou s presnosťou zobrazovania meranej hodnoty ± 1 mV. Pred meraním kalibračnými roztokmi (redox pufre) o známom redoxpotenciáli bolo overené, či prístroj dosahuje požadované parametre a až po ich dosiahnutí prebehlo vlastné meranie. Redox potenciál bol meraný pod prúdom čerpanej vody vloženie sondy do prietochnej nádoby a hodnota odčítaná až po jej ustálení. Výsledná hodnota redox potenciálu bola stanovená prepočtom na vodíkovú elektródu.

Stanovenie rozpustného kyslíka

Stanovenie rozpustného kyslíka popisuje norma STN EN 75 7464 alebo 83 0520 časť 3 – Fyzikálne chemický rozbor pitnej vody, stanovenie rozpustného kyslíka. Obsah rozpusteného kyslíka v podzemnej vode bol stanovený prístrojom WTW (s presnosťou zobrazenia meranej hodnoty $\pm 0,1$ mg/l a s automatickou kompenzáciou na teplotu a tlak vzduchu). Obsah rozpustného kyslíku bol meraný pod prúdom čerpanej vody vložení sondy do prietochnej nádoby a hodnota odčítaná až po jej ustálení.

6.4.7 Atmogeochemické merania

Pomocou atmogeochemických meraní boli v území stanovené relatívne obsahy znečisťujúcich látok v pôdnom vzduchu. Situovanie plynometrických sond (AT) je zobrazené v graf. prílohe 4a.

Plynometrické sondy pre atmogeochemický prieskum boli realizované pracovníkmi spoločnosti AQUIFER s.r.o. v spolupráci s pracovníkmi spoločnosti MM revival a.s. zarúbaním ručného vrtáku do zeme do hĺbky cca 0,6-0,8 m. Do takto vzniknutého otvoru bola okamžite po jeho vytiahnutí vložená dutá merná tyč vybavená tesniacim kuželom a protiprachovým filtrom, na ktorú bol napojený prístroj ECOPROBE 5. Následne bolo uskutočnené vlastné meranie obsahu prchavých organických látok (v mg/m³). Celkom bolo vykonaných **19 ks** meraní. Výsledky a ich zhodnotenie udávame v kapit. 7.1.2.4.

Princíp prístroja ECOPROBE 5

Merací prístroj ECOPROBE 5 od firmy RS Dynamics pracuje na princípe **fotoionizácie (VOC, resp. PID)** a ďalej pomocou selektívneho **infra-red analyzátoru (IR)**.

PID je vybavený americkou fotoionizačnou komorou a lampou (H.N.U.) s energiou 10,2 eV, ktorá meria celkový obsah prchavých organických látok (t.j. obsahu prchavých aromatických uhľovodíkov, chlórovaných uhľovodíkov a i.) s ostrým potlačením rušivého vplyvu metánu. Detekčný limit je 0,01 ppm. Meraný pôdny vzduch sa do meracej komory nasáva pomocou vstavanej vákuovej pumpy.

Infra-red selektívna analýza zisťuje obsah metánu, skupiny celkových ropných uhľovodíkov (ozn. TP) a obsah oxidu uhličitého (CO₂). Meraný pôdny vzduch sa do meracej komory nasáva pomocou vstavanej vákuovej pumpy. Samotné meranie pôdneho vzduchu bolo vykonané meracím prístrojom ECOPROBE 5.

6.5 LABORATÓRNE PRÁCE

6.5.1 Laboratórne práce – zeminy

V prípade zemín boli realizované

- laboratórne práce pôdnej mechaniky za účelom bližšej klasifikácie horninového podložia,
- laboratórne práce za účelom overenia ich kvality.

Laboratórne práce pôdnej mechaniky na predmetnej úlohe vykonali laboratóriá ŠGÚDŠ Bratislava. Protokoly laboratórnych prác sú obsahom samostatnej prílohy geologického elaborátu (textová príloha č. 1A1).

Celkom bolo odobratých 11 ks vzoriek zemín za účelom vykonania rozborov pôdnej mechaniky v nasledovnom rozsahu :

11 x zrnitosť rozbor zemín
11 x prirodzená vlhkosť
4 x medza plasticity
4 x medza tekutosti
4 x index plasticity
4 x index konzistencie.

Laboratórne práce za účelom overenia kvality zemín (zeminy, stavebné konštrukcie)

Vzorky zemín boli po odbere následne analyzované na vybraný rozsah ukazovateľov kvality v akreditovanom laboratóriu INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina. Podrobný popis vykonaných laborat. prác udávame v tab. 18a,b (zeminy mapovacích a monitorovacích vrtov), 18c (stavebné konštrukcie).

Navrhovaný rozsah analytických prác vychádzal z výsledkov prieskumných prác zrealizovaných v území v minulom období a taktiež zohľadňoval požiadavky na minimálny rozsah analytických prác určený v prílohe č. 11b smernice MŽP SR č. 1/2015-7 (areál chemických čistiarní).

V rámci predmetnej úlohy boli v zeminách sledované tieto ukazovatele kvality:

- nepolárne extrahovateľné látky (NEL-IR) – **12 ks**
- nepolárne extrahovateľné látky stanovené plynovou chromatografiou (C₁₀-C₄₀) – **4 ks**
- vybrané kovy (As, Cr_{celk.}, Cd, Pb, Cu) – **6 ks**;
- chlórované uhľovodíky 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) – **14 ks**
- prchavé aromatické uhľovodíky BTEX (benzén, toluén, etylbenzén, xylény, styrén) – **15 ks**
- polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU) – **6 ks**

Tab.21a: Rozsah laboratórných analýz zemín - mapovací vrt - natívne vzorky

Por.číslo	Označenie vzorky	Laboratórne stanovenia
1	ST-5 /0,7-1,0m/	BTEX, CLU
2	ST-5 /0,8-1,5m/	As, Cr _{celk.} , Cd, Pb, Cu, NEL-IR
3	ST-5 /2,5-3,2m/	PAU
4	ST-5 /6,5-6,8/	BTEX, CLU
5	ST-5 /9,6-10,5m/	As, Cr _{celk.} , Cd, Pb, Cu, NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , PAU
6	ST-5 /13,0-13,3m/	BTEX, CLU

Tab.21b: Rozsah laboratórných analýz zemín – monitorovacie vrty - natívne vzorky

Por.číslo	Označenie vzorky	Laboratórne stanovenia	Por.číslo	Označenie vzorky	Laboratórne stanovenia
1	ST-1 /0,5-0,8m/	BTEX, CLU	14	ST-2 /11,7-12,0m/	BTEX, CLU
2	ST-1 /0,5-1,2m/	As, Cr _{celk.} , Cd, Pb, Cu, NEL-IR	15	ST-3 /0,4-1,0m/	NEL-IR
3	ST-1 /3,7-4,6m/	PAU	16	ST-3 /5,0-5,8m/	C ₁₀ -C ₄₀
4	ST-1 /6,3-7,2m/	As, Cr _{celk.} , Cd, Pb, Cu, NEL-IR	17	ST-3 /5,0-5,4m/	BTEX
5	ST-1 /6,0-6,3m/	BTEX, CLU	18	ST-3 /9,7-10,0m/	BTEX, CLU
6	ST-1 /11,8-12,5m/	NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , PAU	19	ST-4 /3,4-3,7m/	BTEX, CLU
7	ST-1 /15,1-15,4m/	BTEX, CLU	20	ST-4 /4,0-5,0m/	NEL-IR
8	ST-2 /0,4-0,7m/	BTEX, CLU	21	ST-4 /12,8-13,2m/	BTEX, CLU
9	ST-2 /0,4-1,0m/	As, Cr _{celk.} , Cd, Pb, Cu, NEL-IR	22	ST-6 /0,5-0,8m/	BTEX, CLU
10	ST-2 /1,8-2,4m/	PAU	23	ST-6 /0,7-1,5m/	NEL-IR
11	ST-2 /4,5-5,1m/	As, Cr _{celk.} , Cd, Pb, Cu, NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , PAU	24	ST-6 /6,2-7,0m/	NEL-IR
12	ST-2 /4,8-5,1m/	BTEX, CLU	25	ST-6 /14,1-14,6m/	BTEX, CLU
13	ST-2 /10,5-11,2m/	NEL-IR			

Tab.21c: Rozsah laboratórných analýz zemín – stavebné konštrukcie - natívne vzorky a vodný výluh

Por. číslo	Označenie vzorky	laboratórne stanovenia
1	S-1	C ₁₀ -C ₄₀ , kovy (As, Cd, Ni, Pb, Hg), CIU, BTEX, Σ PAU
2	S-2	C ₁₀ -C ₄₀ , kovy (As, Cd, Ni, Pb, Hg), CIU, BTEX, Σ PAU
3	S-1+S-2	Vodný výluh Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , kovy (As, Cr _{celk.} , Cd, Ni, Pb, Zn)

Celkovo bolo počas prieskumných prác vykonaných **v horizonte zemín 31 analýz a 3 v prípade stavebných konštrukcií** (vrátane výluhov) + **11 klasifikačných rozborov** na zistenie fyzikálnych vlastností zemín a ich klasifikáciu v zmysle STN 721001.

6.5.2 Laboratórne práce – podzemná a povrchová voda

Obdobne ako v prípade zemín, tak i v prípade podzemných a povrchových vôd boli v I. (prieskumnej) fáze odobraté vzorky analyzované za účelom overenia ich znečistenia na vybraný rozsah ukazovateľov kvality, predovšetkým zo zameraním na obsah chlórovaných uhľovodíkov. Laboratórne práce boli vykonané v akreditovanom laboratóriu INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina.

Rozsah analytických prác vychádzal obdobne z činnosti vykonávanej v minulom i súčasnom období (areál chemických čistiarňí), a výsledkov archívnych prác v riešenom území, pričom zohľadnené boli i požiadavky na minimálny rozsah analytických prác určený v prílohe č. 11b smernice MŽP SR č. 1/2015-7 (pre vykonávanú činnosť).

V prvej (prieskumnej) fáze bol rozsah ukazovateľov zameraný predovšetkým na zistenie koncentrácií CLU a BTEX, ktoré boli vo vybraných prípadoch doplnené o ukazovatele organických látok NEL-IR, C10-C40, ΣPAU, vybraných kovov (As, Cr_{celk}, Cd, Pb, Cu, Fe_{celk}, Mn) a anorganických látok (dusičnany, sírany, chloridy, amónne ióny a dusitany).

Rozsah laboratórných prác vykonaných vo fáze I. udávame v tab. 22a,b (podzemné vody mapovacích a monitorovacích vrtov), tab. 22c existujúce vrty a studne a tab. 23 (povrchová voda).

Tab.22a: Rozsah laboratórných analýz podzemnej vody - mapovací vrt (fáza I.)

por. číslo	označenie vzorky	hĺbka odberu	laboratórne stanovenia – Fáza I.-1
1	ST-5	B	NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX+CLU, Σ PAU, As, Cr _{celk} , Cd, Pb, Cu, Fe _{celk} , Mn, NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻

Tab.22b: Rozsah laboratórných analýz - monitorovacie vrty (fáza I.)

por. číslo	označenie vzorky	hĺbka odberu	laboratórne stanovenia – Fáza I.-1
1	ST-1	A	NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX+CLU
2		B	Σ PAU, As, Cr _{celk} , Cd, Pb, Cu, Fe _{celk} , Mn, NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻
3		C	BTEX+CLU
4	ST-2	A	NEL-IR, C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX+CLU
5		B	Σ PAU, As, Cr _{celk} , Cd, Pb, Cu, Fe _{celk} , Mn, NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻
6		C	BTEX+CLU
7	ST-3	A	NEL-IR, BTEX+CLU
8		C	BTEX+CLU
9	ST-4	A	BTEX+CLU
10		C	BTEX+CLU
11	ST-6	A	NEL-IR, BTEX+CLU
12		C	BTEX+CLU

Tab.22c: Rozsah laboratórných analýz podzemnej vody – existujúce vrty a studne (fáza I.)

por. číslo	označenie vzorky	hĺbka odberu	laboratórne stanovenia – Fáza I.-1
1	HGV-1	A	BTEX+CLU
2		C	BTEX+CLU
3	HGV-2	A	BTEX+CLU
4		C	BTEX+CLU
5	HGV-3	A	BTEX+CLU
6		C	BTEX+CLU
7	HGV-4	A	NEL-IR, BTEX+CLU
8		B	Σ PAU, As, Cr _{celk} , Cd, Pb, Cu, Fe _{celk} , Mn, NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻
9		C	BTEX+CLU
10	HGV-5	A	BTEX+CLU
11		C	BTEX+CLU
12	HGP-2	A	BTEX+CLU
13		C	BTEX+CLU
14	S-1	A	BTEX+CLU
15		C	BTEX+CLU

vysvetlivky : A- vrchná časť zvodnenca, B- stredná časť zvodnenca, C- báza zvodnenca/kvartér

Tab.23 : Rozsah laboratórných analýz – Štrkovecké a Ružinovské jazero

por. číslo	označenie vzorky	laboratórne stanovenia
1	Štrkovecké jazero	CLU
2	Ružinovské jazero	CLU

V druhej (monitorovacej) fáze - v 2. kole vzorkovania bol spríhľadnutím na výsledky laboratórných stanovení I. fázy rozšírený počet monitorovacích objektov (12 ks) o 5 existujúcich vrtov v okolí riešeného územia. Vrtý boli situované jednak pred vstupom podzemných vôd do riešeného územia (sonda SHMÚ-1343) + v širšom okolí riešeného územia v smere generálneho prúdenia podzemnej vody s cieľom ohraničiť oblak znečistenia (vrtý HGP-1, HGC-1, sonda SHMÚ-716 a SHMÚ-711-bližšie pozri tab. 21a). Rozsah sledovaných ukazovateľov bol v prípade fázy II zameraný prednostne na zistenie koncentrácií chlórovaných uhlíkov. Vo vybraných vrtoch boli navyše sledované anorganické ukazovatele (NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$) a vybrané makroprvky (Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}).

V 3. kole vzorkovania boli na objektoch s najväčším prejavom znečistenia (ST-2, ST-3, HGV-4 a HGP-1) sledované koncentrácie už len chlórovaných uhlíkov.

U povrchových vôd bola v 2.kole sledovaná kvalita iba u vôd Štrkoveckého jazera so zreteľom na obsah CLU..

Súbor vykonaných analytických prác na vzorkách podzemnej a povrchovej vody v 2.fáze je prehľadne uvedený v tab. 24 (podzemné vody), tab. 25 (povrchové vody).

Vyhodnotenie laboratórných prác je komplexne spracované v kapitole 7.

Tab.24: Rozsah laboratórných analýz - podzemné vody (fáza II. - monitoring)

označenie vzorky	hĺbka odberu	Laboratórne analýzy - Fáza II. - monitoring	
		2.kolo	3.kolo
		01.02-02.02.2023	10.2.-13.2.2023
ST-1	B	NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$, Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}	-
	C	CLU	-
ST-2	A	-	CLU
	B	NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$, Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}	-
	C	CLU	CLU
ST-3	A	-	CLU
	B	CLU, NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$, Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}	-
	C	-	CLU
ST-4	B	NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$, Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}	-
	C	CLU	-
ST-6	C	CLU	-
HGV-1	C	CLU	-
HGV-2	C	CLU	-
HGV-3	C	CLU	-
HGV-4	A	CLU	CLU
	B	NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$, Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}	-
	C	-	CLU
HGV-5	B	NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , sulfidy, TOC, $\text{KNK}_{4,5}$ a $\text{KNK}_{8,3}$, Mn, Fe_{celk} , Fe^{3+}	-
	C	CLU	-
HGP-2	C	CLU	-
S-2	A	CLU	-
HGP-1	B	CLU	CLU
	C	-	CLU
HGC-1		CLU	-
SHMÚ-1343	C	CLU	-
SHMÚ-716	C	CLU	-
SHMÚ-711	C	CLU	-
Spolu :		22	8

Tab.25: Rozsah laboratórnych analýz – Štrkovecké a Ružinovské jazero (fáza II. - monitoring)

označenie vzorky	Laboratórne analýzy - Fáza II. - monitoring	
	2.kolo	3.kolo
	01.02-02.02.2023	10.2.-13.2.2023
Štrkovecké jazero	CLU	-

6.5.3 Laboratórne práce – pôdny vzduch

V prípade pôdneho vzduchu boli na vybraných vrtoch (s nárastom relatívnych obsahov meraní prístrojom Ecoprobe) exaktne stanovené koncentrácie organických látok (CLU, BTEX a obsah celkových uhľovodíkov) – vid' tab.26.

Tab.26: Počet laboratórnych analýz pôdneho vzduchu

AT-4	AT-9	AT-10	AT-11	AT-14	AT-18
CIU, BTEX, celkové uhľovodíky	CIU, BTEX, celkové uhľovodíky	CIU, BTEX, celkové uhľovodíky	CIU, BTEX, celkové uhľovodíky	CIU, BTEX, celkové uhľovodíky	CIU, BTEX, celkové uhľovodíky

Spolu bolo vykonaných 6 laboratórnych analýz v pôdnom vzduchu.

Protokoly laboratórnych skúšok uvádzame v textovej prílohe č. 1.A.2 (zeminy – natívna vzorka), č.1.A.3 (stavebné konštrukcie -natívna vzorka a vodný výluh, č.1.B.1 až 1.B.3 (podzemné vody v jednotlivých kolách vzorkovania), 1.C.1 až 1.C.2 (povrchové vody v jednotlivých kolách vzorkovania) a 1.D (pôdny vzduch).

6.6 GEODETICKÉ ČINNOSTI

Všetky mapovacie a hydrogeologické vrty (novovybudované + existujúce vrty a studne v území) boli polohopisne a výškopisne zamerané. Ďalej boli geodeticky zamerané aj miesta odberu povrchovej vody na Štrkoveckom a Ružinovskom jazere.

Geodetické zameranie bodov bolo vykonané prístrojom SATLAB iSurvey SL 800, metódou RTK so službou SKPOS_cm. Použitý bol referenčný systém ETRS89 (ETRF2000), S-JTSK (JTSK03), s presnosťou 0,02 – 0,04 m. Kompletné spracovanie bolo vykonané interaktívnym grafickým systémom AutoCAD 2012.

V rámci prieskumu bolo realizovaných celkom 33 geodetických meraní – bližšie pozri tab. 27.

Mimo nového polohopisného a výškopisného zamerania bodov uvedených v tab. 24 boli v prípade 5-tich objektov využité dostupné súradnice z archívnych prác, z portálu Registra hydrogeologických a geotermálnych vrtov ako aj z databázy vrtov SHMÚ.

Geodetické práce na lokalite vykonala spoločnosť Geodet - Ing. Boris Gabura s.r.o., spolu s pracovníkmi spoločnosti AQUIFER, s.r.o., technická správa je súčasťou textovej prílohy č. 3.

Tab.27: Počet vykonaných geodetických meraní:

	polohopis+ výškopis	polohopis	spolu
Monitorovacie vrty – po definitívnom zabudovaní	5	0	5
Mapovacie vrty	1	0	1
Existujúce studne a vrty v areáli čistiarní a jeho okolí	8	0	8
Atmogeochemické sondy	16	1	17
Miesta odberu vzoriek v Štrkoveckom a Ružinovskom jazere	2	0	2
spolu	32	1	33

Geofyzikálne merania v rámci realizovaného doplnkového prieskumu životného prostredia na predmetnej lokalite neboli realizované.

6.7 ÚDAJE O PREPRAVE A SPÔSOBE NAKLADANIA S ODPADMI

Projektované bolo zneškodnenie cca 1,00 t nebezpečného odpadu. Vychádzalo sa z predpokladu, že časť vrtných jadier bude klasifikovaná ako nebezpečný odpad. V skutočnosti navrátny materiál nevykazoval známky znečistenia (na základe výsledkov laboratórnych analýz, ako aj po senzorickej stránke), z uvedeného dôvodu bol použitý na spätný zásyp mapovacieho vrtu na lokalite. Prebytočná zemina z monitorovacích vrtov bola zneškodnená u spoločnosti BEST Servis s.r.o. ako nie nebezpečný odpad (v množstve cca 2,0 t). Vzorky s lokálnym prejavom znečistenia (sfarbenie a zápach po organických látkach) boli v plnej miere použité na laboratórnu analýzu.

6.8 SPÔSOB ZABEZPEČENIA, ALEBO LIKVIDÁCIE GEOLOGICKÝCH DIEL A GEOLOGICKÝCH OBJEKTOV

Na lokalite boli realizované hydrogeologické vrty a mapovací vrt. Skartácia vrtného jadra sa uskutočnila po odbere požadovaných vzoriek v zmysle pokynov zodpovedného riešiteľa. Záznamy o vyradení hmotnej geologickej dokumentácie udávame v textovej prílohe č. 6. Novovybudované hydrogeologické vrty sú vystrojené a zabezpečené tak, aby do budúcnosti slúžili ako monitorovacie objekty. Protokoly o zabezpečení a udržiavaní geologických diel uvádzame v textovej prílohe č. 5. Mapovací vrt bol na základe súhlasu objednávateľa zlikvidovaný spätným zásypom.

6.9 VYKONANÉ OPATRENIA NA ELIMINÁCIU ALEBO MINIMALIZÁCIU VPLYVU TECHNICKÝCH PRÁČ NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Pri vrtných prácach sa dodržiavali všeobecné podmienky na elimináciu vplyvu na životné prostredie. Najdôležitejšou podmienkou pri vykonávaní vrtných prác bolo zabránenie úniku znečisťujúcich látok do prostredia. Počas vrtných prác sa dodržiavali tieto opatrenia:

- pohonné hmoty, tekuté palivá a mazadlá neboli skladované na pracovisku,
- vrtné súpravy a dopravné vozidlá boli zabezpečené proti úniku PHM a mazacích olejov na terén,
- pred začatím vrtných prác bolo vrtné náradie dôkladne prečistené, aby sa v maximálnej miere obmedzila možnosť znečistenia vrtu vrtným náradím,
- pracovisko vrtnej súpravy bolo vybavené dostatočným množstvom vapexu na okamžitú sanáciu prípadného úniku PHM z nádrže vozidla.

6.10 SPÔSOB DIGITÁLNEHO SPRACOVANIA ÚDAJOV

Záverečná správa a textové prílohy záverečnej správy sú spracované vo formátoch .doc a xls. V rámci zostrojenia obrázkov, resp. litologických profilov a koncepčného modelu bol využitý ďalej software GeProDo, Surfer 8, AutoCad (formáty .srf a .dwg), pri predikcii prúdenia podzemnej vody a šírenia znečistenia v podzemnej vode i program MODFLOW. Geodetické zameranie prieskumných diel je v prílohe záverečnej správy vo formáte .pdf.

7. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

7.1. VÝSLEDKY A NOVÉ GEOLOGICKÉ POZNATKY VRÁTANE TÝCH, KTORÉ NESÚVISIA S CIEĽMI PROJEKTU

7.1.1 Geologické a hydrogeologické pomery územia

7.1.1.1. Geologické pomery – geologická dokumentácia sond

Za účelom upresnenia litologickej stavby územia boli vykonané vrtné práce v rozsahu 6 vrtov, konkrétne

- **5 ks monitorovacích vrtov ST-1, ST-2, ST-3, ST-4 a ST-6** do hĺbky 12-16,7 m p.t.
- **1 ks mapovacieho vrtu** (s označením ST-5 do hĺbky 14,0 m p.t.)

Situovanie prieskumných diel je znázornené na situácii M = 1 : 5000 (grafická príloha č. 4b).

Prieskumné diela boli situované zohľadnením morfológie, zastavanosti územia, pozície už existujúcich prieskumných diel v území a sprístupnenia územia od súčasných vlastníkov jednotlivých parciel (súhlas na prieskumné práce pre vrt ST-3 udelilo Ministerstvo vnútra SR a pre vrt a ST-4 udelila mestská časť Bratislava – Ružinov).

Spriahladnutím na predpokladané zdroje znečistenia (bývalá chemická a priemyselná čistiareň, pracovňa telesnej bielizne, kotolňa) a overený smer prúdenia podzemnej vody boli vrty situované :

- v referenčnej oblasti : ST-1 a ST-6,
- v zdrojovej oblasti : ST-2, ST-5
- v indikačnej oblasti : ST-2, za hranicou areálu ST-3, ST-4.

Záujmové územie je situované v mestskej časti Ružinov, na ľavom brehu Dunaja. Ide o rovinatý terén (s výškovým prevýšením západnej od východnej časti cca 1,0 m), s generálnym úklonom na východ.

Inžinierskogeologické a litologické pomery v mieste prieskumných prác sú znázornené v geologických rezoch (grafická príloha č. 3C). Situovanie prieskumných diel je znázornené na situácii M = 1 : 2000 (grafická príloha č. 3b). Litologický popis jednotlivých sond udávame v tab. 28a,b.

Tab.28a: Litologické pomery - monitorovacie sondy - ST-1, ST-2, ST-3, ST-4 a ST-6

ST – 1	(135,716 m n. m.)	STN 721001
0,0-0,1m	betón	
0,1-3,5 m	Silt piesčitý, tuhej konzistencie, hnedého sfarbenia, od úrovne 2,8 m s okrovými zátekmi, ojedinele s prímiesou obliakov štrku Ø 0,5-1-2 cm, sivozelené sfarbenie	F3 MS
3,5-6,0 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy, suchý, bez známkov znečistenia, hnedé sfarbenie, Ø obliakov 0,5-1-2 cm, lokálne až do 4-5 cm, [4,0-5,0m p.t.]	G3 G-F
6,0-8,6 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy, zvodený, hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm	G3 G-F
8,6-9,2 m	Piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy, jemnozrnny, zvodený, hnedé sfarbenie, ojedinele s obliakmi štrku Ø 0,5-1-2 cm (2%), v úrovni 8,5-8,7 m hnedosivého sfarbenia.	S3 S-F
9,2-11,1 m	Piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy, strednozrnny, zvodený, hnedé sfarbenie, ojedinele s obliakmi štrku Ø 0,5-1-2 cm (2%), v úrovni 9,4-9,5 m hnedosivého sfarbenia. [9,0-10,0 m p.t.]	S3 S-F
11,1-13,0 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy, zvodený, hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, ojedinele 5 až 8 cm, lokálne s vložkami sivých ílovitých jemnozrnnych pieskov, bez zápachu	G3 G-F
13,0-13,8 m	Piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy, jemnozrnny až strednozrnny, zvodený, oj. s prímiesou obliakov štrku Ø 0,5-1 cm, hnedé sfarbenie, vlhké polohy, od úrovne 5,4 m p.t. zvodený [12,0-13,0m p.t.]	S3 S-F
13,8-15,5 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy, zvodený, hnedé sfarbenie, Ø val. 1-2-3-5 cm, ojedinele 8-10-15 cm	G3 G-F

ST – 1	(135,716 m n. m)	STN 721001
	NEOGÉN	
15,5-15,8 m	Piesok siltovitý, slabo zvodnený, hnedého až hnedookrového sfarbenia	S4 SM
15,8-16,1 m	Íl piesčitý, sivého sfarbenia, bez zápachu,	F4 CS
16,1-16,7 m	Íl so strednou až vysokou plasticitou, sivé sfarbenie s tmavosivými vložkami dreva, pevnej konzistencie	F6 CI F8 CH

Hladina podzemnej vody narazená: 6,0 m p.t

ustálená: 6,0 m p.t.

ST – 2	(135,434 m n. m)	STN 721001
0,0-0,1 m	betón	
0,1-1,5 m	Navážka charakteru siltu piesčitého, tuhej konzistencie, hnedého sfarbenia, s úlomkami betónu a tehly	Y _{F3} MS
1,5-4,5 m	Silt piesčitý, pevnej konzistencie, svetlohnedého sfarbenia, od úrovne 3,0 m vlhký [2,0-3,0 m p.t.]	F3 MS
4,5-5,2 m	Piesok siltovitý, sivého až tmavosivého sfarbenia, ojedinele s valúnami štrku, zápach po splaškoch	S4 SM
5,2-8,8 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, od úrovne cca 5,7 m zvodnený, sivo-hnedé sfarbenie, v úrovni 5,2-5,3 m okrovohnedé, Ø val. 0,5-1-2 cm, lokálne až do 3 cm, [7,0-8,0 m p.t.]	G3 G-F
8,8-10,0 m	Piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy, strednozrnný, zvodnený, hnedé sfarbenie, ojedinele s valúnami štrku Ø 0,5-1-2cm (20%), [9,0-10,0 m p.t.]	S3 S-F
10,0-12,1 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, sivohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-3 cm, ojedinele do 5-7 cm	G3 G-F
12,1-12,3 m	Piesok siltovitý, zvodnený, sivohnedé sfarbenie, ojedinele s obliakmi štrku Ø 0,5-1-2 cm (5%)	S4 SM
	NEOGÉN	
12,3-13,0 m	Silt s nízkou plasticitou, tvrdej konzistencie, sivého sfarbenia.	F5 ML
13,0-13,2 m	Silt piesčitý, tuhej konzistencie, sivého sfarbenia.	F4 CS
13,2-13,8 m	Silt s vysokou plasticitou, tmavosivé sfarbenie, tvrdej konzistencie [13,7-13,9m p.t.]	F7 MH
13,8-14,0 m	Silt s nízkou plasticitou, tvrdej konzistencie, sivého sfarbenia.	F5 ML

Hladina podzemnej vody narazená: 5,8 m p.t., slabé prítoky / pravdepodobne z kanalizácie od úrovne cca 4,5 m
ustálená: 5,76 m p.t.

ST – 3	(134,623 m n. m)	STN 721001
0,0-0,1m	Humózný pokryv	
0,1-1,0 m	Piesok siltovitý, jemnozrnný, ojedinele s prímiesou obliakov štrku Ø 0,5-1-2-3 cm (do 5%), hnedého sfarbenia,	S4 SM
1,0-2,5 m	Piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy, jemnozrnný, svetlohnedé sfarbenie, ojedinele s valúnami štrku Ø 0,5-1 cm (2%),	S3 S-F
2,5-5,0 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, suchý, svetlohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 4 cm, od úrovne 4,0 m p.t. aj viac (5-6 cm)	G3 G-F
5,0-6,5 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, slabý zápach po organic.látkach, hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 4-5-6 cm	G3 G-F
6,5-8,2 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, slabý zápach po organických látkach do úrovne cca 6,8 m p.t., hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2 cm, lokálne až do 3-5 cm	G3 G-F
8,2-10,1 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, bez zápachu, sivohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-3-5 cm, ojedinele až do 7-8 cm	G3 G-F
	NEOGÉN	
10,1-10,8 m	Íl piesčitý, pevný, sivohnedého sfarebnia s okrovými zátekmi, bez zvodnenia	F4 CS
10,8-11,3 m	Silt s nízkou plasticitou, pevnej konzistencie, belasého sfarbenia	F5 ML

ST – 3	(134,623 m n. m)	STN 721001
11,3-11,5 m	Silt so strednou plasticitou, pevnej-tvrdej konzistencie, belasého sfarbenia.	F5 MI
11,5-11,7 m	Silt piesčitý, pevnej konzistencie, belasého sfarbenia.	F4 CS
11,7-12,0 m	Silt s nízkou plasticitou, pevnej konzistencie, belasého sfarbenia	F5 ML

Hladina podzemnej vody narazená: 5,2m p.t,
ustálená: 5,165 m p.t.

ST – 4	(132,791 m n. m)	STN 721001
0,0-0,5m	Humózný pokryv	
0,5-1,2 m	Piesok siltovitý, jemnozrnný, ojedinele s prímiesou valúnov štrku Ø 0,5-1-2 cm (do 20-30%), svetlohnedého sfarbenia,	S4 SM
1,2-2,7 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, suchý, svetlohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lok. aj viac (4-5 cm)	G3 G-F
2,7-3,4 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, vlhký, hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 4-5 cm	G3 G-F
3,4-6,2 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, zvodnený, sivohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 4-5 cm	G3 G-F
6,2-6,4 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, zvodnený, sivé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 5-8 cm	G3 G-F
6,4-9,8 m	Dtto , sivohnedého sfarbenia	G3 G-F
9,8-13,4 m	Drobný štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, zvodnený, hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-3 cm, ojedinele 5-8-10 cm	G3 G-F
	NEOGÉN	
13,4-13,7 m	Silt so strednou plasticitou, pevný, hnedého sfarbenia s okrovými zátekmi	F5 MI
13,7-14,5 m	Silt s nízkou plasticitou, tvrdej konzistencie, belasosivého sfarbenia, v úrovni 14,3-14,4 m p.t. tmavohnedý	F5 ML

Hladina podzemnej vody narazená: 3,45 m p.t, ustálená: 3,42 m p.t.

ST – 6	(135,789 m n. m)	STN 721001
0,0-0,2 m	betón	
0,2-2,4 m	Navážka charakteru piesku siltovitého, hnedého sfarbenia, Ø val. štrku 0,5-1-3 cm,	Y _{S4} SM
2,4-4,1 m	Silt piesčitý, tuhej až pevnej konzistencie, hnedého sfarbenia, vlhké polohy, od 3,0 m mäkké polohy	F3 MS
4,1-6,2 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, suchý, svetlohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3cm, lokálne až do 4-6,0 cm,	G3 G-F
6,2-8,5 m	Dtto, zvodnený, hnedé sfarbenie, ojedinele s obliakmi štrku Ø 0,5-1-2-4 cm, v úrovni 7,3-7,5 m sivé sfarbenie	G3 G-F
8,5-9,3 m	Piesok s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, hrubozrnný, zvodnený, hnedé sfarbenie, ojedinele s obliakmi štrku Ø 0,5-1-2 cm (20%), zvodnený	S3 S-F
9,3-10,0 m	Piesok siltovitý, jemnozrnný, lokálne s val.štrku Ø val. 1-3 cm , hnedé sfarbenie	S4 SM
10,0-12,7 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, zvodnený, hnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-3-5 cm, lokálne do 8-10-12 cm	G3 G-F
12,7-13,0 m	Dtto, menšie obliaky štrku, Ø val. 0,5-1-2 cm, ojedinele do 4 cm	G3 G-F
13,0-14,5 m	Štrk s prímiesou jemnozrnnnej zeminy, hnedý, zvodnený, Ø val. 0,5-1-2-4 cm	G3 G-F
	NEOGÉN	
14,5-15,0 m	íl s vysokou plasticitou, pevný až tvrdý, tmavosivé sfarbenie	F8 CH
15,0-16,5 m	íl so strednou plasticitou, sivý, tvrdý, sivo-bordové sfarbenie [15,1-15,3 m p.t.]	F6 CI

Hladina podzemnej vody narazená: 6,5 m p.t ustálená: 6,07 m p.t.

Tab.28b: Litologické pomery - mapovacia sonda ST-5

ST – 5	(136,401 m n. m)	STN 721001
0,0-0,2 m	betón	
0,2-1,5 m	Navážka charakteru štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy, hnedého sfarbenia, Ø val. 0,5-1-2 cm, ojedinele do 3 cm	Y _{G3 G-F}
1,5-2,2 m	Navážka charakteru siltu piesčitého, pevnej konzistencie, v úrovni 2,0-2,2 m pôvodný humózný pokryv?? tmavohnedého sfarbenia,	Y _{F3 MS}
2,2-3,3 m	Silt piesčitý, pevnej konzistencie, hnedého sfarbenia,	F3 MS
3,3-4,2 m	Silt so strednou plasticitou, tuhej konzistencie, hnedého sfarbenia s okrovými šmuhami, na báze vrtného výnosu vlhký (priesaky dažďovej kanalizácie?) [3,5-4,2 m p.t.]	F5 ML
4,2-5,5 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, suchý, svetlohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 4 cm, od úrovne 6,0 m vlhký	G3 G-F
5,5-6,0 m	Piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy, strednozrnný, zvodnený, hnedé sfarbenie, ojedinele s obliakmi štrku Ø 0,5-1-2 cm (20-30%),	S3 S-F
6,0-9,0 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, sivohnedé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2-3 cm, lokálne až do 4-5 cm, [7,5-8,5 m p.t.]	G3 G-F
9,0-11,5 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, sivohnedé sfarbenie, Ø val. 1-3-5 cm, ojedinele do 7-8 cm, ojedinele výskyt piesčitých vložiek charakteru stredozrnného piesku, na báze vrtného výnosu slabý zápach po organických látkach	G3 G-F
11,5-13,4 m	Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, zvodnený, sivé sfarbenie, Ø val. 0,5-1-2 cm slabý zápach po organických látkach	G3 G-F
	NEOGÉN	
13,4-13,5 m	Silt s vysokou plasticitou, sivobelásého sfarbenie, pevnej až tvrdej konzistencie	F7 MH
13,5-14,0 m	Ílovec tr. R6-R5, sivého sfarbenia.	R6-R5

Hladina podzemnej vody narazená: 6,7 m p.t. ustálená: 6,65 m p.t.

Realizované prieskumné sondy boli po ich odvrtní polohopisne a výškopisne zamerané v systéme S-JTSK. Súradnice prieskumných diel uvádzame v textovej prílohe č. 3.

7.1.1.2 Úložné pomery záujmovej oblasti

Na základe vykonaných prieskumných prác a po prehodnotení archívnej dokumentácie predstavuje územie horninový masív na stavbe ktorého sa podieľajú:

- **Kvartérne nívne a fluviálne sedimenty** charakteru súdržných a nesúdržných sedimentov (tr. F3, F5, S4+S3, G3, S4)
- **Neogénne sedimenty** (panón-pont) charakteru ílovitých/siltovitých až ílovito-piesčitých sedimentov (tr. F5, F6, F7, F8 s vložkami zemín tr. F4, S4/S5).

Litologické pomery záujmovom území sú znázornené pomocou geologických rezov (grafická príloha č.3C) a tab. 28a,b a tab. 30. Geologické profile jednotlivých prieskumných diel sú spracované v grafickej prílohe 8A (monitorovacie vrty) a 8B (mapovacie vrty).

Vrtnými prieskumnými prácami (sondy ST-1 až ST-6) realizovanými do hĺbky 12,0-16,7 m p.t. boli zistené sedimenty **kvartéru a neogénu**.

- povrch územia v areáli čistiarní (sondy ST-1,2,5,6) tvorí prevažne spevnená plocha, v podloží ktorej bola celoplošne zistená navážka. Jej hrúbka sa pohybuje v rozpätí 1,5 m – 2,8 m (s maximami v S až SZ časti – v okolí sond ST-1, ST-6). Navážka vykazuje prevažne charakter siltu piesčitého, lokálne piesku siltovitého až štrku, hnedého sfarbenia, s prímiesou stavebného odpadu (tehla, betón,

kamene). U vrtov v širšom okolí (ST-3,4) navážka absentuje, povrch tu tvorí humózný pokryv hrúbky 0,1-0,5 m – pozri tab.30.

- V podloží navážky boli v areáli čistiarní celoplošne do hĺbky 3,3-4,5 m p.t. zdokumentované náplavové sedimenty charakteru siltov až siltov piesčitých. V zmysle vykonaných laborat. skúšok ich zaraďujeme medzi silty s nízkou plasticitou (podľa STN 72 1001 tr. F5), resp. silty piesčité (tr. F3). Tieto zeminy sú označované ako povodňové hliny a predstavujú finálnu fázu dunajskej sedimentácie. Sú hnedého, svetlohnedého sfarbenia, lokálne s prímесou valúnov štrku Ø 0,5-2 cm, prevažne tuhej až pevnej konzistencie. Ich hrúbka dosahuje v záujmovej oblasti areálu čistiarní prevažne 1,7-3,4 m – pozri tab. 28 a 30. V širšom okolí (sondy ST-3,4) vykazujú skôr charakter pieskov/piesku siltovitého (tr.S4) menších hrúbok (0,7-0,9 m).

- Pod náplavovými sedimentami boli do úrovne 12,3 m až 15,5 m pod súčasným terénom zdokumentované fluviálne štrkopiesčité zeminy dunajských náplavov (tab. 30). Z vykonaných laboratórnych skúšok ich zaraďujeme prevažne medzi štrky s prímесou jemnozrnnej zeminy (tr.G3). Sú hnedého až sivohnedého sfarbenia, Ø val. 0,5-1-2-3-5 cm, ojedinele do 7-8-10 cm. Bázu štrkov, na prechode do neogénnych ílov tvoria miestami i väčšie obliaky Ø do 8-10-15 cm.

V štrkovitom súvrství boli lokálne zdokumentované i nevýrazné polohy piesčitých zemín s prímесou valúnov štrku. Z vykonaných rozborov ich zaraďujeme medzi piesky s prímесou jemnozrnnej zeminy (tr.S3), resp. piesky siltovité (tr. S4) - pozri tab.28.

Hrúbka štrko-piesčitého súvrstvia sa v území pohybuje v rozpätí 7,8-12 m (areál čistiarní), resp. 9,1-12,2m (v širšom okolí : ST-3,4). Uvedené rozdiely sú pravdepodobne spôsobené nepravidelným priebehom/ neogénnych ílov v určitých častiach územia. Štrky tak zasahujú na celom území areálu čistiarní po kóty cca 120,22 m n.m. až 123,0 m n.m. – pozri tab.29 a 30.

Tab. 29 : Výskyt štrko-piesčitých zemín / kvartér

sonda	nadm.výška	štrkopiesčité zeminy od - do			
Areal čistiarní	m n.m.	m p.t.		m n.m.	
ST-1	135,72	3,5	15,5	132,22	120,22
ST-2	135,43	4,5	12,3	130,93	123,13
ST-5	136,4	4,2	13,4	132,2	123
ST-6	135,79	4,1	14,5	131,69	121,29
okolie areálu					
ST-3	134,62	1	10,1	133,62	124,52
ST-4	132,79	1,2	13,4	131,59	119,39

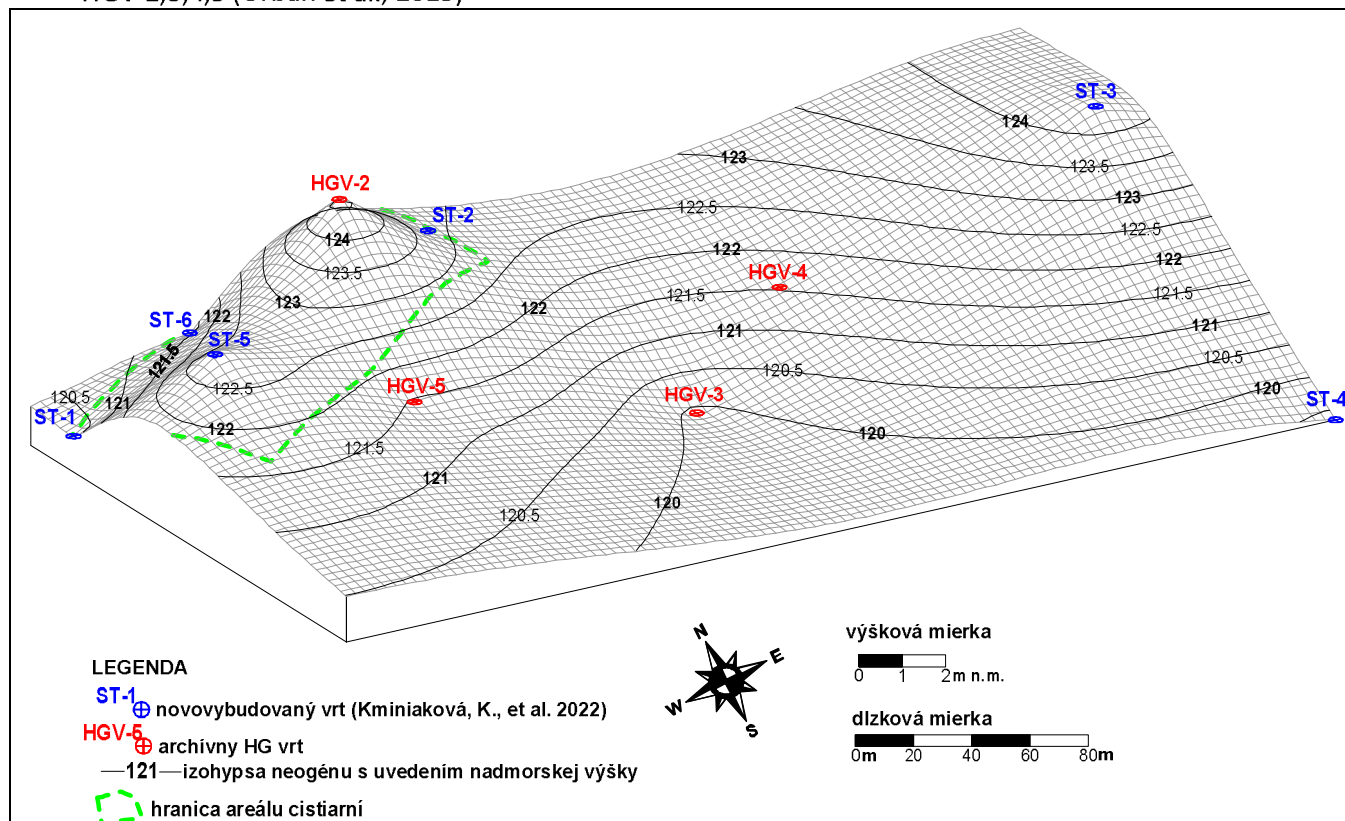
Úroveň **neogénneho podložia** bola vrtnými prácami overená v rôznych hĺbkových úrovniach, v rozpätí 10,1 až 15,5 m pod súčasným terénom, konkrétne :

- v JV (okolie ST-2) a centrálnej časti (ST-5) v hĺbke 12,3 m pod terénom (ST-2) až 13,4 m (ST-5), resp. úrovni 123,0-123,13 m n.m.,
- výraznejší pokles bol overený v severnej až SZ časti - v hĺbkach 14,5-15,5 m p.t (120,22-121,29 m n.m),
- v širšom okolí (sondy ST-3,4) bol overený rozkvy v hĺbkach 10,1-13,4 m p.t (119,39-124,52 m n.m).

Neogénne zeminy boli v hodnotenom areáli zistené v úrovni cca 12,0-17,0 m p.t. Sú zastúpené prevažne ílovito-siltovitými zeminami. Z vykonaných laboratórnych rozborov ich zaraďujeme medzi silty/íly s nízkou až strednou plasticitou (tr. F5/F6 MI ML), íly/silty s vysokou plasticitou (tr. F8/F7), prevažne pevnej až tvrdej konzistencie. Lokálne boli overené i preplástky s vyššou piesčitou prímесou - íly piesčité (tr. F4 CS), tuhej až pevnej konzistencie a piesky siltovité (tr.S4 SM). Na uvedené sedimenty môže byť viazaný i 2.horizont podzemnej vody.

Zhrnutím možno konštatovať, že povrch neogénneho podložia vykazuje v území nerovný priebeh, s úklonom na S až SZ. Jeho grafický priebeh podávame pre názornosť na obr. 12. Uvedená skutočnosť vzhľadom na charakter preukázaného kontaminantu v podzemnej vode v území (CIU sú ťažšie ako voda) pravdepodobne ovplyvňuje i migráciu a roznos znečistenia v jeho okolí.

Obr. 12 : Priebeh povrchu neogénneho podložia – sondy ST-1 až ST-6, s využitím dát archívnych vrtov HGV-2,3,4,5 (Urban et al., 2015)



Zistené litologické pomery korešpondujú s výsledkami prieskumných prác v minulom období v hodnotenom území i jeho blízkom okolí (Urban et al., 2015, Blažo E., 2006). Situovanie archívnych prieskumných diel je zrejmé z obr. 6 (kapitola 5).

Tab. 30 : Hĺbkové rozhrania jednotlivých typov zemín/hornín v prieskumných sondách

vrt	niveleta sondy (m n.m.)	betón, navážka humózný pokryv		mocnosť (m)	náplavové siltovito-piesčité sedimenty tr.F3 MS, F5 ML, S4 SM		mocnosť (m)	fluviálne štrkovito-piesčité sedimenty tr. G3 G-F, S3 S-F, S4 SM		mocnosť (m)	neogén tr. F4 CS, F6 CI, F3 MS, F5 ML/MI, F7 MH, F8 MH, S4 SM, R6-R5 (ilovec)		mocnosť (m)
		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm		od (mpt)/mm	do (mpt)/mm	
areál čistiarne													
ST-1	135.72	0.00 / 135.72	0.10 / 135.62	0.10	0.10 / 135.62	3.50 / 132.22	3.40	3.50 / 132.22	8.60 / 127.12	5.10	15.50 / 120.22	15.80 / 119.92	0.30
	135.72	0.10 / 135.62	2.80 / 132.92	2.70				8.60 / 127.12	11.10 / 124.62	2.50	15.80 / 119.92	16.10 / 119.62	0.30
	135.72							11.10 / 124.62	13.00 / 122.72	1.90	16.10 / 119.62	16.70 / 119.02	0.60
	135.72							13.00 / 122.72	13.80 / 121.92	0.80			
ST-2	135.43	0.00 / 135.43	0.10 / 135.33	0.10	1.50 / 133.93	4.50 / 130.93	3.00	4.50 / 130.93	5.20 / 130.23	0.70	12.30 / 123.13	13.00 / 122.43	0.70
	135.43	0.10 / 135.33	1.50 / 133.93	1.40				5.20 / 130.23	8.80 / 126.63	3.60	13.00 / 122.43	13.20 / 122.23	0.20
	135.43							8.80 / 126.63	10.00 / 125.43	1.20	13.20 / 122.23	13.80 / 121.63	0.60
	135.43							10.00 / 125.43	12.10 / 123.33	2.10	13.80 / 121.63	14.00 / 121.43	0.20
ST-5	136.40	0.00 / 136.40	0.20 / 136.20	0.20	2.20 / 134.20	3.30 / 133.10	1.10	4.20 / 132.20	5.50 / 130.90	1.30	13.40 / 123.00	13.50 / 122.90	0.10
	136.40	0.20 / 136.20	2.20 / 134.20	2.00	3.30 / 133.10	4.20 / 132.20	0.90	5.50 / 130.90	6.00 / 130.40	0.50	13.50 / 122.90	14.00 / 122.40	0.50
	136.40							6.00 / 130.40	13.40 / 123.00	7.40			
	136.40							13.40 / 123.00					
ST-6	135.79	0.00 / 135.79	0.20 / 135.59	0.20	2.40 / 133.39	4.10 / 131.69	1.70	4.10 / 131.69	8.50 / 127.29	4.40	14.50 / 121.29	15.00 / 120.79	0.50
	135.79	0.20 / 135.59	2.40 / 133.39	2.20				8.50 / 127.29	9.30 / 126.49	0.80	15.00 / 120.79	16.50 / 119.29	1.50
	135.79							9.30 / 126.49	10.00 / 125.79	0.70			
	135.79							10.00 / 125.79	14.50 / 121.29	4.50			
širšie okolie čistiarne													
ST-3	134.62		0.10 / 134.52	0.10	0.10 / 134.52	1.00 / 133.62	0.90	1.00 / 133.62	2.50 / 132.12	1.50	10.10 / 124.52	10.80 / 123.82	0.70
	134.62							2.50 / 132.12	10.10 / 124.52	7.60	10.80 / 123.82	11.50 / 123.12	0.70
	134.62										11.50 / 123.12	11.70 / 122.92	0.20
	134.62										11.70 / 122.92	12.00 / 122.62	0.30
ST-4	132.79		0.50 / 132.29	0.50	0.50 / 132.29	1.20 / 131.59	0.70	1.20 / 131.59	13.40 / 119.39	12.20	13.40 / 119.39	14.50 / 118.29	1.10
14.00 konečná hĺbka vrtu													

14.00 konečná hĺbka vrtu

V hodnotenom území čistiarní (sondy ST-1,2,5,6) bol súvislejší horizont ílov, vystupujúci v pozícii hydrogeologického izolátora (tr.F6/F5, resp. F7/F8) overený v hĺbkach 13,2-16,1 m pod súčasným terénom, (resp.119,62 – 123 m n.m).

7.1.1.3 Hydrogeologické pomery záujmovej oblasti

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené geologickou stavbou, morfológiou a klimatickými pomermi. Kolektorom podzemných vôd v záujmovom území sú kvartérne štrkopiesčité zeminy akumulácie toku Dunaja, charakteru štrkov s prímiesou jemnozrnnej zeminy, ojedinele i štrkov zle zrnených, lokálne s piesčitými vložkami. Jedná sa o mohutný kolektor podzemných vôd vytvorený v prostredí dunajských náplavov. Na dopĺňaní nádrže podzemných vôd má najväčší význam tok Dunaj, ktorého vody v tejto časti Bratislavy infiltrujú do štrkopiesčitých náplavov.

Podzemná voda je v hodnotenom území z hydrogeologického hľadiska zadržovaná aj neogénymi zeminami. Ide prevažne o piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy až piesky ílovité.

Úroveň hladiny podzemnej vody kvartéru bola prieskumnými prácami v mesiaci november-december 2022 zaznamenaná vo všetkých prieskumných sondách ST-1 až ST-6 v úrovni 3,45-6,7 m pod súčasným terénom (resp.129,29-129,716 m n.m), s ustálením v úrovni 3,42-6,65 m p.t (129,371-129,751 m n.m). Z priebehu narazených a ustálených hladín podzemnej vody usudzujeme o jej voľnom až mierne napätom charaktere – pozri tab. 31.

Uvedený stav zodpovedá nižším hladinám podzemnej vody, súvisiacim s klimatickými zmenami v poslednom období rokov (dlhodobého sucha).

V porovnaní s hladinami vody na predmetnej lokalite (areál čistiarní) v minulom období (Urban et al., 2015) došlo v období prieskumných prác (11-12/2022) k miernemu poklesu hladiny (pozri tab. 7.1).

Hladina podzemnej vody v štrkovitých zeminách je v hydraulikej spojitosti s hladinou vody v rieke Dunaj. Táto spojitosť sa najvýznamnejšie prejavuje v pririečnej zóne, kedy každá zmena hladiny v toku sa okamžite prejaví i v hladine podzemnej vody.

Generálny smer prúdenia podzemnej vody predpokladáme paralelne s korytom toku Dunaj (t.j. v smere SZ-JV až ZSZ-VJV). Tento bol potvrdenými i režimovými meraniami počas prieskumných prác – viď obr. 13a,b.

Rôzny stupeň zaílovania štrkovitých zemín, ako i premenlivý obsah piesčitej frakcie spôsobuje rôznu intenzitu ich zvodnenia. Z hľadiska typu priepustnosti ide o kolektor s medzizrnovou priepustnosťou.

Tab. 31 : Narazené/ustálené hladiny podzemnej vody v mapovacích a monitorovacích vrtoch počas vrtných prác (november-december 2022)

			narazená hladina		ustálená hladina		
vrt	Z terén	Z /OB/	m p.t	m n.m.	hpv (m OB) 25.11.2022	hpv (m p.t.) 25.11.2022	hpv (m n.m.) 25.11.2022
areál chemickéj čistiarene							
ST-1	135,716	135,696	6.000	129,716	5,980	6,000	129,716
ST-2	135,434	135,414	5,800	129,634	5,740	5,760	129,674
ST-5	136,401		6,700	129,701		6,650	129,751
ST-6	135,789	135,739	6,500	129,289	6,020	6,070	129,719
vrty v okolí chem.čistiarene							
ST-3	134,623	134,603	5,200	129,423	5,145	5,165	129,458
ST-4	132,791	132,771	3,450	129,341	3,400	3,420	129,371

Vysvetlivky : G3 – štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy, G4 – štrky siltovité, S3 – piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy

Zohľadnením petrografického charakteru horninového podložia v hodnotenej oblasti, overenej hĺbky hladiny podzemnej vody (v m p.t.), klimatických podmienok v čase prieskumných prác (nižšia úroveň hpv) ovplyvnenie základových konštrukcií objektu tlakovou podzemnou vodou pri

nižších až priemerných stavoch hladiny výraznejšie nepredpokladáme, pri vyšších až maximálnych stavoch od kóty cca 131,3-131,5 m n. m. (resp. 4,0-4,5 m p.t.) ich vylúčiť však nemožno.

Z informácie dodanej od zadávateľa prác sa v území uvažuje s výstavbou polyfunkčného objektu s bývaním (6 nadzemných poschodí) a podúrovňovým parkoviskom (-1PP). V rámci budovania základových konštrukcií (do hĺbky cca 4,0-4,5 m pod súčasným terénom) je tak potrebné v čase vyšších až maximálnych stavov hladiny podzemnej vody uvažovať s nutnosťou zníženia hladiny podzemnej vody v stavebnej jame.

Z uvedeného dôvodu odporúčame stavebné práce realizovať v suchšom období, pri nižších hladinách podzemnej vody, ako i hladiny vody v Dunaji (v mesiacoch september až november).

Všetky základové konštrukcie je vzhľadom na vyššie uvedené skutočnosti potrebné kvalitne odizolovať vhodnou hydroizoláciou voči tlakovej vode.

2.horizont podzemnej vody (neogénneho veku) v hĺbke 12,0-16,7 m p.t v danej etape prieskumných prác zistený nebol.

Maximá hladín podzemnej vody v záujmovej oblasti

Pri charakteristike rozkvyu hladiny podzemnej vody záujmovej oblasti vychádzame z údajov hladín podzemnej vody pozorovacích sond SHMÚ, situovaných v jej okolí a z výsledkov realizovaných prác v záujmovom území v minulom období.

V okolí záujmového územia sa z pozorovacích objektov SHMU nachádzajú sondy č. 1443 (Bratislava - Športová hala) a č. 711 (Bratislava - Tokajicka).

Najbližšie k záujmovému územiu je situovaná sonda č. **1443** vzdialená cca 265 m SSZ smerom a sonda č. 711 (cca 430 m V smerom). Základné údaje sond základnej pozorovacej siete SHMÚ za nižšie uvedené pozorované obdobie uvádzame v tab. 32.

Nadmorská výška terénu v prípade monitorovacích sond dosahuje cca 134,7-135,9 m n.m., v prípade nami hodnotenej oblasti (areál chemických čistiarní) sa výška terénu pohybuje v úrovni cca 135,9 m n.m. $\pm$ 0,5 m.

Tab. 32: Hladiny podzemnej vody v najbližšie situovaných pozorovacích objektoch SHMÚ

číslo sondy SHMÚ	sonda č. 1443	sonda č. 711
Názov sondy	Bratislava – Športová hala	Bratislava - Tokajicka
Výška terénu	135,88 m n.m.	134,69 m n.m.
HPV pozorovaná od roku	1971	1962
HPV v období	1971-2020	1962-2020
Maximálna (m n.m.)	131,15 (24.04.1996)	130,94 (20.07.1966)
Maximálna (m p.t.)	4,73	3,75
Minimálna (m n.m.):	129,04 (28.03.1973)	128,45 (30.09.1964)
Minimálna (m p.t.):	6,84	6,24
Rozkvy v poz. období (m)	2,11 m	2,49 m
Priemerná (m n.m.):	130,26 t.j.: 5,62 m p.t.	129,61 t.j.: 5,08 m p.t.
HPV v období roku	2021	2021
Maximálna (m n.m.)	130,36 (03.03.)	129,66 (25.02.)
Maximálna (m p.t.)	5,52	5,03
Minimálna (m n.m.):	130,13 (08.09.)	129,46 (28.10.)
Minimálna (m p.t.):	5,75	5,23
Rozkvy v poz. období (m)	0,23 m	0,20 m
Priemerná (m n.m.):	130,25 t.j.: 5,63 m p.t.	129,57 t.j.: 5,12 m p.t.

Na základe dlhodobého pozorovania hladín podzemnej vody možno v území areálu čistiarní uvažovať s jej rozkyvom $\pm 1,5-2,0$ m (vody kvartérneho zvodnenca). S maximálnou hladinou podzemnej vody v záujmovom areáli odporúčame uvažovať na úrovni cca 131,3 až 131,5 m n.m., (resp. cca 4,0-4,5 m p.t.).

7.1.1.3.1 Stanovenie hydraulických parametrov horninového podložia

Hydraulické parametre piesčito-štrkovitých zemín boli orientačne stanovené na základe kriviek zrnitosti. Ich súhrn podávame v nasledujúcom texte a textovej prílohe 1.A.1. Filtračné súčinitele vyhodnotené z kriviek zrnitosti podľa vybraných vzťahov dosahujú pre jednotlivé geotechnické typy pieskov a štrkov nasledujúce hodnoty :

- Piesky s prím. jemnoz. zeminy S3 S-F .. $k_f = 5,16 \cdot 10^{-5}$ až $7,93 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $k_{f\text{priem.}} = 6,55 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- Štrky s prím. jem. zeminy G3 G-F $k_f = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ - $1,77 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $k_{f\text{priem.}} = 1,11 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,

Koeficienty filtrácie stanovené na základe zhodnotenia zrnitostných kriviek ílovitých/siltovitých sedimentov sa pohybujú v prípade :

- siltov/ílov so strednou až vysokou plast. $k_f = 1,11 \cdot 10^{-6}$ až $4,94 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $k_{f\text{priem.}} = 3,99 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
- siltov piesčitých..... $k_f = 1,38 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Takto získané hodnoty k_f (prepočtom z kriviek zrnitosti) však pokladáme len ako hrubo orientačné. Pre stanovenie reálnych hodnôt súčiniteľa filtrácie k_f záujmovej oblasti odporúčame realizáciu hydrodynamických skúšok, resp. archívnu rešerš týchto skúšok z danej oblasti.

Za daným účelom bol spracovaný stručný prehľad dosiahnutých výsledkov hydrodynamických skúšok v minulom období a to jednak na vrtoch situovaných v bezprostrednom okolí, ako i jeho širšom okolí. Situovanie sond, s realizovanými čerpacími skúškami v minulom období podávame prehľadne na obr. 7 (kapitola 5).

Dosiahnuté hydraulické parametre z vykonaných HDS podávame v tab. 7.3 (širšie okolie) a 7.4 na vrtoch v blízkosti areálu HGV-3,4,5 - (viď kapit.5).

Z dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že krátkodobými čerpacími skúškami na objektoch HGV-3, HGV-5 a HGV-6 boli zistené koeficienty k_f v rozsahu $2,11 \cdot 10^{-3}$ až $5,73 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (JETEL, 1973) podľa parametrov „ k_f “ je zvodnená vrstva fluvialných štrkov a pieskov v okolí sond HGV-3,5,6 „silne priepustná“ (tr.priepustnosti II). Podľa stanovených hodnôt koeficienta prietochnosti „ T “ možno definovaný kolektor v okolí sond HGV-3,5,6 charakterizovať ako kolektor „s veľmi vysokou prietochnosťou“ (KRÁSNÝ, 1993).

Je potrebné však poznamenať, že takto stanovené parametre považujeme za aproximatívne, približne vystihujúce hydraulické parametre vo svojom okolí, nakoľko krátkodobé čerpacie skúšky overili skôr technický stav hydrogeologických vrtoch a schopnosť ich hydraulikkej komunikácie s najbližším okolím. Silný vplyv objemu studne na priebeh prvých fáz čerpacích skúšok, nieisté vyhodnotenie základnej podmienky $1/u > 33$ pre interpretáciu Jacobovou priamkovou transformáciou v danom prostredí vyžaduje hydrodynamické skúšky v rozsahu minimálne niekoľkých dní.

Z uvedeného dôvodu v tab. 7.3 (kapit. 5) podávame stručný prehľad výsledkov čerpacích skúšok aj na vrtoch s dĺžkou trvania 2-21 dní (v okolí hodnoteného areálu). V daných prípadoch sa hodnoty k_f pohybujú v rozpätí $4,57 \cdot 10^{-2}$ – $6,86 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Daný rozptyl pripisujeme heterogenite horninového podložia, t.j. rôznemu obsahu štrkovej, piesčitej zložky a stupňa ich zaílovania.

Záverom možno konštatovať, že dosiahnuté hodnoty koeficientu filtrácie k_f v prostredí štrko-piesčitých sedimentov potvrdili celkovo dobré zvodnenie a dopĺňovanie zásob podzemnej vody v záujmovom území.

7.1.1.3.2 Vyhodnotenie režimových meraní

Hodnoty hladiny podzemnej vody v monitorovacích vrtoch počas režimových meraní (11/2022 až 02/2023) udávame v tab. č. 33. Využité boli novovybudované i existujúce hydrogeologické objekty.

Zvodnenie je viazané na štrko-piesčité až piesčité sedimenty a je závislé najmä od hladiny v povrchovom toku Dunaj a atmosferických zrážok.

Smer prúdenia podzemnej vody je primárne určený morfológiou terénu a tokom Dunaj. Generálny smer sa v danej oblasti uvažuje SZ-JV, lokálne až ZSZ-VJV. Tento bol overený všetkými režimovými meraniami na zabudovaných objektoch (pozri graf. prílohu č. 5) + obr. č. 13a,b.

Na základe režimových meraní hladiny podzemnej vody na existujúcich hydrogeologických objektoch (celkom 4 kolá meraní) boli zostrojené mapy hydroizohýps hladiny podzemnej vody. Z ich priebehu bol potvrdený smer prúdenia podzemnej vody v smere SZ-JV – pozri obr. 13,14.

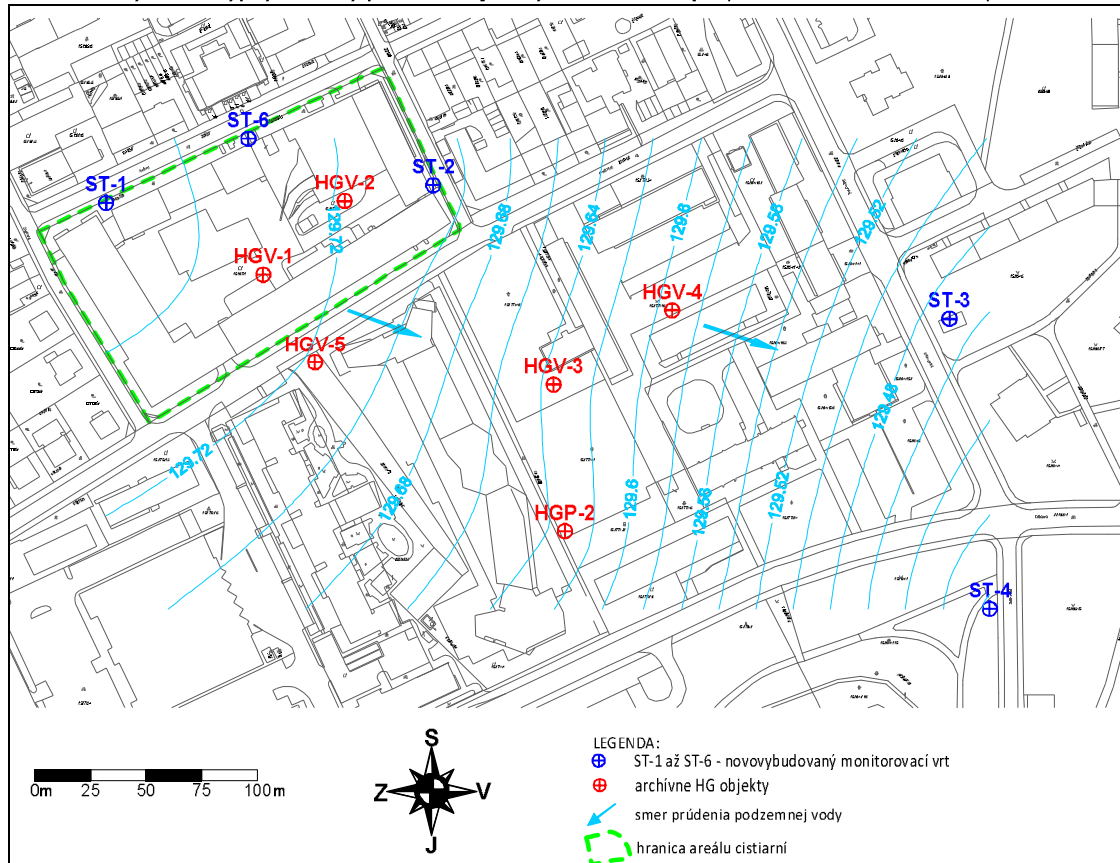
Tab.33 : Režimové merania podzemnej vody na dostupných monitorovacích vrtoch v areáli a jeho okolí (november 2022 – február 2023)

vrt	Z terén	Z /OB/	hvp - 25.11.2022			hvp - 10.12.2022			hvp - 2.2.2023		hvp - 10.2.2023		rozkyv
			m (OB)	m p.t.	m n.m.	m (OB)	m p.t.	m n.m.	m (OB)	m n.m.	m (OB)	m n.m.	
ST-1	135.716	135.696	5.980	6.000	129.716	5.945	5.965	129.751	5.845	129.851	5.850	129.846	0.130
ST-2	135.434	135.414	5.740	5.760	129.674	5.700	5.720	129.714	5.605	129.809	5.605	129.809	0.135
ST-3	134.623	134.603	5.145	5.165	129.458	5.135	5.155	129.468	5.055	129.548	5.050	129.553	0.095
ST-4	132.791	132.771	3.400	3.420	129.371	3.375	3.395	129.396	3.305	129.466	3.305	129.466	0.095
ST-5	136.401						6.660						
ST-6	135.789	135.739	6.020	6.070	129.719	6.010	6.060	129.729	5.905	129.834	5.905	129.834	0.115
HGV-1	136.553	136.553	6.825	6.825	129.728	6.820	6.730	129.733	6.730	129.823			0.095
HGV-2	135.833	135.833	6.120		129.713	6.115	6.015	129.718	6.015	129.818	6.015	129.818	0.105
HGV-3	134.179	134.179	4.550		129.629	4.545		129.634	4.450	129.729	4.450	129.729	0.100
HGV-4	133.337	133.337	3.740		129.597				3.640	129.697	3.640	129.697	0.100
HGV-5	135.618	135.618	5.900		129.718	5.900		129.718	5.795	129.823	5.800	129.818	0.105
HGP-2	134.446	134.446	4.815		129.631	4.810		129.636	4.720	129.726	4.720	129.726	0.095
SHMÚ-711		135.810							6.490	129.320			
SHMÚ-716		135.170							6.275	128.895			
SHMÚ-1343		136.360							6.295	130.065			
HGP-1		135.270							6.040	129.230	6.040	129.230	

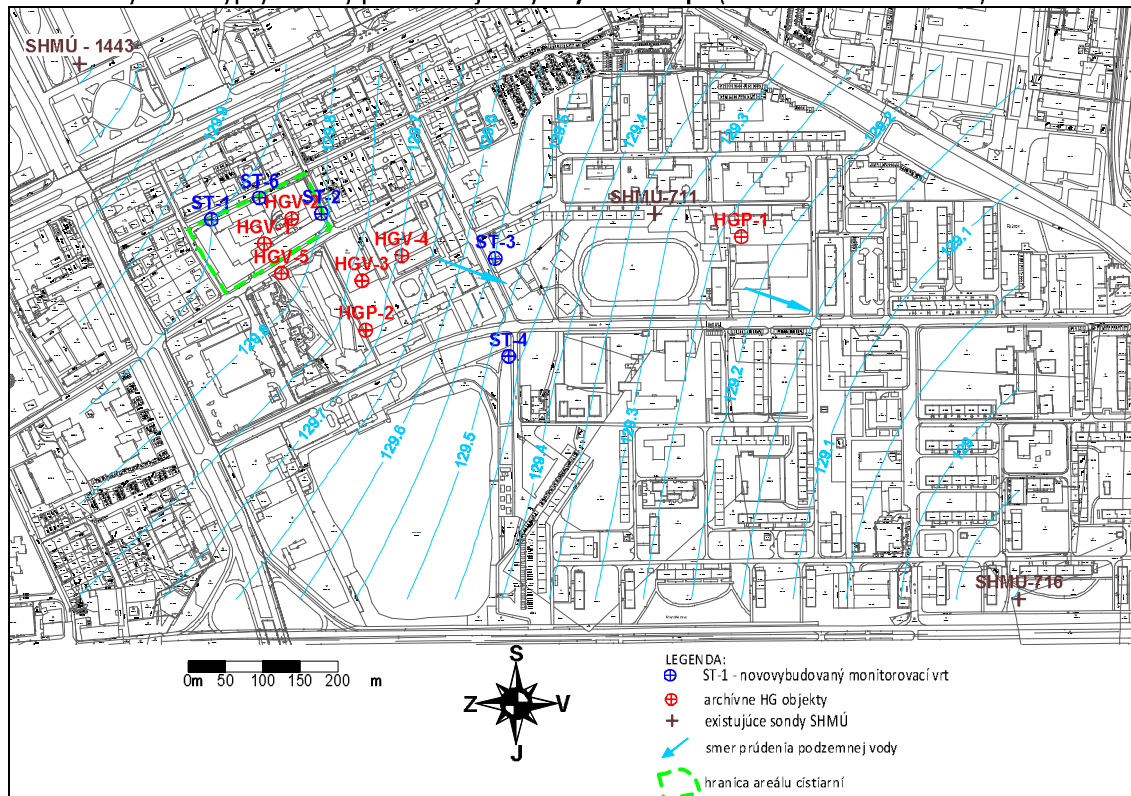
vysvetlivky: 163,86 m n.m – minim. hladina, 163,955 m n.m. – maxim. hladina v sledovanom období

V sledovanom období monitorovacích prác (11/2022 až 02/2023) boli vyššie stavy hvp potvrdené v mesiaci 02/2023(konkrétne 2.2. a 10.2.), čo korešponduje s vyššími zrážkovými úhrnmi v období december 2022 a január 2023. Nižšie stavy zistené v mesiaci november 2022 (v čase realizácie prieskumných diel) zodpovedajú obdobiu so zostupným trendom zrážok v období 10-11/2022 – pozri obr.14. Rozkyv hladiny sa u jednotlivých vrtoch v čase prieskumu pohyboval v rozpätí 0,095 až 0,135 m – pozri tab. 33.

Obr. 13 - Hydroizohypsy hladiny podzemnej vody – nižší stav hpv (stav ku dňu 25.11.2022)



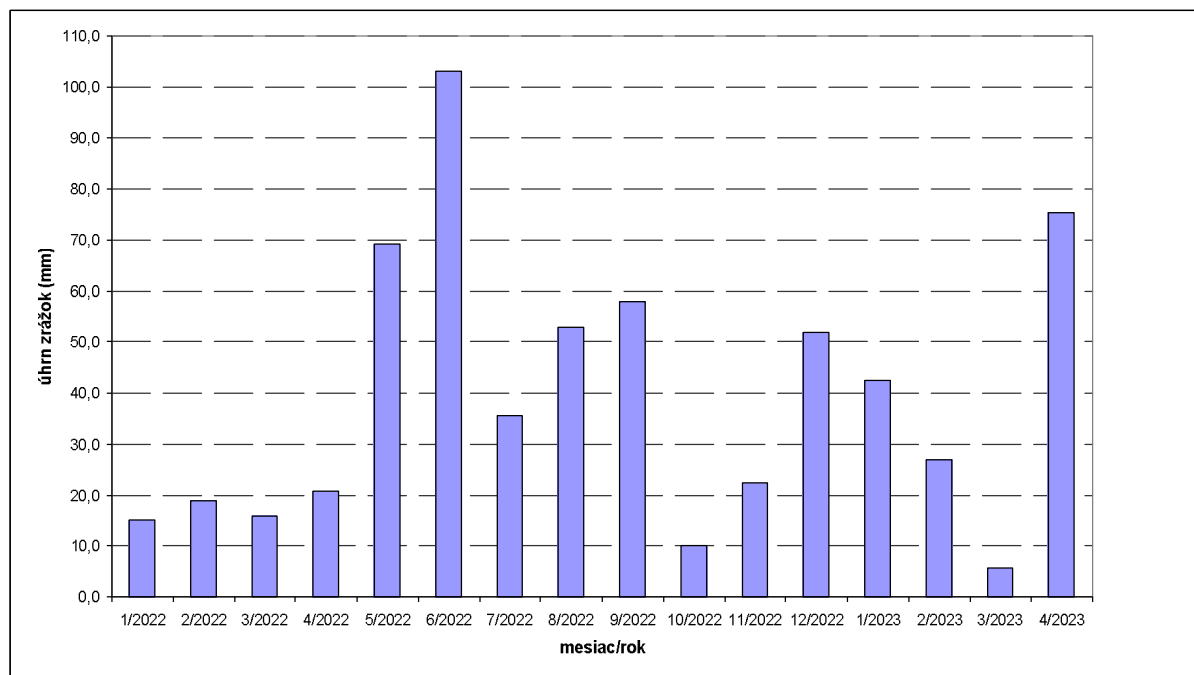
Obr. 14 - Hydroizohypsy hladiny podzemnej vody - vyšší stav hpv (stav ku dňu 02.02.2023)



Kolektor podzemných vôd tvoria v celom území štrkopiesčité zeminy, s lokálnym výskytom piesčito-ílovitých preplástkov v rôznych hĺbkových úrovniach.

Časový priebeh mesačných zrážkových úhrnov v období 01/2022 až 04/2023 udávame na obr. 15.

Obr.15: Mesačné úhrny zrážok v jednotlivých mesiacoch v období 01/2022 až 04/2023 - meteorologická stanica Bratislava - letisko



Medzi režimové merania boli zaradené aj merania hladín na vodných plochách – pozri tab. 34. Povrchová voda oboch nádrží je napájaná vodami podzemnými. Určité ovplyvnenie ich kvality zo zdrojov znečistenia v hodnotenom areáli vzhľadom na ich situovanie a potvrdený smer prúdenia podzemných vôd však úplne vylúčiť nemožno.

Tab. č. 34 : Režimové merania na vodných nádržiach – Štrkovecké jazero a jazero Rohlík (12/2022, 02/2023)

Výsledky merania hladiny Štrkoveckého a Ružinovského jazera			
jazero	05.12.2022 (minimálny stav)	02.02.2023 (maximálny stav)	10.02.2023
	hladina (m n.m.)	hladina (m n.m.)	hladina (m n.m.)
Štrkovecké	129,47	129,53	N
Ružinovské	129,10	129,16	N

N – hladina podzemnej vody nebola meraná

7.1.2 Poznanky o charaktere a rozsahu znečistenia a jeho šírení

Medzi hlavné ciele doplnkového geologického prieskumu životného prostredia bolo overenie rozsahu znečistenia a identifikácia znečisťujúcich látok prítomných v rôznych zložkách životného prostredia v súčasnom období, ktoré súvisia s činnosťami vykonávanými na danej lokalite (areál čistiarní) a v jej blízkom okolí.

Celkom bola prítomnosť kontaminantov zisťovaná **v zeminách** rôznych hĺbkových úrovní (biologicky kontaktnej zóny, pásma prevzdušnenia a nasýtenia), ďalej **v nadzemných základových konštrukciách objektov, v pôdnom vzduchu, v podzemnej a povrchovej vode.**

Rozsah vzorkovacích a laboratórnych prác v rámci jednotlivých vzorkovaných médií je uvedený v kapit. 6.4.1 a 6.5.1.

7.1.2.1 Kvalita zemín

Aktuálny stav kvality *zemín* bol v plošnom i hĺbkovom profile zisťovaný v priebehu vrtných prác monitorovacích vrtov (ST-1 až ST-4, ST-6) a mapovacej sondy (ST-5).

Sumarizácia počtu jednotlivých vykonaných analýz je uvedená v tab. č. 14 (vzorkovacie a laboratórne práce). Zoznam odberných miest zemín so stanoveným obsahom kvalitatívnych parametrov je uvedený v tabulke č. 21a. Protokoly laboratórnych analýz sú súčasťou textovej prílohy č. 1.A.2 (natívna vzorka - zeminy). Situovanie dokumentačných bodov vzoriek zemín je súčasťou grafickej prílohy č. 4a.

Vyhodnotenie výsledkov vzoriek **zemín** bolo realizované porovnaním s platným legislatívnym predpisom :

„**Smernica na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia č.1/2015-7** (s účinnosťou od 20.02.2015). Uvedenou smernicou bol aktualizovaný Metodický pokyn, ktorým boli zavedené hodnoty indikačných (ID) a intervenčných kritérií (IT).

Organoleptické skúšky znečistenia boli vykonané na všetkých vzorkách zemín (pozri textovú prílohu 2c). Známky znečistenia po senzorickej stránke boli zistené len lokálne v prípade sond :

-**ST-2** v prostredí piesku siltovitého v hĺbkovej úrovni cca 4,5 m p.t., zistený bol splaškový zápach indikujúci pravdepodobne úniky z kanalizácie (?)

-**ST-5** – na báze štrkov v úrovni cca 11,5-13,4 m p.t (slabý zápach po organických látkach).

V daných prípadoch vykazovali vzorky pieskov sivé, sivohnedé až tmavosivé sfarbenie so slabým organickým zápachom. V prípade ostatných odobratých vzoriek zo sond prejavy znečistenia po senzorickej stránke neboli zistené.

-**ST-3** – v štrkoch pásma nasýtenia v úrovni 5,0-6,8 m p.t (slabý zápach po organických látkach).

➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz nepolárnych extrahovateľných látok NEL (NEL-IR, C₁₀-C₄₀)

Obsah nepolárnych extrahovateľných látok, ako indikátor prípadného ropného znečistenia bol sledovaný u všetkých monitorovacích i mapovacích sond prevažne v 2 až 3 hĺbkových úrovniach (v povrchovej, resp. podpovrchovej úrovni zodpovedajúcej biologicky kontaktnej zóne + hĺbkovej úrovni v členení na pásmo nasýtenia, lokálne i prevzdušnenia).

Nepolárne extrahovateľné látky boli sledované prednostne formou ukazovateľa NEL-IR (spektrofotometrickou metódou v infračervenej oblasti spektra) a vo vybraných prípadoch pre bližšiu charakteristiku prípadného znečistenia i vo forme C₁₀-C₄₀ (metódou plynovej chromatografie).

Dosiahnuté výsledky (v natívnej vzorke) podávame súhrnne v tab. 35 (monitorovacie + mapovacie vrty).

Tab.35: Koncentrácie **NEL** vo vzorkách zemín – povrchové a hĺbkové vzorky

NEL	litológia	natívna vzorka			
		NEL-IR (mg/kg suš.)		NEL-GC (mg/kg suš.)	
		ID 400	IT _{obyt.} 500	ID 200	IT _{obyt.} 250
hĺbka odberu					
ST-1 /0,5-1,2m/	F3 MS	<8	-	-	-
ST-1 /6,3-7,2m/	G3 ZV.	<8	-	-	-
ST-1 /11,8-12,5m/	G3 ZV.	24,1	<100	-	-
ST-2 /0,4-1,0m/	Y _{F3} MS	48,5	-	-	-
ST-2 /4,5-5,1m/	F4 CS	67,9	<100	-	-
ST-2 /10,5-11,2m/	G3 ZV.	28	-	-	-
ST-3 /0,4-1,0m/	S4 SM	<8	-	-	-
ST-3 /5,0-5,8m/	G3 ZV.	-	<100	-	-
ST-4 /4,0-5,0m/	G3 ZV.	23,8	-	-	-
ST-5 /0,8-1,5m/	Y _{G3} G-F	27,7	-	-	-
ST-5 /9,6-10,5m/	G3 ZV.	49,9	<100	-	-
ST-6 /0,7-1,5m/	Y _{F3} MS	24,5	-	-	-
ST-6 /6,2-7,0m/	G3 ZV.	16,7	-	-	-

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
 x – koncentrácia ukazovateľa kvality v úrovni IT – obytné zóny (intervenčných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015
 Y – navážka, F3 – silt piesčitý, F4 – íl piesčitý, G3 – štrk s prímiesou zeminy, Y-navážka, zv.- zvodnený horizont

Z výsledkov laboratórnych analýz je zrejmé, že odobraté **vzorky zemín** u sledovaného ukazovateľa **NEL-IR** poukazujú prevažne na ich nízke obsahy, a to jednak v povrchových, ako i hĺbkových úrovniach horninového prostredia (pásma prevzdušnenia i nasýtenia). Zistené boli obsahy v rozpätí <8 - 49,9 mg/kg v sušine, s maximom 67,9 mg/kg v sušine (u ST-2 vo vzorke so slabým zápachom po splaškoch). V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) ide vo všetkých prípadoch o hodnoty hlboko pod úrovňou indikačných (ID), ako i intervenčných kritérií (IT).

U formy **NEL-GC**, sledovanej kontrolne v 4 vzorkách zemín prejav znečistenia taktiež zistený nebol (zistené obsahy pod medzu stanovenia použitej analytickej metódy).

➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz prchavých arómatov (BTEX)

Obsah BTEX bola sledovaný v zóne prevzdušnenia i nasýtenia. Dosiahnuté výsledky podávame súhrnne v tab. č. 36.

Tab.36: Obsahy BTEX v zeminách v mg/kg/sušiny – monitorovacie a mapovací vrt

BTEX (mg/kg suš.)	Litológia	Benzén		Toluén		Etylbenzén		Xylény		Styrén		Suma BTX		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
ST-1 /0,5-0,8m/	F3 MS	0,12		<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,3			
ST-1 /6,0-6,3m/	G3 zv.	<0,1		<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,3			
ST-1 /15,1-15,4m/	G3 zv.	0,11		0,15		<0,1		<0,10		<0,1		0,31			
ST-2 /0,4-0,7m/	Y F3 MS	0,1		<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,3			
ST-2 /4,8-5,1m/	F4 CS	<0,1		0,19				<0,10						<0,5	
ST-2 /11,7-12,0m/	G3 zv.	<0,1		0,16		<0,1		<0,10		<0,1		<0,3			
ST-3 /5,0-5,4m/	G3 zv.	<0,1		0,15				<0,10						<0,5	
ST-3 /9,7-10,0m/	G3 zv.	<0,1		0,13		<0,1		<0,10		<0,1		<0,3			
ST-4 /3,4-3,7m/	G3 zv.	<0,1		0,21		<0,1		<0,10		<0,1		0,32			
ST-4 /12,8-13,2m/	G3 zv.	0,12		0,19		<0,1		<0,10		<0,1		0,73			
ST-5 /0,7-1,0m/	Y F3 MS	0,13		0,19		<0,1		<0,10		<0,1		0,37			
ST-5 /6,5-6,8/	G3 zv.	<0,1		<0,1				<0,10						<0,5	
ST-5 /13,0-13,3m/	G3 zv.	<0,1		<0,1		<0,1		<0,10		<0,1		<0,3			
ST-6 /0,5-0,8m/	Y F3 MS	0,1		0,19				<0,10						<0,5	
ST-6 /14,1-14,6m/	G3 zv.	0,1		0,19		<0,1		<0,10		<0,1		0,33			

x – koncentrácia ukazovateľa kvality pod úrovňou ID (indikačných kritérií) – v zmysle smernice MŽP, 2015
 F3 – silt piesčitý, F4 – íl piesčitý, G3 – štrk s prímiesou zeminy, Y-navážka, zv.- zvodnený horizont/zóna nasýtenia

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že v prípade monocyklických aromatických uhľovodíkov (**BTEX**) známky znečistenia preukázané neboli. Sledované vzorky zemín vykazujú vo všetkých prípadoch (povrchových i hĺbkových vzoriek) nízke koncentrácie týchto látok, u foriem etylbenzén, xylén a styren pod medzu stanovenia použitých analytických metód (pozri tab. 36). Stopové obsahy v rozpätí desiatin mg/kg boli overené iba v prípade benzénu a toluénu (0,11-0,21 mg/kg), v zmysle smernice MŽP však aj tieto spadajú hlboko pod úroveň ID kritérií.

Záverom možno konštatovať, že antropogénne ovplyvnenie kvality zemín ropnými látkami (charakteru NEL, BTEX) v hodnotenom území preukázané nebolo.

➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz chlorovaných uhľovodíkov (CIU):

V prípade chlórovaných uhľovodíkov (ako prioritného kontaminantu) boli sledované obsahy týchto látok prednostne v pásme nasýtenia (vzhľadom na ich špecifické vlastnosti prednostne na báze kvartérneho kolektora), vo vybraných prípadoch i v antropogénnej navážke, resp. zóne prevzdušnenia. Dosiahnuté výsledky podávame v tab. č.37.

Tab.37 : Koncentrácie **CLU** vo vzorkách zemín– povrchové a hĺbkové vzorky

CLU (mg/kg suš.)	Lito- lógia	cis 1,2 dichlóretén		trans 1,2 dichlóretén		trichló- etén		1,1,2,2 tetra- chlóretén		Vinyl- chlorid		Dichló- metán		1,1- dichlóretén		1,1- dichlóretén		1,2- dichlóretén	
		ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o
		10	15	10	15	10	15	1,5	2	0,1	0,12	7	10	15	20	15	20	1,5	2
hĺbka odberu																			
ST-1 /0,5-0,8m/	F3 MS	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-1 /6,0-6,3m/	G3 zv.	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-1 /15,1-15,4m/	G3 zv.	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-2 /0,4-0,7m/	Y F3 MS	0,46		<0,4		0,43		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-2 /4,8-5,1m/	F4 CS	<0,4		<0,4		1,23		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-2 /11,7-12,0m/	G3 zv.	0,48		<0,4		0,61		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-3 /9,7-10,0m/	G3 zv.	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-4 /3,4-3,7m/	G3 zv.	0,83		<0,4		0,57		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-4 /12,8-13,2m/	G3 zv.	<0,4		<0,4		0,44		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-5 /0,7-1,0m/	Y F3 MS	<0,4		<0,4		0,57		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-5 /6,5-6,8/	G3 zv.	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-5 /13,0-13,3m/	G3 zv.	<0,4		<0,4		<0,4		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-6 /0,5-0,8m/	Y F3 MS	<0,4		<0,4		0,75		<0,3		<0,1		<0,1		<0,1		<0,3		<0,3	
ST-6 /14,1-14,6m/	G3 zv.	<0,4		<0,4		0,42		<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

F3 – silt piesčitý, F4 – íl piesčitý, G3 – štrk s prímiesou zeminy, Y – navážka, zv. – zvodnený horizont

CLU - pokračovanie (mg/kg suš.)	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 _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o
		15	20	15	20	15	20	15	20	0,4	0,5	2,5	3	2,5	3	2,5	3	2,5	3
hĺbka odberu																			
ST-1 /0,5-0,8m/	F3 MS	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-1 /6,0-6,3m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-1 /15,1-15,4m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-2 /0,4-0,7m/	Y F3 MS	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-2 /4,8-5,1m/	F4 CS	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		-		-		-		-	
ST-2 /11,7-12,0m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-3 /9,7-10,0m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-4 /3,4-3,7m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-4 /12,8-13,2m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-5 /0,7-1,0m/	Y F3 MS	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-5 /6,5-6,8/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		-		-		-		-	
ST-5 /13,0-13,3m/	G3 zv.	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		<0,10		<0,1		<0,1		<0,1	
ST-6 /0,5-0,8m/	Y F3 MS	<1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,4		-		-		-		-	
ST-6 /14,1-14,6m/	G3 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

F3 – silt piesčitý, F4 – íl piesčitý, G3 – štrk s prímiesou zeminy, Y – navážka, zv. – zvodnený horizont

CLU - pokračovanie (mg/kg suš.)	Lito- lógia	Bromo- form		Brom- dichló- rmetán		Dibrom- chlór- metán		Suma alifat. chlorov. uhľovodíkov	
		ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o	ID	IT _o
		15	20	15	20	15	20	15	20
hĺbka odberu									
ST-1 /0,5-0,8m/	F3 MS	-		-		-		-	
ST-1 /6,0-6,3m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-1 /15,1-15,4m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-2 /0,4-0,7m/	Y F3 MS	-		-		-		-	
ST-2 /4,8-5,1m/	F4 CS	<0,8		<0,8		<0,8		2,84	
ST-2 /11,7-12,0m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-3 /9,7-10,0m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-4 /3,4-3,7m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-4 /12,8-13,2m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-5 /0,7-1,0m/	Y F3 MS	-		-		-		-	
ST-5 /6,5-6,8/	G3 zv.	<0,8		<0,8		<0,8		1,334	
ST-5 /13,0-13,3m/	G3 zv.	-		-		-		-	
ST-6 /0,5-0,8m/	Y F3 MS	<0,8		<0,8		<0,8		1,06	
ST-6 /14,1-14,6m/	G3 zv.	-		-		-		-	

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

F3 – silt piesčitý, F4 – íl piesčitý, G3 – štrk s prímiesou zeminy, Y – navážka, zv. – zvodnený horizont

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že potvrdené prejavy znečistenia týmito látkami v podzemnej vode v prostredí zemín zistené neboli. Mimo foriem cis 1,2 DCE a TCE boli v odobratých vzorkách namerané koncentrácie pod medzu stanovenia použitých analytických metód (<0,1 mg/kg v sušine). Znečisťujúca látka overená v podzemnej vode (forma PCE) v zeminách úplne absentovala (pozri tab. 37).

Stopové obsahy v úrovni desiatín až jednotiek mg/kg (avšak hlboko pod úrovňou ID kritérií) boli potvrdené u vrtov ST-2, ST-4 (u foriem cis 1,2 DCE a TCE) + u sond ST-5 a ST-6 (u formy TCE). Namerané obsahy tak poukazujú na určitú manipuláciu s týmito látkami v území. Zhrnutím možno konštatovať, že prejav znečistenia chlórovanými uhľovodíkmi v zeminách (vrátane navážky) záujmovej oblasti realizovanou etapou prieskumných prác potvrdený nebol.

➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz stopových prvkov (As, Cr, Cd, Cu, Pb)

V prípade vybraných kovov boli sledované obsahy týchto látok kontrolne na 3 vybraných vrtoch (ST-1,2,5) v pásme prevzdušnenia a nasýtenia. Dosiahnuté výsledky podávame v tab. č. 38.

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

V povrchových i hĺbkových horizontoch (zóny prevzdušnenia aj nasýtenia) boli zaznamenané u všetkých sledovaných prvkov nízke koncentrácie, hlboko pod limitom indikačných kritérií (ID).

Konkrétne boli u vybraných prvkov zistené koncentrácie:

As 3,9-8,7 mg/kg sušiny

Cr 8,8-30,4 mg/kg sušiny

Cd pod medzu detekcie (< 0,1 mg.kg⁻¹ v sušine)

Cu 10,03 – 26,39 mg/kg sušiny, lokálne s nárastom do 55 mg.kg⁻¹ sušiny

Pb 3,2-9,9 mg/kg sušiny, lokálne s nárastom do 41 mg.kg⁻¹ sušiny – pozri tab. 38.

Tab.38. :Obsahy vybraných **kovov** v zeminách – povrchové a hĺbkové vzorky

Kovy (mg/kg suš.)	litológia	Arzén (As)		Chrómmcelk. (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
ST-1 /0,5-1,2m/	F3 MS	6,4		24,3		<0,1		12,90		9,9	
ST-1 /6,3-7,2m/	G3 zv.	6,3		21,2		<0,1		13,96		8,2	
ST-2 /0,4-1,0m/	Y F3 MS	8,7		30,4		<0,1		55,06		41,5	
ST-2 /4,5-5,1m/	F4 CS	6,7		26,7		<0,1		15,26		8,6	
ST-5 /0,8-1,5m/	Y G3 GF	4,6		14,1		<0,1		10,03		3,2	
ST-5 /9,6-10,5m/	G3 zv.	3,9		8,8		<0,1		26,39		6,4	

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

F3 – silt piesčitý, F4 – íl piesčitý, G3 – štrk s prímiesou zeminy, Y-navážka, zv.- zvodnený horizont

➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU):

PAU boli sledované u vybraných vrtov (ST-1,2,5) v pásme nasýtenia i prevzdušnenia. Súhrn dosiahnutých výsledkov podávame v tab. 39.

Z dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že v prípade **polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU)** výraznejšie prejavy znečistenia zistené taktiež neboli. U všetkých sledovaných vzoriek boli namerané koncentrácie pod medzu detekcie použitej analytickej metódy. V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) zaradujeme dosiahnuté koncentrácie hlboko pod úroveň indikačných kritérií (ID) – vid' tab.39.

Tab. 39 : Koncentrácia **PAU** v povrchových a hĺbkových vzorkách zemín (v mg/kg sušiny)

	Litológia	Σ PAU (mg/kg suš.)	
		ID	IT _{obyt.}
hĺbka odberu		190	280
ST-1 /3,7-4,6m/	G3	<1	
ST-1 /11,8-12,5m/	G3 zv.	<1	
ST-2 /1,8-2,4m/	F3 MS	<1	
ST-2 /4,5-5,1m/	S4 SM	<1	
ST-5 /2,5-3,2m/	F3 MS	<1	
ST-5 /9,6-10,5m/	G3 zv.	<1	

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

➤ **Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz odobratých stavebných konštrukcií v zmysle novelizovanej vyhlášky č.382/2018 Z.z.:**

V prípade odobratých vzoriek **zo základových konštrukcií** boli výsledky vyhodnotené nielen v zmysle smernice MŽP, 2015 (tab. 40, 41), ale pre získanie obrazu o kvalite odpadu pre uvažovanú demoláciu objektivej sústavy a uloženie vzniknutého odpadu na skládke aj v zmysle vyhlášky č.382/2018 Z.z (prílohy č.1 - „KRITÉRIA NA PRIJÍMANIE ODPADOV NA SKLÁDKY ODPADOV“) – pozri tab.41.

Protokoly laboratórneho stanovenia stavebných konštrukcií sú súčasťou textovej prílohy č. 1.A.3. U odobratých 2 vzoriek betónov z nadzemných základových konštrukcií (S-1 a S-2) boli analyzované parametre uvedenej vyhlášky požadované v nativnej vzorke (tab.41) + nad rámec i ukazovatele CLU, vrátane BTEX (vzhľadom na preukázaný prejav znečistenia v podzemnej vode) – tab. 40.

Tab. 40a: Výsledky CLU v odobratých vzorkách stavebných konštrukcií - v zmysle smernice MŽP, 2015

CLU	limit SM 2015 (obytné zóny) mg/kg/sušiny		vzorky stavebných konštrukcií	
	ID	IT _{o.}	S-1	S-2
cis 1,2 dichlóretén	10	15	0,59	<0,4
trans 1,2 dichlóretén	10	15	<0,4	<0,4
trichlóretén	10	15	0,63	<0,4
tetrachlóretén	1,5	2	<0,3	<0,3
Vinylchlorid	0,1	0,12	<0,1	<0,1
Dichlómetán	7	10	<0,1	<0,1
1,1-dichlóretán	15	20	<0,1	<0,1
1,1-dichlóretén	15	20	<0,3	<0,3
1,2-dichlóretán	1,5	2	<0,3	<0,3
Chloroform	15	20	<1	3,08
1,1,1-Trichlóretán	15	20	<0,1	<0,1
1,1,2-Trichlóretán	15	20	<0,1	<0,1
1,1,2,2-tetrachlóretán	15	20	<0,1	<0,1
Tetrachlómetán	0,4	0,5	<0,4	<0,4
Chlórbenzén	2,5	3	<0,10	<0,10
1,2-dichlórbenzén	2,5	3	<0,1	<0,1
1,3-dichlórbenzén	2,5	3	<0,1	<0,1
1,4-dichlórbenzén	2,5	3	<0,1	<0,1

x – limitné hodnoty ukazovateľov pod kritériami ID

Tab. 40b: Výsledky BTEX v odobratých vzorkách stavebných konštrukcií -v zmysle smernice MŽP, 2015

BTEX	limit SM 2015 (obytné zóny) mg/kg/sušiny		vzorky stavebných konštrukcií	
	ID	IT _o	S-1	S-2
benzén	0,5	0,8	<0,1	<0,1
toluén	50	100	<0,1	0,2
xylény	25	30	<0,10	<0,10
etylbenzén	25	50	<0,1	<0,1
styrén	15	30	<0,1	<0,1

Tab.41: Výsledky analýzy vzoriek odobratých stavebných konštrukcií v zmysle vyhlášky č. 382/2018 Z.z. - natívna vzorka a smernice (MŽP, 2015)

Matrica: vzorka stavebnej konštrukcie - natívna vzorka	jednotka	S-1	S-2	limit SM 2015		Vyhláška 382/2018 Z.z.		
				obytné zóny		SKIO	SKNNO	SKNO
				mg/kg/sušiny		Trieda vyluhovateľnosti		
				ID	IT	I.	II.	III.
strata žiháním pri 550°C ^{h)}	% suš.	N	N	-	-	5	8	10 ^{h)}
súhrnné parametre								
celkový organický uhlík (TOC) ^{h)}	% suš.	N	N	-	-	3 ^{j)}	5 ^{j)} 1)	6 ^{j)}
extrahovateľné kovy								
As	mg/kg suš.	3,0	2,6	65	70	200	-	5 000
Cd	mg/kg suš.	0,8	0,4	10	20	4	-	5 000
Hg	mg/kg suš.	0,018	0,066	2,5	10	2	-	3 000
Ni	mg/kg suš.	16,17	21,13	180	250	500	-	5 000
Pb	mg/kg suš.	10,3	24,6	250	300	500	-	10 000
BTEX								
suma BTEX ^{d)}	mg/kg suš.	<0,3	<0,3	-	-	6	-	-
polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU)								
Σ PAU	mg/kg suš.	<1	<1	190	280	80	-	100
ropné uhľovodíky								
Uhľovodíky C10 - C40 ^{d)}	mg/kg suš.	<100	116	200	250	500	1 000	50 000 ^{k)}
PCB								
Σ PCB ^{d)}	mg/kg suš.	N	N	2,5	5	1	-	100

Okrem vyššie uvedených analýz bola u zmesovej vzorky stavebných konštrukcií (vytvorenej spojením dielčích odobratých vzoriek S-1 + S-2) vykonaná kompletná analýza v zmysle prílohy č.1 k vyhláške č.382/2018 Z.z. (vo vodnom výluhu). Výsledky podávame v tab. č. 42.

Tab. 42: Výsledky analýzy zmesovej vzorky staveb. konštrukcií v zmysle vyhlášky č. 382/2018 Z.z. - vodný výluh

vodný výluh	jednotka	S-1+S-2	limit SM 2015		Vyhláška 382/2018 Z.z.		
					SKIO	SKNNO	SKNO
			μg/l		Trieda vyluhovateľnosti		
			ID	IT	I.	II.	III.
pH ^{a)}		N	6,0-6,5	<6 a >9	6-12	5,5-13	4-13,5
DOC ^{d)e)}	mg/l	N			50	80 ^{f)}	100
fenol.index	mg/l	N			0,1	50	100
anorganika							
chloridy	mg/l	38,3	150000	250000	80 ^{g)}	1 500	2 500
kyanidy celk. ^{x)}	mg/l	N	100	200	0.02	1	2
fluoridy	mg/l	N	2000	4000	1	15	50
sírany	mg/l	45,6	-	-	100 ^{g)} 1)	2 000	5 000
CRL	mg/l	N	-	-	400	6000	10000
kovy							
Al ^{k)}	mg/l	N	250	400	2	50	-
As	mg/l	<0,005	50	100	0.05	0,2	2,5
Ba	mg/l	N	1000	2000	2	10	30
Cd	mg/l	<0,0003	5	20	0.004	0,1	0,5
Co ^{k)}	mg/l	N	100	200	0.1	1	5
Cr (celkový)	mg/l	0,044	150	300	0.05	1	7
Cu	mg/l	N	1000	2000	0.2	5	10
Hg	mg/l	N	2	5	0.001	0,02	0,2

vodný výluh	jednotka	S-1+S-2	limit SM 2015		Vyhláška 382/2018 Z.z.		
					SKIO	SKNNO	SKNO
			µg/l		Trieda vyluhovateľnosti		
			ID	IT	I.	II.	III.
Mo	mg/l	N	180	350	0.05	1	3
Ni	mg/l	0,001	100	200	0.04	1	4
Pb	mg/l	<0,001	100	200	0.05	1	5
Sb	mg/l	N	25	50	0.006	0,07	0.5
Se	mg/l	N	-	-	0.01	0,05	0.7
V ^{x)}	mg/l	N	150	300	0.05	2	10
Zn	mg/l	0,009	1500	5000	0.4	5	20
Sn ^{y)}	mg/l	N	30	150	0.2	5	20
ekotoxická ^{d) g)}	ml/l	N			negatív na	≥10	-

x – limitné hodnoty ukazovateľov vodného výluhu a natívnej vzorky SKIO (skládka odpadov inertného odpadu)

y – limitné hodnoty ukazovateľov vodného výluhu a natívnej vzorky SKNNO (skládka odpadov na odpad, ktorý nie je nebezpečný)

x – limitné hodnoty ukazovateľov vodného výluhu a natívnej vzorky SKNO (skládka odpadov na nebezpečný odpad)

N – ukazovateľ kvality v zmysle vyhlášky č. 382/2018 Z.z. nebol stanovený

Použité skratky:

DOC rozpustený organický uhlík

CRL celkové rozpustené látky

TOC celkový organický uhlík

BTEX benzén, toluén, etylbenzén a xylény

(suma) PCB polychlórované bifenylly (suma siedmich kongenéro: 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180)

PAU polycyklické aromatické uhľovodíky [suma 16 PAU podľa U. S. EPA: naftalén, acenaftén, acenaftylén, fluorén, antracén, fenantrén, fluorantén, pyrén, benzo(a)antracén, chryzén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, benzo(a)pyrén, indeno(1,2,3-cd)pyrén, dibenzo(ah)antracén, benzo(ghi)perylén]

SKIO skládka odpadov na inertný odpad

SKNNO skládka odpadov na odpad, ktorý nie je nebezpečný

SKNO skládka odpadov na nebezpečný odpad

Vysvetlivky:

x Voliteľné ukazovatele, ktorých voľba závisí od charakteru prijímaného odpadu.

a) Stanovené odlišné hodnoty pH nevylučujú odpad zo zatriedenia; príčina musí byť preskúmaná a vyhodnotená.

b) Ak stanovená hodnota CRL neprekročí 400 mg.l-1, nie je potrebné stanoviť hodnoty pre chloridy a sírany.

c) Hodnota pre sírany môže byť prekročená, ak stanovená hodnota CRL neprekročí 600 mg/l.

d) Nie je povolené žiadne prekročenie uvedených hodnôt.

e) Ak nie sú splnené uvedené hodnoty pri vlastnej hodnote pH, môže sa DOC alternatívne stanoviť pri pH 7,5 až 8.

f) Limitné hodnoty musia byť dodržané – vzťahujú sa na odpady, ktoré sa ukladajú spolu s odpadovými materiálmi na báze sadry, ktoré nie sú nebezpečné.

g) Musia byť stanovené a vyhodnotené všetky štyri druhy organizmov (ryby, perloočky, riasy a semená rastlín).

h) Ekvivalentné stanovenia.

i) Povolené dvojnásobné prekročenie uvedenej hodnoty.

j) Hodnoty môžu byť prekročené, ak podstatu odpadu tvorí elementárny uhlík alebo ak je dodržaná limitná hodnota DOC vo vodných výluhoch a výhrevnosť (spalné teplo) nepresahuje hodnotu 6 MJ.kg-1.

k) Odpady s hodnotou vyššou než 1 000 mg.kg-1 sušiny sa musia pred uložením na SKNO stabilizovať.

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že vzorky stavebných konštrukcií v území u sledovaných ukazovateľoch kvality (parametre C₁₀-C₄₀, PAU, stopové prvky /As, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg) spĺňajú kritéria kvality triedy vyluhovateľnosti I. (pozri tab. 42).

So vzniknutým odpadom (v prípade buracích prác) možno orientačne uvažovať s možnosťou jeho uloženia na skládke odpadov nie nebezpečného odpadu.

Investora a projektanta však upozorňujeme, že uvedené zatriedenie stavebného odpadu je len orientačné, nakoľko získané výsledky nepokryli celý požadovaný rozsah kvality v zmysle vyhlášky č. 382/2018 Z.z. Vzhľadom na značnú zastavanosť areálu nepredstavujú ani reprezentatívnu vzorku.

Kvalita odobratých vzoriek stavebných konštrukcií vyhodnotená v zmysle smernice MŽP, prítomnosť znečistenia nepotvrdila. Obidve vzorky (v natívnej forme, ako i vo vodnom výluhu (u zmesovej vzorky S-1+ S-2) zaznamenali vo všetkých prípadoch koncentrácie pod úrovňou ID kritérií – pozri tab. 40 a 41.

7.1.2.2 Kvalita podzemných vôd

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

➤ V blízkosti areálu, bezprostredne pred vstupom podzemných vôd do hodnotenej parcely, sa nachádza obytná zóna (bytové domy 4-6-podlažné + rodinné domy) a polyfunkčná zóna, s parkovou a vzrastlou zeleňou (v zóne rodinných domov). V indikačnej oblasti, JV až východným smerom (za ulicou Na paši) sa nachádza zóna rodinných domov s príslušnými záhradami. Južným smerom (za Prešovskou ulicou) je situovaná obytná zástavba (6-7 poschodí) a administratívna budova s OC Billa a príslušným parkoviskom. Juhovýchodným smerom (v smere generálneho prúdenia podzemnej vody) sa nachádzajú viaceré areály s bytovou zástavbou a občianskou vybavenosťou. Najbližšie je situovaný oplotený areál parkoviska s okolitou trávnatou plochou a ojedinelou vzrastlou zeleňou (fy Fundus s.r.o.), ďalej areál BVS a.s. s príslušným parkoviskom.

➤ mohutný kolektor podzemných vôd je vytvorený v štrkopiesčitom prostredí dunajských náplavov. Ide prevažne o štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy až štrky zle zrnené, s preplástkami pieskov ílovitých nevýrazných hrúbok.

➤ Podložie kolektora budujú v hĺbke cca 12,3-14,5 m p.t. neogénne sedimenty v ílovito/siltovitom, resp. v ílovito-piesčitom vývoji. Lokálne je prvý zvodnený kolektor prepojený s piesčitými polohami podložného neogénu, čím sú lokálne vytvorené komplikovanejšie podmienky obehu a režimu podzemných vôd.

➤ Kvartérny kolektor sa vyznačuje medzizrnovou priepustnosťou s voľnou, až mierne napätou hladinou.

➤ Hlavným znakom dunajských sedimentov je vysoká prietoknosť a značná vrstevná heterogenita prostredia, podmienená častým striedaním priepustnejších a menej priepustných vrstiev, spojená s vlastnou anizotropiou danou orientáciou sedimentárnych zŕn.

➤ Pre dopĺňanie nádrže podzemných vôd má mimoriadny význam Dunaj, ktorého vody infiltrujú do štrkopiesčitých náplavov pravdepodobne po celom úseku od Bratislavy po Palkovičovo. Režim podzemných vôd v pririečnej zóne je bezprostredne ovplyvňovaný režimom v povrchovom toku. Amplitúda rozkvyu klesá so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od toku, v pririečnej zóne sa každá zmena v toku takmer okamžite prejaví zmenou hladiny podzemnej vody.

Báza kolektora (kvartér-neogén) bola v území areálu čistiarní v súčasnej etape overená v hĺbkovej úrovni 12,3-14,5 m p.t. (120,22 až 123,13 m n.m). Do hĺbky 12,0-17,0 m vykazuje prevažne charakter ílovitých/siltovitých zemín, ktoré vystupujú v podobe hydrogeologického izolátora. Lokálne v tomto súvrství vystupujú preplásky piesčitých až piesčito-siltovitých zemín, na ktoré môže byť viazaný ďalší horizont podzemnej vody.

Prítomnosť 2. horizontu podzemnej vody sa na základe archívnych prác predpokladá v hĺbke cca 20-25 m pod súčasným terénom v prostredí neogénnych pieskoch siltovitých (tr. S4 SM).

- hladina podzemnej vody sa v území areálu čistiarní (sondy ST-1,2,5,6) v čase prieskumných prác nachádzala v závislosti od morfológie terénu v hĺbke cca 5,8-6,7 m pod súčasným terénom.

➤ Generálny smer prúdenia podzemných vôd bol režimovými meraniami overený v sledovanom období v smere SZ-JV až ZSZ-VJV (pozri obr. 13,14, graf. príloha 5).

➤ S prihliadnutím na overený smer prúdenia podzemnej vody a situovanie novovybudovaných prieskumných diel v území vystupujú sondy:

- SM-1, SM-6 v pozícii **referenčných objektov**,
- SM-2, SM-5, – **v zdrojovej oblasti znečistenia hodnotenej EZ**
- SM-3, SM-4 - v pozícii **indikačných objektov**.

Miera environmentálneho zaťaženia **podzemnej vody** v hodnotenom území bola overená pomocou 6-tich novovybudovaných objektov, z ktorých 5 ks tvorili monitorovacie vrty, 1 ks

mapovacia sonda. Okrem nich boli v rámci monitoringu kvality využité aj existujúce zabudované vrty v území (13 ks), konkrétne:

- v referenčnej oblasti - v okolí areálu : sonda SHMU 1443,
- v zdrojovej oblasti znečistenia v areáli : sondy HGV-1, HGV-2, studňa S-1
- v indikačnej oblasti – blízke okolie : studňa S-2, HGV-5, HGV-3, HGV-4, HGP-2
- v indikačnej oblasti – širšie okolie : sondy SHMÚ č. 711, č. 716, HGC-1 + objekt HGP-1 (v areáli spojenej školy). Ich situovanie je zobrazené v graf. prílohe č. 4b.

Bližšie je metodika vzorkovania a rozsah laboratórnych analýz v prípade jednotlivých vrtov počas jednotlivých vzorkovacích kôl popísaná v kapitole 6.4.2 a 6.5.2. Stav kvality podzemnej vody bol zameraný na obsah vybraných organických, anorganických látok a vybraných kovov a makroprvkov.

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

- „Smernica na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia č.1/2015-7 (s účinnosťou od 20.02.2015)).

- vyhlášky MZ SR č.91/2023 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou a jej neskorších predpisov – pre látky, ktoré nie sú v smernici obsiahnuté).

✓ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz ukazovateľa NEL

Prítomnosť **ropných látok** v podzemnej vode bola zisťovaná u sond ST-1,2,3,5,6 a HGV-4 pomocou skupinového ukazovateľa **NEL** (nepolárne extrahovateľné látky). Popri forme NEL-IR (spektrofotometrickou metódou v infračervenej oblasti spektra) boli v úvodnej prieskumnej etape na vybraných vzorkách stanovené aj obsahy formy C₁₀ - C₄₀ (plynovou chromatografiou) – vid' tab. č. 43. V druhej (monitorovacej fáze) na základe dosiahnutých výsledkov v úvodnej etape, ako i výsledky archívnych prác v území už tieto látky sledované neboli.

Vzorky pre stanovenie obsahu NEL boli odoberané krátkodobým začerpaním pomocou nízkoprietokového čerpadla vo vrchnej časti zvodnenca (cca 0,2-0,3 m pod hvp).

Tab.43: Obsah **NEL-IR** a **C₁₀-C₄₀** v podzemnej vode – záujmová oblasť – **monitorovacie + mapovacie vrty**

NEL (mg/l)		NEL-IR (mg/l)	C ₁₀ -C ₄₀ (mg/l)
ID SM 2015		0,5	0,25
IT (SM 2015)		1	0,5
ST-1	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,04	<0,1
ST-2	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,04	<0,1
ST-3	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,04	-
ST-5	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,04	<0,1
ST-6	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,04	-
HGV-4	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,04	-

x- koncentrácie pod úrovňou indikačných kritérií (ID), x- koncentrácie nad úrovňou indikačných kritérií (ID), x- koncentrácie nad úrovňou intervenčných kritérií (IT),

Vysvetlivky k tab.: ID - indikačné kritérium (smernica MŽP 2015)

IT - intervenčné kritérium (smernica MŽP 2015)

Z výsledkov je zrejmé, že v sledovaných vzorkách podzemných vôd boli dosiahnuté nízke koncentrácie ukazovateľa NEL, u všetkých sledovaných foriem (**NEL-IR** i **C₁₀-C₄₀**) pod medzou detekcie použitých analytických metód.

Zhrnutím možno konštatovať, že prejav znečistenia týmito látkami v území a jeho okolí zistený nebol. V zmysle platnej legislatívy spadajú namerané hodnoty hlboko pod úroveň indikačných kritérií (ID - smernica MŽP 2015).

✓ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz prchavých arómátov (BTEX)

Monocyklické arómáty (BTEX) boli sledované ako ďalší indikátor výskytu ropných látok v prieskumnej etape u monitorovacích vrtov.

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že u prevažnej väčšiny vrtov boli zaznamenané hodnoty pod medzou detekcie použitého analytického stanovenia.

Stopové hodnoty (s obsahmi v rozpätí 0,1-0,3 µg/l) boli zistené len u mapovacej sondy ST-5 a monitorovacej sondy ST-1 u látky benzén, toluén a xylén. Z hľadiska výšky nameraných koncentrácií (v rozsahu desiatín µg/l) ide aj v daných prípadoch o hodnoty hlboko pod úrovňou indikačných kritérií (MP MŽP, 2015) – pozri tab. č. 44.

Zhrnutím možno konštatovať, že koncentrácie prchavých arómátov vo všetkých sondách vyhovujú kritériám v zmysle platnej legislatívy (<ID) - smernica MŽP, 2015.

Tab.44 : Obsah BTEX v podzemnej vode — monitorovacie a mapovacie vrty

BTEX (µg/l)		Benzén (µg/l)	Toluén (µg/l)	Etylbenzén (µg/l)	Xylény (µg/l)	Suma BTX (µg/l)	BTEX (µg/l)
ID SM 2015		15	350	150	250	N	N
IT (SM 2015)		30	700	300	500	N	N
ST-1 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	1	0,1	<0,1	0,1	<1,00	-
ST-1 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
ST-2 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
ST-2 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
ST-3 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
ST-3 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
ST-4 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
ST-4 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
ST-5	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	0,3	0,3	<0,1	0,3	<1,00	-
ST-6 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
ST-6 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
HGV-1 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
HGV-1 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
HGV-2 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
HGV-2 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
HGV-3 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
HGV-3 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
HGV-4 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
HGV-4 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
HGV-5 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
HGV-5 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
HGP-2 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
HGP-2 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
S-1 (B)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-
S-1 (A)	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,5
S-2	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,00	-

Vysvetlivky k tab.: x- koncentrácie pod úrovňou indikačných kritérií

✓ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU)

V prípade ďalších organických látok - **polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU)** výraznejšie prejavy znečistenia zistené taktiež neboli. Dosiahnuté koncentrácie sa v prípade týchto látok (sledovaných v úvodnej etape) pohybujú prevažne vo všetkých sledovaných vzorkách pod medzou detekcie použitej analytickej metódy (< 0,025 µg/l). Stopové obsahy, avšak hlboko pod úrovňou ID kritérií boli zistené iba v sonde ST-5 – pozri tab. 45. V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) zaradujeme všetky dosiahnuté koncentrácie hlboko pod úroveň indikačných kritérií (ID).

Lokálny nárast PAU u vrtu HGV-4 z obdobia 09/2020 (zistený monitoringom ŠGÚDŠ) nebol nami realizovaným vzorkovaním potvrdený.

Tab. 45 : Obsahy **PAU** v podzemnej vode — **monitorovacie a mapovacie vrty** (µg/l)

		Suma PAU (µg/l)
ID SM 2015		60
IT (SM 2015)		120
ST-1	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,025
ST-2	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,025
ST-5	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	0,059
HGV-4	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,025

Vysvetlivky k tab.: ID - indikačné kritérium (smernica MŽP 2015) x- koncentrácie v úrovni indikačných kritérií
IT - intervenčné kritérium (smernica MŽP 2015),) x- koncentrácie v úrovni indikačných kritérií
x- koncentrácie pod úrovňou indikačných kritérií

Parameter **TOC** – celkový obsah organického uhlíka je skupinovým ukazovateľom, ktorý predstavuje celkový obsah uhlíka viazaného v organických látkach vo vode. Zdrojom týchto organických látok tak môže byť jednak samotný živý ekosystém, ktorý uvoľňuje organické látky cez metabolizmus, vylučovanie prípadne pri rozklade.

Antropogénnym zdrojom organického uhlíka vo vode môžu byť aj organické látky. V danom území boli vo vzorkách podzemných vôd analyzované aj špecifické organické látky, a to konkrétne alifatické a aromatické chlórované uhľovodíky, nepochopiteľne extrahovateľné látky v infračervenej oblasti spektra (NEL-IR) + NEL stanovené plynovou chromatografiou (C₁₀-C₄₀), ďalej BTEX, polyaromatické uhľovodíky. Prejavy znečistenia v podzemnej vode hodnotenej oblasti boli z vyššie uvedených látok potvrdené iba u chlórovaných uhľovodíkov (PCE).

Obsah TOC bol sledovaný v území len počas 1. kola vzorkovania. Vykonaným monitoringom boli namerané nízke koncentrácie, pod úrovňou ID kritérií (prevažne v úrovni 0,76 až 1,16 mg/l) - pozri tab. 46).

Tab. 46 : Obsahy **TOC** a rozpustených látok v podzemnej vode — **monitorovacie vrty** (mg/l)

		TOC (mg/l)
ID SM 2015		2
IT (SM 2015)		5
vyhl. 91/2023 Z.z.		
ST-1	2.kolo	1,16
ST-2	2.kolo	0,91
ST-3	2.kolo	0,84
ST-4	2.kolo	0,77
HGV-4	1. kolo	-
HGV-4	2.kolo	0,76

✓ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz chlórovaných uhľovodíkov

V prípade chlórovaných uhľovodíkov (ako prioritného kontaminantu v území) boli vzorky podzemnej vody vzhľadom na charakter týchto látok (ich vyššiu hustotu) sledované po dynamickom začerpaní prednostne na báze vrtov. Vzhľadom na zistený stav kvality u daných látok v minulom období (Urban et al., 2015, Kordík et al., 2022), ktorý poukázal lokálne na ich vyššiu koncentráciu vo vrchnej časti zvodnenca boli v nami realizovanej etape sledované prevažne v 2 hĺbkových úrovniach (vo vrchnej časti zvodnenca/horizont A na jeho báze/horizont B). Dosiahnuté výsledky podávame komplexne (všetky sledované formy CIU) zo všetkých kôl v tab. č. 47.

Z výsledkov je zrejmé, že nadlimitné koncentrácie boli zistené už v úvodnej etape (11-12/2022), iba u formy tetrachlóretylén (1,1,2,2-PCE). Obsahy PCE v jednotlivých kolách vzorkovania,

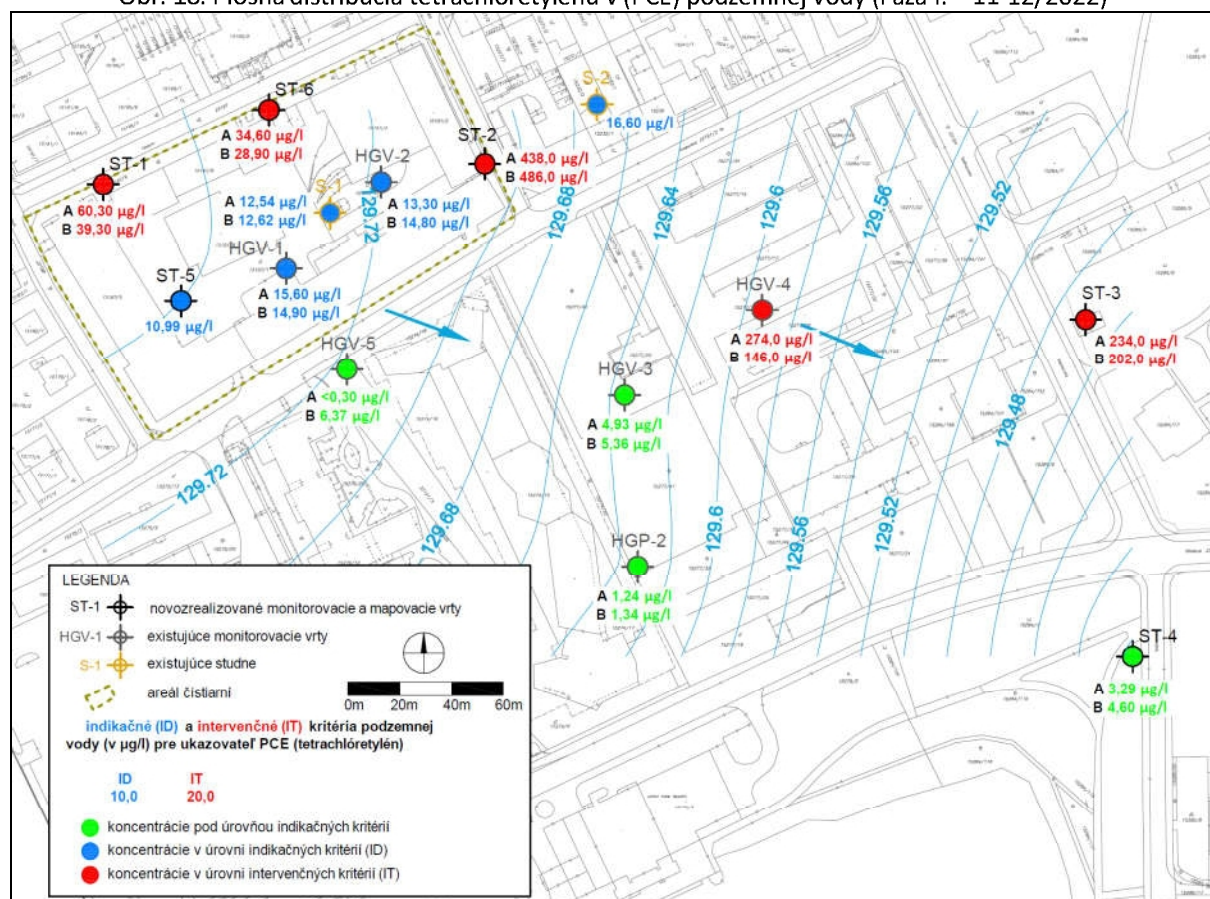
v členení na referenčnú, zdrojovú a indikačnú oblasť podávame formou tabuliek 48a (1.kolo), 48b (2.kolo) a 48c (3.kolo vzorkovania).

Maximálne obsahy (v úrovni IT kritérií) boli zistené v 1. kole v JV cípe areálu čistiarní – u sondy **ST-2** s koncentraciami 438-486 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (horizont A a B).

Prekročenie **IT limitu** bolo potvrdené ešte u sond:

- **ST-3 a HGV-4**, situovaných za areálom, v smere prúdenia podzemnej vody, vo vzdialenosti cca 120 m (HGV-4) až 240 m (ST-3). Konkrétne boli v týchto častiach namerané koncentrácie v rozpätí 146-274 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (HGV-4), resp. 202-234 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (ST-3) – pozri tab. 48a.
- **ST-6 a ST-1 (v území areálu)**. Uvedené sondy boli pozične situované ako referenčné, t.j. na vstupe podzemnej vody do areálu. V danom prípade za zdroj týchto látok pokladáme stále oblasť chemickej čistiarene a pracovne telesného prádla, prednostne JV (okolie sondy ST-2) a SV časti areálu, odkiaľ došlo kroznosu znečistenia proti smeru prúdenia podzemnej vody (pravdepodobne v dôsledku zmeny úklonu neogénneho podložja (pozri obr. 12 – kapit.7.1.1.2). Namerané koncentrácie PCE v 1. kole vzorkovania podávame pre lepšiu názornosť na obr. 16 + v graf. prílohe č. 6A1.

Obr. 16: Plošná distribúcia tetrachlóretylénu v (PCE) podzemnej vody (Fáza I. – 11-12/2022)



Tab.47 : Obsahy CIU v podzemnej vode – všetky 3 kolá vzorkovania

CLU (µg/l) limity		Chloro- form	1,1- dichlór- etén	1,2- dichlór- etén	cis-1,2- Dichlór- etén	trans- 1,2- Dichlór- etén	Tri- chlór- etylén	1,1,2,2- tetra- chlór- etylén	Dichlór- metán	Tetra- chlór- metán	Vinyl- chlorid	1,1,1- Trichlór- etán	1,1,2- Trichlór- etán	1,1,2,2- tetra- chlór- etán	1,1- dichlór- etán	Bromo- form	Brom- dichlór- metán	Dibrom- chlór- metán	Σ alifat. CLU	Chlór- benzén	1,2- dichlór- benzén	1,3- dichlór- benzén	1,4- dichlór- benzén	1,2,4- Trichlór- benzén
ID SM 2015		50	10	25	25	25	25	10	15	5	5	50	50	50	50	50	50	50	N	15	1,5	1,5	1,5	5
IT (SM 2015)		100	20	50	50	50	50	20	30	10	10	100	100	100	100	100	100	100	N	30	3	3	3	10
ST-1 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	60,3	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	61,3	-	-	-	-	-
ST-1 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	39,3	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-1	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	24,94	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-2 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	0,63	0,49	2,6	438	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	443	-	-	-	-	-
ST-2 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	0,82	0,64	1,98	486	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-2	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	0,72	0,65	1,25	348,00	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-2 (A)	3.kolo	<1,00	<0,3	<0,3	<0,4	<0,4	0,86	98,3	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-2 (B)	3.kolo	<1,00	<0,3	<0,3	<0,4	<0,4	0,87	98,7	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-3 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	0,5	<0,40	0,72	234	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	0,82	<0,8	236	-	-	-	-	-
ST-3 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,43	202	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-3	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,57	39,60	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-3 (A)	3.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,42	153,00	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-3 (B)	3.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,77	212,00	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-4 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	3,29	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	4,5	-	-	-	-	-
ST-4 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	4,6	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-4	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,55	1,72	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-5	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,89	10,99	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-6 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	34,6	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	35,8	-	-	-	-	-
ST-6 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	28,9	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
ST-6	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,74	28,76	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-1 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	15,6	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	24,1	-	-	-	-	-
HGV-1 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	14,9	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-1	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	1,65	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-2 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	13,3	<0,30	1	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	14,2	-	-	-	-	-
HGV-2 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	14,8	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-2	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,50	16,16	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-3 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	4,93	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	6,2	-	-	-	-	-
HGV-3 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	5,36	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-3	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	5,30	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-4 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	0,46	<0,40	0,43	274	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	276	-	-	-	-	-
HGV-4 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	146	<0,30	1,23	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-4	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,89	269,00	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-4 (A)	3.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,66	270	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-4 (B)	3.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,56	200	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-5 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	<0,30	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	7,3	-	-	-	-	-
HGV-5 (B)	1.kolo	1,08	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	6,37	<0,30	2,35	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGV-5	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	5,17	<0,30	1,02	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGP-2 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	1,24	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	2,12	-	-	-	-	-
HGP-2 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	1,34	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGP-2	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,59	1,53	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
S-1 (A)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	12,54	<0,30	<1,00	<0,5	<0,50	<0,50	<0,5	<0,20	<0,8	<0,8	<0,8	14,2	-	-	-	-	-
S-1 (B)	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	12,62	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
S-2	1.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	16,6	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10

CLU (µg/l) limity		Chloro- form	1,1- dichlór- etén	1,2- dichlór- etán	cis-1,2- Dichlór- etén	trans- 1,2- Dichlór- etén	Tri- chlór- etylén	1,1,2,2- tetra- chlór- etylén	Dichlór- metán	Tetra- chlór- metán	Vinyl- chlorid	1,1,1- Trichlór- etán	1,1,2- Trichlór- etán	1,1,2,2- tetra- chlór- etán	1,1- dichlór- etán	Bromo- form	Brom- dichlór- metán	Dibrom- chlór- metán	Σ alifat. CLU	Chlór- benzén	1,2- dichlór- benzén	1,3- dichlór- benzén	1,4- dichlór- benzén	1,2,4- Trichlór- benzén
ID SM 2015		50	10	25	25	25	25	10	15	5	5	50	50	50	50	50	50	50	N	15	1,5	1,5	1,5	5
IT (SM 2015)		100	20	50	50	50	50	20	30	10	10	100	100	100	100	100	100	100	N	30	3	3	3	10
S-2	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,50	16,88	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGP-1	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,96	212,0	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGP-1 (A)	3.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,61	231,9	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGP-1 (B)	3.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	0,55	127	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
HGC-1	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	0,80	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
SHMÚ 1443	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	1,47	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
SHMÚ 716	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	<0,30	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10
SHMÚ 711	2.kolo	<1,00	<0,30	<0,3	<0,40	<0,40	<0,40	6,35	<0,30	<1,00	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,10	<0,08	<0,07	<0,08	<0,10

Vysvetlivky k tab: A horizont – vrchná časť zvodnenca (pod hladinou podzemnej vody), B- horizont – báza zvodnenca

.: ID - indikačné kritérium (smernica MŽP 2015), x- koncentrácie v úrovni indikačných kritérií
IT - intervenčné kritérium (smernica MŽP 2015), x- koncentrácie v úrovni intervenčných kritérií
x- koncentrácie pod úrovňou indikačných kritérií

1. kolo vzorkovania (11-12/2022)

Tab. 48a : Obsahy 1,1,2,2-tetrachlóretylénu v podzemnej vode (1. kolo vzorkovania 11/12 2022)

	koncentrácia PCE v (µg/l)				koncentrácia PCE v (µg/l)
1.zdroj.oblasť (ST-2)	438 (A horizont) 486 (B horizont)		1.zdroj.oblasť (ST-2)		438 (A horizont) 486 (B horizont)
2.zdrojová oblasť			2.zdrojová oblasť		
HGV-2	13,3 (A horizont) 14,8 (B horizont)		HGV-2		13,3 (A horizont) 14,8 (B horizont)
HGV-1	15,6 (A horizont) 14,9 (B horizont)		HGV-1		15,6 (A horizont) 14,9 (B horizont)
S-1	12,54 (A horizont) 12,62 (B horizont)		S-1		12,54 (A horizont) 12,62 (B horizont)
ST-5	10,99				
vrty v generálnom smere prúdenia podz.vody SZ-JV až ZSZ-VJV			Šírenie znečistenia v smere úklonu neogénneho podložia		
S-2 (studňa)	16,6				
HGV-4	274 (A horizont) 146 (B horizont)		ST-6		34,6 (A horizont) 28,9 (B horizont)
ST-3	234 (A horizont) 202 (B horizont)		ST-1		60,3 (A horizont) 39,3 (B horizont)
Vrty v smere prúdenia p.v. – bez prejavu znečistenia					
HGV-5	<0,3 (A horizont) 6,37 (B horizont)				
HGV-3	4,93 (A horizont) 5,36 (B horizont)				
HGP-2	1,24 (A horizont) 1,34 (B horizont)				
ST-4	3,29 (A horizont) 4,6 (B horizont)				

2.zdrojovou oblasťou je centrálna časť areálu (okolie sond HGV-1, HGV-2 a S-1), medzi objektami bývalej údržby, pracovne telesnej bielizne a chemickej čistiarne, kde sa s týmito látkami potenciálne manipulovalo – pozri obr. 2. U týchto objektoch boli v oboch sledovaných horizontoch (A aj B) namerané obsahy v úrovni ID kritérií, v rozpätí 12,5-15,6 µg.l⁻¹.

Mierne prekročenie (>ID) bolo zaznamenané za areálom ešte u domovej studne **S-2**, v smere prúdenia podzemnej vody, s koncentraciami 16,6 µg.l⁻¹.

V ostatných sledovaných objektoch v okolí areálu čistiarní, situovaných v smere potenciálneho roznosu znečistenia prúdením podzemnej vody, t.j. JV smerom (HGV-3, HGV-5, HGP-2, ST-4) už boli namerané podlimitné obsahy, v rozpätí <0,3-6,37 µg.l⁻¹ – pozri tab. 48a.

2.kolo vzorkovania (1.-2.2.2023)

Pre potvrdenie zisteného stavu kvality v úvodnej etape a ohraničenie zisteného znečistenia boli v 2.kole vzorkovania do monitoringu zaradené :

- objekty so zisteným znečistením PCE v areáli : ST-2, ST-1, ST-6, HGV-1, HGV-2
- objekty so zisteným znečistením PCE za hranicou areálu : ST-3, HGV-4
- objekty bez prejavu znečistenia PCE za hranicou areálu : HGV-3, HGV-5, HGP-2
- pre ohraničenie znečistenia v SZ smere : sonda SHMU č. 1443
- pre ohraničenie znečistenia v JV smere : sonda SHMU č. 711 (440m), č. 716 (1040m) + sondy HGP-1 (areál spojenej školy na Tokajskej ulici, cca 550 m) a sonda HGC-1 (na Trebišovskej ulici vo vzdialenosti cca 1220 m). Ich situovanie spolu s dosiahnutými koncentraciami PCE v podzemnej vode podávame pre názornosť na obr. 17 a tab. 48b.

Tab. 48b : Obsahy 1,1,2,2-tetrachlóretylénu v podzemnej vode - 2.kolo (1. až 2. februára 2023)

	koncentrácia PCE v (µg/l)
1. zdroj.oblasť (ST-2)	348
2.zdrojová oblasť	
HGV-2	16,16
HGV-1	1,65
vrty v generálnom smere prúdenia podz.vody SZ-JV až ZSZ-VJV	
S-2	16,88
HGV-4	269
ST-3	39,6
HGP-1	212
HGV-5	5,17
HGV-3	5,3
HGP-2	1,53
ST-4	1,72
SHMU č.711	6,35
SHMU-716	<0,30
HGC-1	0,80

	koncentrácia PCE v (µg/l)
zdroj.oblasť (ST-2)	348
2.zdrojová oblasť	
HGV-2	16,16
Šírenie znečistenia v smere úklonu neogénneho podložia	
ST-6	28,76
ST-1	24,94
SHMU-1343 (ohraničenie znečistenia)	1,47

Z tabuľkového (tab. 47 a 48b) a grafického spracovania výsledkov (obr. 16) je zrejmé, že maximálne koncentrácie boli opätovne namerané v hodnotenom areáli v jeho JV cípe - u objektu **ST-2** (s obsahom PCE 348 µg.l⁻¹). Nadlimitné koncentrácie v úrovni **IT kritérií** boli opäť potvrdené aj v smere prúdenia podzemnej vody u objektov **HGV-4** (269 µg.l⁻¹), **ST-3** (39,6 µg.l⁻¹), ako i ďalšom novozaradenom objekte **HGP-1** (212 µg.l⁻¹) vo vzdialenosti cca 550 m od areálu, v smere prúdenia podzemnej vody.

Mierne prekročenie IT kritérií bolo potvrdené v tomto kole v SZ až S časti areálu u objektov **ST-1** (24,94 µg.l⁻¹) a **ST-6** (28,76 µg.l⁻¹). Sonda SHMU č. 1443 (situovaná cca 260m SZ smerom) už roznos znečistenia týmto smerom nepotvrdila (PCE=1,47 µg.l⁻¹). Obdobne boli podlimitné obsahy (< ID) preukázané za hranicou areálu u sond v J až JV smere : HGV-5, HGV-3, HGP-2, ST-4 a u novozaradených sond SHMU č. 711, 716 a objekte HGC-1. Plošnú distribúciu znečistenia PCE v 2. kole monitoringu podávame na obr. 17 a v grafickej prílohe č. 6 A2.

3.kolo vzorkovania (10.-13.2.2023)

3. kolo vzorkovania bolo zamerané už len na sondy s výraznejším prejavom znečistenia v zdrojovej oblasti (ST-2) a na trajektórii šírenia sa znečistenia v smere prúdenia podzemnej vody (ST-3, HGV-4 a HGP-1) – pozri tab. 48c + obr. 18. Toto kolo bolo realizované aj vzhľadom na značný rozptyl koncentrácií v niektorých sondách (ST-2 a ST-3) v prvých dvoch kolách – vid' tab. 47, 48a,b.

Tab. 48c : Obsahy 1,1,2,2-tetrachlóretylénu v podzemnej vode – 3.kolo (10.-13. februára 2023)

	koncentrácia PCE v (µg/l)
Zdrojová oblasť znečistenia (ST-2)	98,3 (A horizont)
	98,7 (B horizont)
vrty v smere šírenia znečistenia	
HGV-4	270 (A horizont)
	200 (B horizont)
ST-3	153 (A horizont)
	212 (B horizont)
HGP-1	231,9 (A horizont)
	127 (B horizont)

Namerané hodnoty vo všetkých sledovaných objektoch potvrdili znečistenie v úrovni IT kritérií, pričom vzdrojovej oblasti (okolie ST-2) došlo v tejto snímke k poklesu koncentrácií ($\text{PCE}=98,3\text{--}98,7 \mu\text{g.l}^{-1}$). Maximálne obsahy boli zistené u objektu HGV-4 (areál BVS a.s. $\text{PCE}=200\text{--}270 \mu\text{g.l}^{-1}$). V tomto vrte koncentrácie PCE oscilujú celkovo v období monitoringu v rozpätí $146\text{--}274 \mu\text{g.l}^{-1}$ – vid' tab. 48c.

Obsahy nad $200 \mu\text{g.l}^{-1}$ boli u PCE potvrdené aj v ďalších objektoch, vo vzdialenosti cca 240 m od hranice areálu (ST-3, $\text{PCE}=212 \mu\text{g.l}^{-1}$) a ešte aj 550 m u HGP-1 ($\text{PCE}=231,9 \mu\text{g.l}^{-1}$).

Z plošnej distribúcie koncentrácií látok PCE v podzemnej vode (obr. 16,17,18 + graf.príloha 6A1 až 6A3) je zrejmé, že v ďalších vrtoch, situovaných po myslenej prúdnicí z miesta pravdepodobného zdroja (okolie ST-2) v JV smere dochádza prúdením podzemnej vody k roznosu znečistenia pomerne v úzkom koridore. Konkrétne sonda SHMU č. 711, situovaná severnejšie a „pred“ objektom HGP-1 (cca 440 m od areálu) už preukázala podlimitné obsahy ($\text{PCE}=6,35 \mu\text{g.l}^{-1}$), podobne aj u sond HGV-5, HGV-3, HGP-2 a ST-4 (situovaných v JV až JJV smere, s nízkymi koncentraciami $\text{PCE} 1,7\text{--}5,17 \mu\text{g.l}^{-1}$).

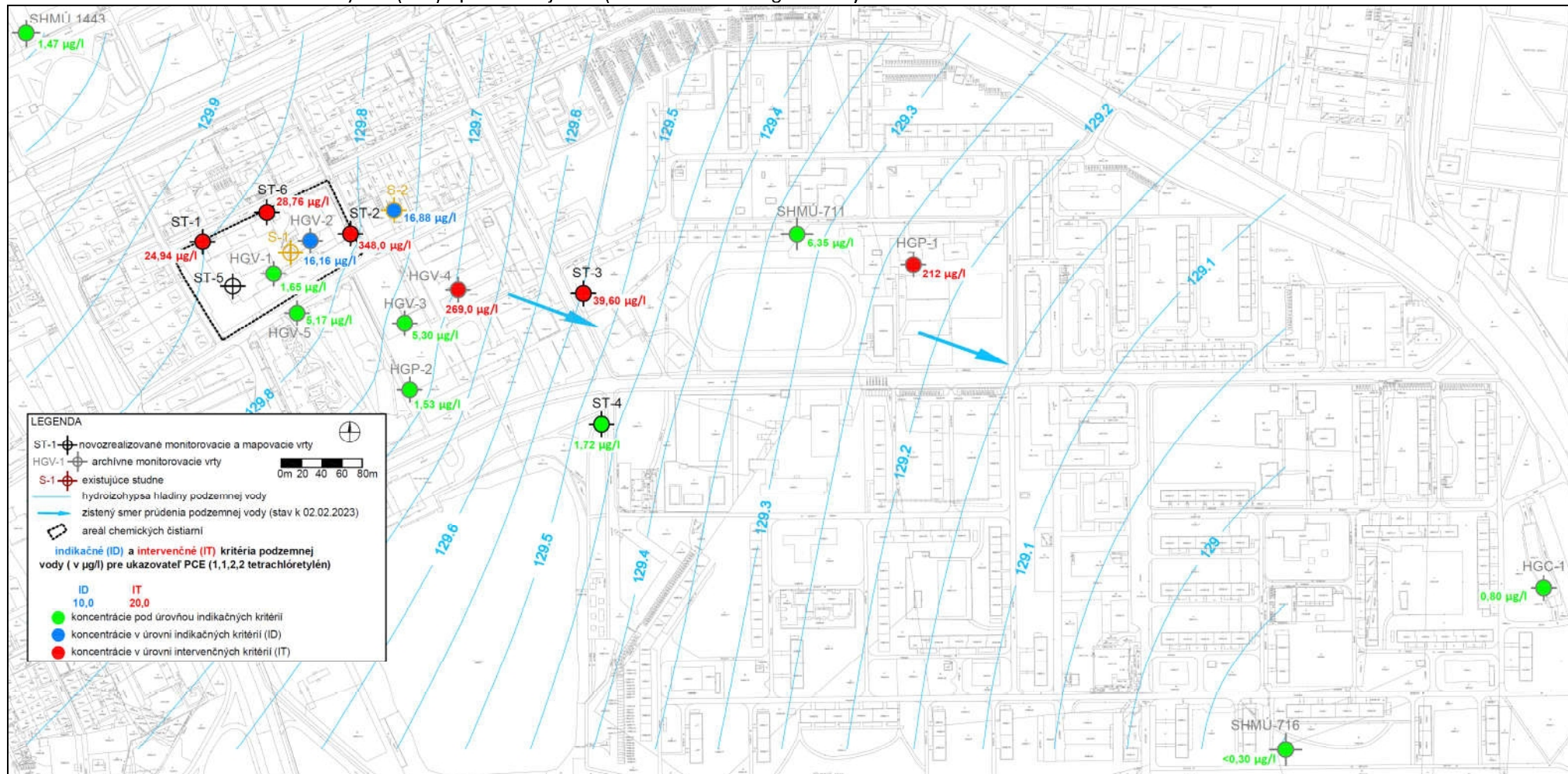
Ďalšie novozaizené sondy do monitoringu vôd v širšom okolí areálu (v generálnom smere prúdenia podzemnej vody SHMU č. 716 + HGC-1 vo vzdialenosti cca 1060 m–1250 m od areálu) znečistenie taktiež nepotvrdili ($\text{PCE}=0,3\text{--}0,8 \mu\text{g.l}^{-1}$) – vid' tab. 47 a 48a,b,c.

Na druhej strane dobrý stupeň zvodnenia horninového prostredia a vysoká rozpustnosť CIU spôsobujú roznos znečistenia (PCE) na pomerne veľké vzdialenosti v tomto úzkom koridore. Vplyvom oxidačných podmienok v kvartérnom zvodnení k výraznejšej degradácii a rozkladu PCE na zlúčeniny s nižším počtom atómov chlóru (TCE, DCE až VCE) výraznejšie nedochádza. Ich obsahy boli zistené maximálne v stopových koncentraciách (hlboko pod ID limitom), resp. úplne absentovali.

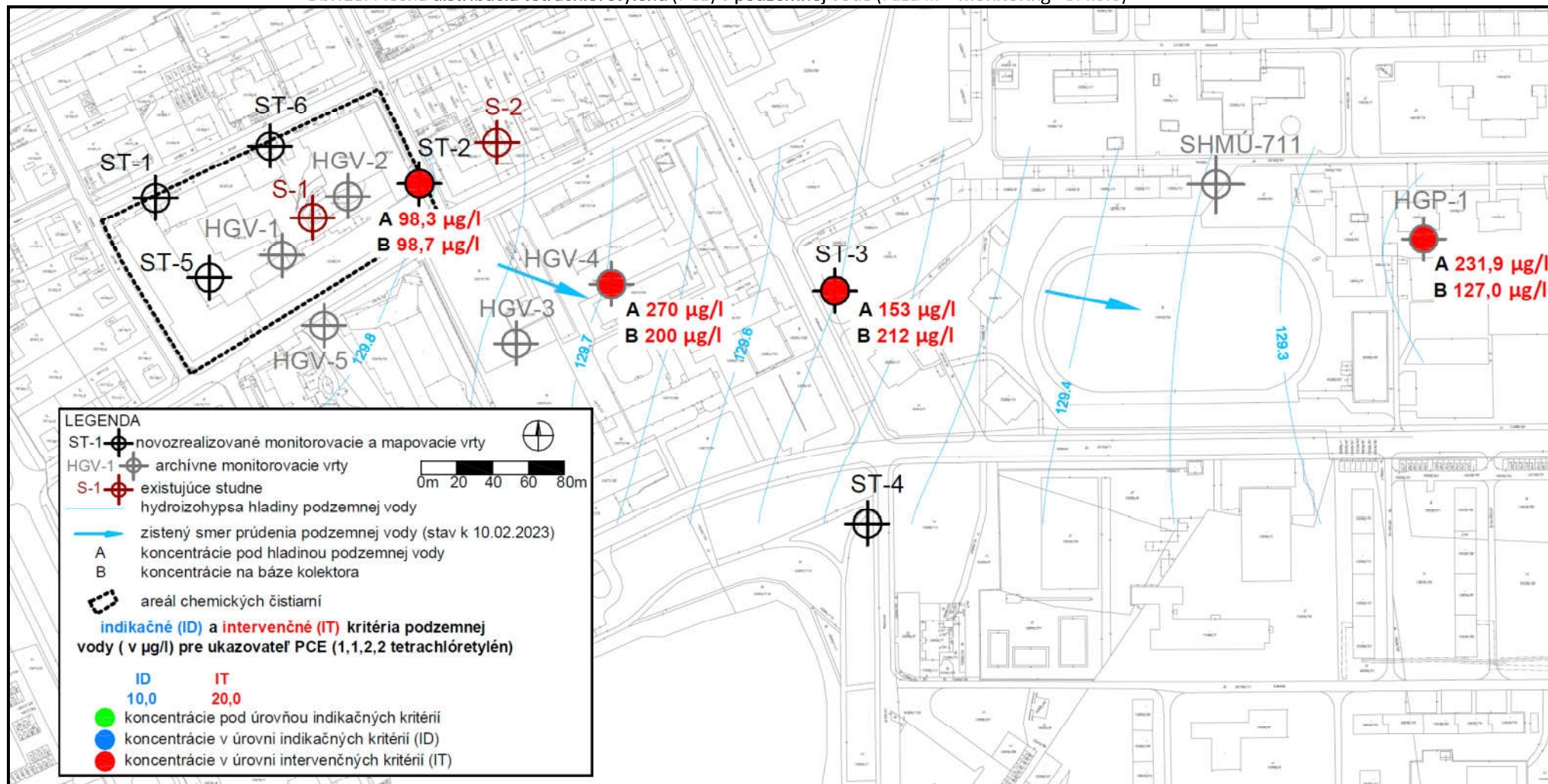
Konkrétne stopové obsahy boli zistené iba u látok TCE a cis 1,2DCE, rádovo v desatinách $\mu\text{g.l}^{-1}$, u sond s výraznejším prejavom znečistenia látkou PCE:

- **TCE** – u sondy **ST-2** ($0,86\text{--}2,6 \mu\text{g.l}^{-1}$ vo všetkých kolách vzorkovania), **ST-3** ($0,42\text{--}0,77 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1. až 3. kole vzorkovania), **ST-6** ($0,4\text{--}0,74 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1. a 2. kole vzorkovania), **HGV-4** ($0,43\text{--}0,89 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1. až 3. kole vzorkovania), **S-2** ($0,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 2. kole vzorkovania), **HGP-1** ($0,55\text{--}0,96 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 2. a 3. kole vzorkovania),
- **cis-1,2DCE** – u sondy **ST-2** ($0,72\text{--}0,82 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1.,2. kole vzorkovania), **HGV-4** ($0,46 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1. kole vzorkovania), **ST-3** ($0,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1. kole vzorkovania)
- **trans-1,2DCE** – u sondy **ST-2** ($0,49\text{--}0,65 \mu\text{g.l}^{-1}$ v 1.,2. kole vzorkovania) – pozri tab. 47.

Obr. 17 : Plošná distribúcia tetrachlóretylénu (PCE) v podzemnej vode (Fáza II. – monitoring - 2. kolo)



Obr.18: Plošná distribúcia tetrachlóretylénu (PCE) v podzemnej vode (Fáza II. – monitoring - 3. kolo)



➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz stopových prvkov

Zo stopových prvkov boli pri hodnotení kvality podzemnej vody sledované obdobné prvky ako v prípade zemín. Ich výber a rozsah bol podmienený charakterom hodnotenej EZ (chemické čistiarene). Zo stopových prvkov boli sledované : **As, Pb, Cd, Cu, Cr_{celk}**. Uvedené prvky boli sledované na vybraných vrtoch (v okolí potenciálnych zdrojov znečistenia) – sondy ST-1,2,5 + v smere prúdenia podzemnej vody aj za hranicou areálu – u sondy HGV-4.

Z dosiahnutých výsledkov je zrejmé, že v prípade kovov bol zistený uspokojivý stav kvality. Namerané hodnoty preukázali u všetkých sledovaných objektov nízke koncentrácie, v prípade Cr, Cd, Pb pod medzou stanovenia použitých analytických metód - pozri tab. č. 49. U ostatných prvkov (Cu a As) sa ich obsahy pohybovali v úrovni tisícín $\mu\text{g.l}^{-1}$ (ST-1,2 a HGV-4). V zmysle platnej legislatívy namerané obsahy dosahovali koncentrácie hlboko pod úrovňou ID kritérií. Zhrnutím možno konštatovať, že znečistenie týmito prvkami v hodnotenom území preukázané nebolo.

Tab.č.49 : Obsah **stopových prvkov v podzemnej vode** – monitorovacie a mapovacie vrty

		Arzén (mg/l)	Chróm celkový (mg/l)	Kadmium (mg/l)	Meď (mg/l)	Olovo (mg/l)
ID SM 2015		0,05	0,15	0,005	1	0,1
IT (SM 2015)		0,1	0,3	0,02	2	0,2
ST-1	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,001	<0,001	<0,0003	0,002	<0,001
ST-2	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,001	<0,001	<0,0003	0,001	<0,001
ST-5	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	<0,001	<0,001	<0,0003	<0,001	<0,001
HGV-4	1. kolo (21.11.-6.12.2022)	0,001	<0,001	<0,0003	<0,001	<0,001

Vysvetlivky k tab.: **ID** - indikačné kritérium (smernica MŽP 2015), **x** - koncentrácie v úrovni indikačných kritérií
IT - intervenčné kritérium (smernica MŽP 2015), **x** - koncentrácie v úrovni intervenčných kritérií
x - koncentrácie pod úrovňou indikačných kritérií, M kolektor.mezozoikum kolektor

➤ Zhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz anorganických látok

V prípade obsahu anorganických látok (**SO₄²⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, Fe, Mn, S_{sulf.}**), sledovaných počas 1. a 2. kola vzorkovania na vybraných objektoch (ST-1,2,3,4,5, HGV-4, HGV-5) boli v podzemnej vode preukázané ich výraznejšie koncentrácie len lokálne v prípade:

- **dusitanov (NO₂⁻)** - s lokálnym priebehom znečistenia u mapovacieho objektu **ST-5** (v 1. kole vzorkovania, NO₂⁻ = 0,66 mg/l) – pozri tab. 50. V danom prípade došlo k prekročeniu limitnej koncentrácie IT kritéria. Nakoľko ide o mapovaciu sondu, ktorá bola po skončení vrtných prác zasypaná, ďalšie kolá vzorkovania nebolo možné zrealizovať.

Plošnú distribúciu NO₂⁻ v prípade prekročenia limitných koncentrácií smernice MŽP, 2015 (ID a IT) podávame v grafickej prílohe č. 6C.

- **amónnych iónov (NH₄⁺)** opäť s bodovým prejavom znečistenia u mapovacieho objektu **ST-5** (v 1. kole vzorkovania, NH₄⁺ = 1,36 mg/l) – pozri tab. č. 50. V daných prípadoch boli zistené obsahy v úrovni ID kritéria. Uvedená sonda je situovaná v JZ časti areálu, pri objekte bývalej priemyselnej čistiarene.

Plošnú distribúciu NH₄⁺ s prihliadnutím limitných koncentrácií smernice MŽP, 2015 (ID a IT) podávame v grafickej prílohe č. 6B.

Predpokladáme, že zvýšený obsah dusitanov a amónnych iónov súvisí so zmenou oxidačno-redukčných podmienok v tejto časti územia, čo potvrdzujú i výsledky redox potenciálu (text. príloha 2b). Potenciálne možno uvažovať s únikom zo splaškovej kanalizácie, o čom nasvedčuje i senzorický prejav znečistenia v zeminách.

Lokálne zvýšený obsah chloridov (HGV-4, HGV-6) a dusičnanov v predošlej etape monitoringu organizáciou ŠGÚDŠ (2016-2022) nebol súčasťou etapou potvrdený – pozri tab. 50.

Tab.50 : Obsah vybraných anorganických látok v podzemnej vode – monitorovacie a mapovacie vrtý

		Dusičnany (mg/l)	Chloridy (mg/l)	Sírany (mg/l)	Amónne ióny (mg/l)	Dusitany (mg/l)	Mangán (mg/l)	Železo celkové (mg/l)	Fe III - filtrované (mg/l)	Sulfidy (mg/l)	Kys.neutral. kapacita KNK 4,5 (mmol/l)
ID SM 2015		N	150	N	1,2	0,4	N	N	N	N	N
IT (SM 2015)		N	250	N	2,4	0,5	N	N	N	N	N
vyhl. 91/2023 Z.z.		50 NMH		250 MH			0,05 MH	0,2 MH			
ST-1	1. kolo	44	126	70,8	0,3	0,12	0,286	0,013	-	-	-
ST-1	2.kolo	39,4	107	78,0		<0,01	0,036	0,013	<0,005	<0,01	6,37
ST-2	1. kolo	21,2	102	61,5	0,39	0,1	0,363	0,028	-	-	-
ST-2	2.kolo	28,2	87,2	55,8		<0,01	0,069	0,023	<0,005	<0,01	6,29
ST-3	2.kolo	31,6	104	64,8		<0,01	0,009	0,012	<0,005	<0,01	6,42
ST-4	2.kolo	34,2	102	65,2	-	0,02	0,049	0,046	<0,005	<0,01	6,33
ST-5	1. kolo	21,8	105	63,8	1,36	0,66	1,014	0,115	-	-	-
HGV-4	1. kolo	28,2	95	65,6	<0,02	<0,01	0,003	<0,005	-	-	-
HGV-4	2.kolo	30,4	104	69,4		<0,01	0,002	<0,005	<0,005	<0,01	6,18
HGV-5	2.kolo	21,6	80,5	49,4	-	<0,01	0,009	0,012	<0,005	<0,01	5,98

Vysvetlivky k tab.:

ID - indikačné kritérium (smernica MŽP 2015), x – koncentrácie ukazovateľov kvality pod úrovňou ID (indikač.kritérií) – v zmysle SM, 2015,

x - koncentrácie ukazovateľov kvality v úrovni IT (intervenčných kritérií) – v zmysle SM, 2015

IT - intervenčné kritérium (smernica MŽP 2015), MH – medzná hodnota v zmysle vyhlášky č.91/2023 Z.z.

Z ďalších látok bolo prekročenie medzných hodnôt vyhlášky č.91/2023 Z.z.-pitná voda zistené ešte **lokálne v prípade :**

- **mangánu (Mn)** u : ST-1 (1. kolo), ST-2 (1. a 2. kolo), ST-5 (1. kolo) – pozri tab. č. 50.

Toto zvýšenie koncentrácií však nepokladáme za prejav antropogénneho znečistenia, ale ako odraz lokálne zmenených oxidačno-redukčných podmienok v okrajových častiach areálu.

Základné parametre podzemnej vody

Hodnoty pH podzemných vôd v záujmovom území boli zistené prevažne v rozpätí 6,9-7,37 a poukazujú na jej neutrálny až mierne zásaditý charakter. Hodnoty elektrolytickej vodivosti sa pohybujú v rozmedzí 92,3-111,3 mS/m, s maximom 129,4 mS/m (SHMU č. 716) – viď textová príloha 2b. Zistené hodnoty vodivosti poukazujú na nerovnomernosť distribúcie mineralizácie a možné ovplyvnenie anorganickými, resp. organickými látkami podzemnej vody.

Viacnásobným monitoringom bolo v areáli a jeho okolí (po sondu HGP-1) overené oxické prostredie prevažne v celom sledovanom území, s hodnotami rozpusteného kyslíka 1,06-5,6 mg/l a hodnotami redox potenciálu prevažne v rozpätí 111-534 mV.

Lokálna oblasť s redukčnými podmienkami bola preukázaná v okolí sondy ST-5 (s obsahom O₂=0,04 mg/l a Eh=-304,5 mV – pozri text príloha č. 2b.

Plošnú distribúciu obsahu kyslíka v podzemnej vode v rámci hodnotenej oblasti (priemerné obsahy) podávame pre názornosť na obr. 27, kap.7.2.

7.1.2.3 Kvalita povrchovej vody

Kvalita povrchovej vody bola sledovaná v období 11/2022 a 02/2023 pomocou 2 geochemických snímok Štrkoveckého jazera a Ružinovského jazera/Rohlík (1 snímka). Povrchová voda týchto vodných plôch je napájaná podzemnými vodami, ovplyvnenie jej kvality zdrojmi znečistenia v hodnotenom areáli vzhľadom na ich pozíciu tak vylúčiť nemožno.

Situovanie odberných miest/profilov povrchovej vody obidvoch vodných nádrží je zrejme z graf.prílohy 4b.

U povrchovej vody boli sledované len koncentrácie kontaminantu zisteného v podzemnej vode (CIU, súbežne s parametrom BTEX) a základné terénne merania (pH, vodivosť, t). Dosiahnuté výsledky podávame v tab. 51a,b,c.

Obsahy znečisťujúcich látok v povrchovej vode boli porovnané s limitmi pre kvalitu povrchovej vody (NV SR č.269/2010 Z.z.- príloha č.1-požiadavky na kvalitu povrchovej vody). Protokoly laborat. analýz sú súčasťou textovej prílohy č. 1C.

Tab. č.51a : Koncentrácie CLU – jazero Štrkovec a Rohlík

CLU (µg/l)	limit SM 2015		limit NV SR č. 269/2010 Z.z. (µg/l)	jazero Štrkovec (1.kolo)	jazero Štrkovec (2.kolo)	jazero Rohlík (1.kolo)
	ID (µg/l)	IT (µg/l)				
Chloroform	50	100	N	<1,00	<1,00	<1,00
1,1-dichlóretén	10	20	N	<0,30	<0,30	<0,30
1,2-dichlóretán	25	50	10 (RP)	<0,3	<0,3	<0,3
cis-1,2-Dichlóretén	25	50	0,4	<0,40	<0,40	<0,40
trans-1,2-Dichlóretén	25	50	N	4,09	<0,40	<0,40
Trichlóretylén	25	50	10 (RP)	<0,40	<0,40	<0,40
1,1,2,2-tetrachlóretylén	10	20	10 (RP)	<0,30	<0,30	<0,30
Dichlómetán	15	30	N	<0,30	<0,30	<0,30
Tetrachlómetán	5	10	12 (RP)	<1,00	<1,00	<1,00
Vinylchlorid	5	10	N	<0,5	<0,5	<0,5
Chlórbenzén	15	30	10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-dichlórbenzén	1,5	3,0	1,0	<0,08	<0,08	<0,08
1,3-dichlórbenzén	1,5	3,0	1,0	<0,07	<0,07	<0,07
1,4-dichlórbenzén	1,5	3,0	1,0	<0,08	<0,08	<0,08
1,2,4-Trichlórbenzén	5	10	0,4 (RP)	<0,10	<0,10	<0,10

N – v prílohe č.1 NV č.296/2010 Z.z. nie je stanovená limitná hodnota v danom ukazovateli kvality

RP - ročný priemer

x – koncentrácie pod limitnou hodnotou v zmysle NV č.269/2010 Z.z.,

Tab. č.51b : Koncentrácie BTEX – jazero Štrkovec a Rohlík

BTEX (µg/l)	limit SM 2015		limit NV SR č. 269/2010 Z.z.	jazero Štrkovec (1.kolo)	jazero Štrkovec (2.kolo)	jazero Rohlík (1.kolo)
	ID	IT				
benzén	15	30	10 (RP) 50 (NPK)	<0,1	<0,1	<0,1
toluén	350	700	100 (RP)	<0,1	<0,1	<0,1
xylény	250	500	10 (RP)	<0,1	<0,1	<0,1
etylbenzén	150	300	N	<0,1	<0,1	<0,1
Σ BTX	N	N	N	<0,1	<0,1	<0,1

N – v prílohe č.1 NV č.296/2010 Z.z. nie je stanovená limitná hodnota v danom ukazovateli kvality

RP - ročný priemer

NPK - najvyššia prípustná koncentrácia

x – koncentrácie pod limitnou hodnotou v zmysle NV č.269/2010 Z.z.,

Tab. č.51c : Terénne merania – jazero Štrkovec a Rohlík

Parameter	ID SM 2015	IT SM 2015	limit NV SR č. 269/2010 Z.z.	Štrkovec (1.kolo)	Štrkovec (2.kolo)	Rohlík (1.kolo)
pH	6,0-6,5 a 8,5-9,0	<6,0 a >9,0	6,0-8,5	8,195	7,925	8,471
vodivosť	200 mS.m ⁻¹	300 mS.m ⁻¹	110	116,5	117,1	98,6
teplota °C	N	N	>26	6,6	4,6	6,1

N – limit nestanovený

Z dosiahnutých výsledkov (tab. 51) možno konštatovať, že vykonaným monitoringom nebolo znečistenie CLU vo vodných plochách zistené. Mimo formy trans 1,2-DCE v 1. kole u vzorky Štrkoveckého jazera boli v oboch meraných profiloch namerané obsahy pod medzou stanovenia použitých analytických metód.

Stopové obsahy formy trans 1,2-DCE (4,09 µg/l) v 1. kole vzorkovania poukazujú na určité antropogénne ovplyvnenie, avšak sú hlboko pod limitom NV SR č.269/2010 Z.z. Kontrolná vzorka v mesiaci február 2023 (2.kolo) u Štrkoveckého jazera už relatívny nárast tejto formy nepotvrdila (všetky formy pod medzou stanovenia použitej analytickej metódy).

Obdobne neboli známky znečistenia zistené ani u jednej z odobratých vzoriek u ukazovateľa BTEX – pozri tab. 51a,b (obsahy pod medzou stanovenia použitých analytických metód).

Hodnoty pH sa pohybujú u Štrkoveckého jazera v rozpätí 7,9-8,2, u jazera Rohlík pH= 8,4, poukazujú tak na mierne zásaditý charakter vôd.

Mierne prekročenie limitu (v zmysle NV č. 269/2010 Z.z) bolo zaznamenané len u parametra vodivosť u vôd jazera Štrkovec (s hodnotami 116,5-117,1 mS.cm⁻¹). Pôvod zvýšenia vodivosti nie je bez širšej analýzy kationovej a aniónovej zložky možné bližšie špecifikovať. Záverom možno konštatovať, že vykonaný monitoring migráciu PCE z areálu čistiarní do telesa obidvoch vodných nádrží nepotvrdil.

7.1.2.4 Kvalita pôdneho vzduchu - atmogeochemický prieskum

Na zistenie prítomnosti a distribúcie obsahu prchavých znečisťujúcich látok, uhľovodíkov a respiračných plynov v pôdnom vzduchu v skúmanej lokalite boli v úvodnej etape (11/2022) použité metódy atmogeochemickej analýzy.

Merania boli realizované v miestach, kde bolo možné ručne zarážané sondy realizovať, prednostne v bývalom areáli pracovne, okrajovo i v okolí skúmanej oblasti. Celkom bolo v záujmovom území zrealizovaných **19 ks** zarážaných sond. Ich situovanie je zrejmé z obr. 19.

Hĺbka zarážaných sond sa pohybovala v cca v úrovni 0,8 m p.t. Prihliadajúc na zistené litologické pomery tak odbery reprezentujú kvalitu pôdneho vzduchu prevažne v antropogénnej navážke, vystupujúcej v záujmovej oblasti do úrovne cca 1,2-2,4 m p.t. (mimo sondy ST-3, kde absentovala).

Atmogeochemickými meraniami boli priamo v teréne pomocou prístroja ECOPROBE 5 od firmy RS Dynamics merané koncentrácie vybraných látok – prchavých uhľovodíkov (VOC), celkových ropných uhľovodíkov (TP), ako aj respiračných plynov CH₄, CO₂.

Dosiahnuté výsledky v pôdnom vzduchu (v mg.m⁻³) podávame v tab. 52.

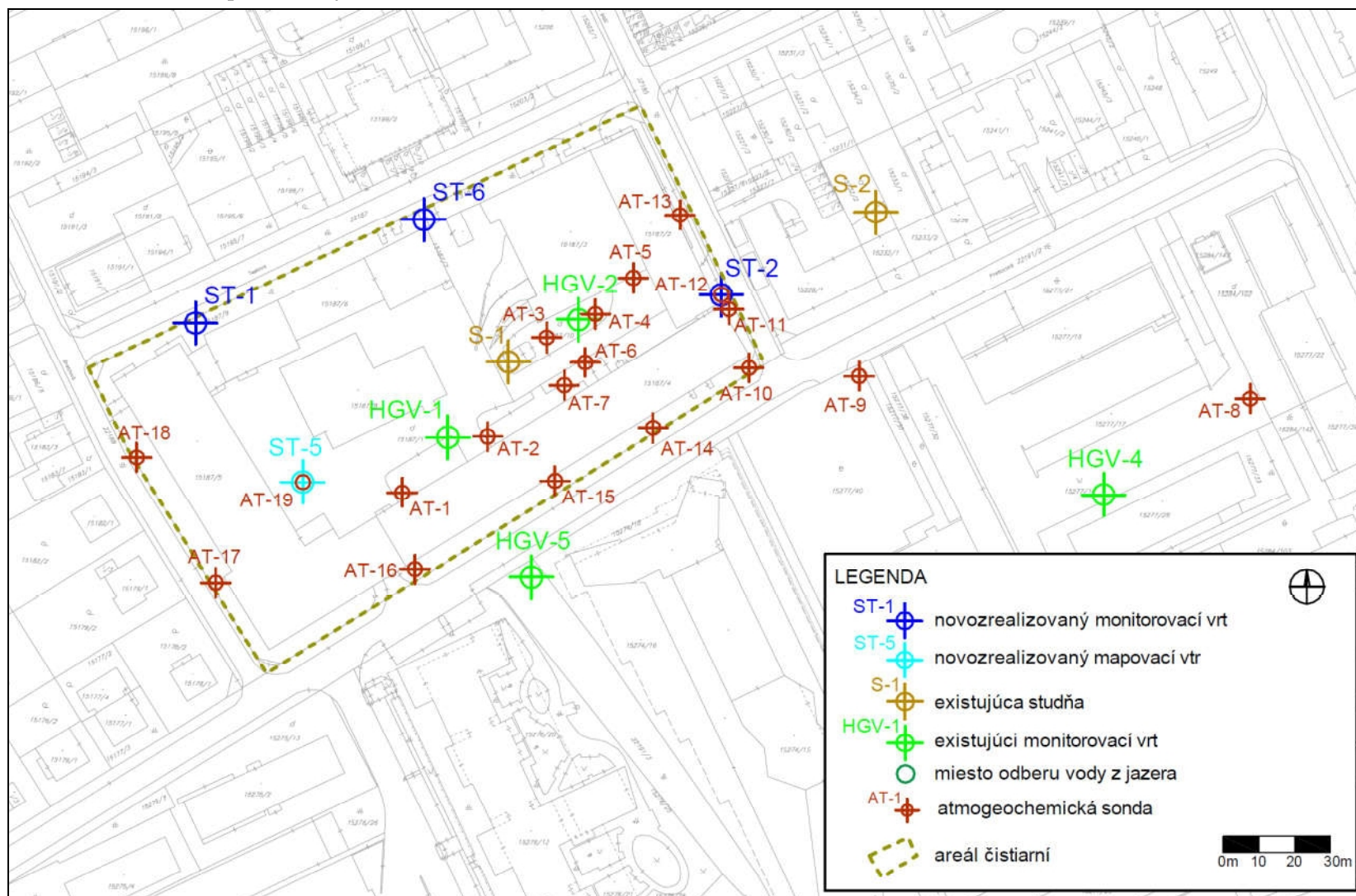
Hodnoty získané prístrojom Ecoprobe *predstavujú sumárny ukazovateľ, ktorý bol použitý pre screening lokality za účelom zistenia prípadných anomálií obsahu prchavých organických látok, resp. skupiny ropných látok v pôdnom vzduchu*, pričom v danom prípade nebola možná selekcia podielu zastúpenia jednotlivých foriem chlórovaných uhľovodíkov, BTEX (u ukazovateľa **VOC**), resp. ropných látok (u parametra **TP**). Ide o relatívne hodnoty, vyjadrené v mg.m⁻³.

Dosiahnuté koncentrácie **VOC (v mg/m³)** boli zistené v rozsahu 0-2,6 mg/m³. Relatívny nárast tohto ukazovateľa bol zistený v JV a V časti hodnoteného územia - v okolí sond AT-12 a AT-15 (v úrovni 1,16-2,6mg.m⁻³). Sonda AT-12 je situovaná v blízkosti sondy ST-2 (s maximálnym prejavom znečistenia PCE v podzemnej vode).

V prípade ukazovateľa **TP** (sumárny ukazovateľ ropných látok) boli zaznamenané obsahy v rozsahu 0-5,75 mg/m³. Relatívny nárast tohoto ukazovateľa (5,75 mg/m³) bol zaznamenaný opäť len vo východnej časti územia (AT-11 – v blízkosti sondy ST-2). V ostatných sondách (AT-10 a AT-17 vo V a J časti) boli obsahy celkových uhľovodíkov nízke (0,12 a 0,62 mg/m³), prípadne úplne absentovali.

Plošnú distribúciu koncentrácií VOC (mg.m⁻³) a TP (mg.m⁻³) v hĺbkovej úrovni 0,8 m p.t. podávame na obr. 20 (VOC) a obr. 21 (TP).

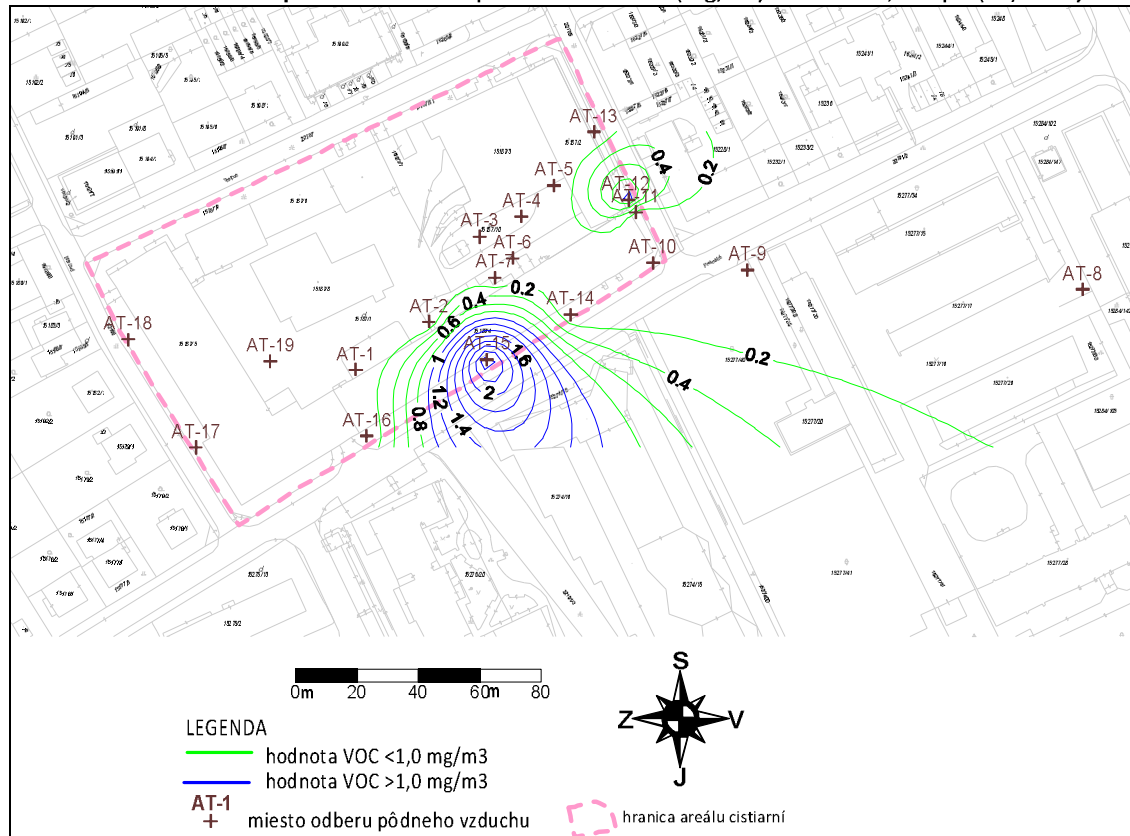
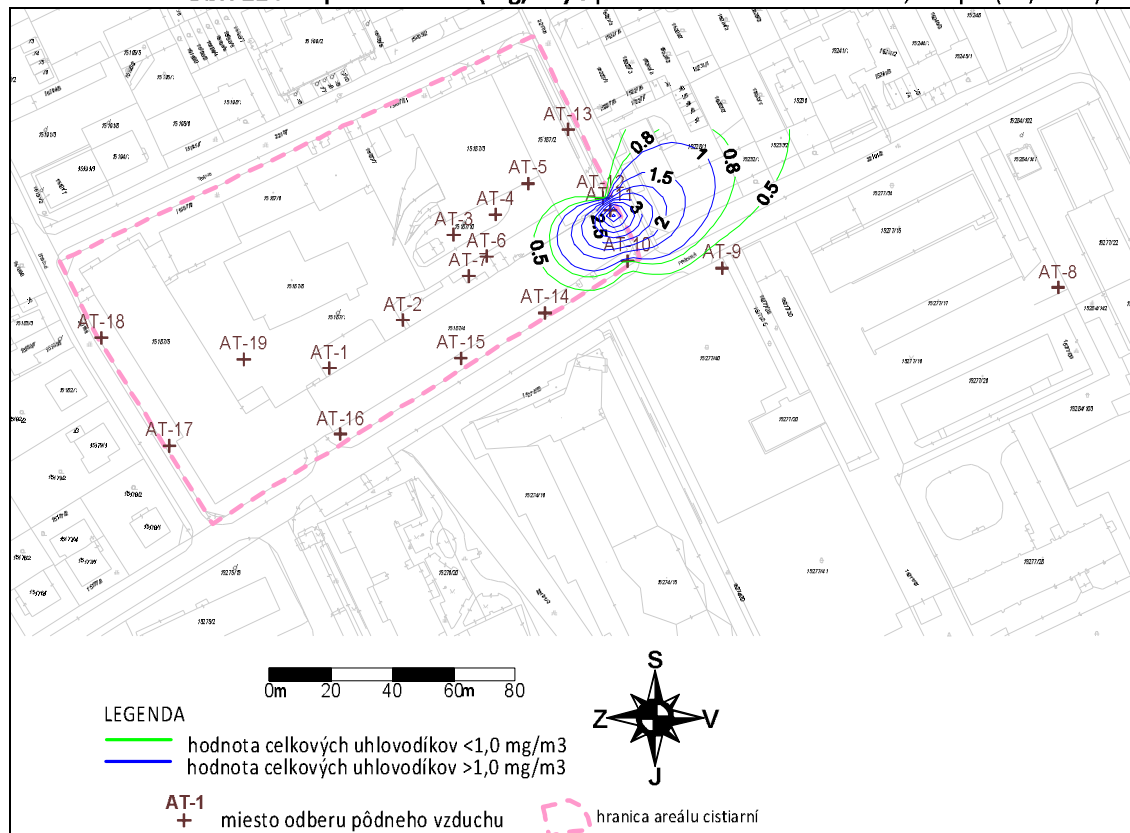
Obr.19: Situovanie atmogeochemických meraní - lokalita Bratislava Teslova ul.



Tab.č.52: Namerané hodnoty VOC, CH₄, TP a CO₂ v pôdnom vzduchu počas terénnych meraní prístrojom Ecoprobe – stav k 11/2022 (zarážané sondy).

	priemerné hodnoty				Celkové uhľovodíky [mg/m ³]	BTEX [mg/m ³]							CLU [mg/m ³]								
	VOC	Metán	Celkové uhľovod íky	CO ₂		Benzén	Toluén	Etyl- benzén	o- Xylén	p- Xylén	Xylény	Suma BTX	Chloro- form	Tetra- chlór- metán	1,2- dichlór- etán	1,1- dichlór- etén	Trichlór- etylén	1,1,2,2- tetrachlór- etylén	Chlór- benzén	Dichlór- benzény	Chlorované uhľovodíky
	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]		B=5	B=1	B=5	B=N	B=N	B=N	B=N	B=N	B=N	B=N	B=0,5	B=1	B=1	B=N	B=N	B=N
						C=20	C=5	C=10	C=N	C=N	C=N	C=N	C=N	C=N	C=N	C=5	C=10	C=10	C=N	C=N	C=N
AT-1	0,00	0,01	0,00	4766,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-2	0,00	0,01	0,00	1981,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-3	0,00	0,01	0,00	5445,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-4	0,00	0,01	0,00	6579,21	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<0,3	<1	<1	<1	<1	<1
AT-5	0,00	0,01	0,00	4380,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-6	0,00	0,01	0,00	6931,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-7	0,00	0,01	0,00	6349,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-8	0,00	0,01	0,00	8755,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-9	0,00	0,01	0,00	28636,86	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<0,3	<1	<1	<1	<1	<1
AT-10	0,00	0,55	0,62	10421,19	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<0,3	<1	<1	<1	<1	<1
AT-11	0,00	2,30	5,75	2695,40	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<0,3	<1	<1	<1	<1	<1
AT-12 (ST-2)	1,16	0,01	0,00	23660,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-13	0,00	0,01	0,00	5793,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-14	0,00	0,01	0,00	5291,42	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<0,3	<1	<1	<1	<1	<1
AT-15	2,60	0,01	0,00	9079,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-16	0,00	0,01	0,00	9252,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-17	0,00	0,28	0,12	4672,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT-18	0,00	0,01	0,07	8717,98	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<1	<1	<0,3	<1	<1	<1	<1	<1
AT-19 (ST-5)	0,00	0,01	0,00	13663,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vysvetlivky: TP - celkové uhľovodíky (Total Petroleum), VOC - prchavé organické látky (Volatile Organic Compounds)

Obr. 20 : Mapa obsahu VOC v pôdnom vzduchu (mg/m^3) – úroveň 0,8 m p.t (11/2022)Obr. 21 : Mapa obsahu TP (mg/m^3) v pôdnom vzduchu – úroveň 0,8 m p.t (03/2020)

Metán (základné informácie) :

-ide o biologicky inertný bezfarebný plyn, ľahší ako vzduch, bez farby a zápachu, málo rozpustný vo vode, rozpustný v alkohole. Jeho zmes so vzduchom prudko vybuchuje. Vzniká pri anaeróbnom rozklade organického materiálu a tvorí podstatnú časť plynnej zložky najmä v prípade skládkovania, kde ešte dobieha vyššia aktivita rozkladných procesov. Zdrojom metánu sú aj odpadové vody. Najväčším zdrojom metánu na Slovensku je poľnohospodárstvo, veľkochovy hovädzieho dobytku a ošipáných, ťažba, transport palív a skládkovanie.

V skúmanej lokalite jeho zvýšené obsahy zaznamenané neboli. Namerané hodnoty sa u sond pohybujú v rozpätí hodnôt 0,01-2,3 mg.m⁻³.

Samotný metán je nehorľavý, v koncentrácii 5,3 až 14% však vytvára so vzduchom ľahko výbušnú zmes, pričom najnebezpečnejšia je zmes v zložení 91% vzduchu a 9% metánu. S chlóróm a brómóm môže vybuchnúť až pri slnečnom svetle. Jeho rozpustnosť vo vode je 3,5% pri 17 °C.

Z uvedených charakteristík je zrejmé, že namerané koncentrácie metánu v pôdnom vzduchu záujmového územia neprekračujú jeho spodný, ani horný limit výbušnosti (tab. č. 52). Počas realizácie výkopových prác, ktoré sa potenciálne môžu v území v budúcnosti vykonávať, možno navyše po zohľadnení mernej hmotnosti metánu (0,555 kg.m⁻³) predpokladať, že tento plyn bude po jeho uvoľnení z pôdneho vzduchu ľahko a rýchlo rozptýlený do ovzdušia.

Laboratórne stanovené obsahy organických látok v pôdnom vzduchu

V prípade sond, kde prvotné merania prístrojom Ecoprobe (v mg.m⁻³) zaznamenali relatívny nárast bol pôdny vzduch odobratý do vzorkovníc so sorbentom a následne analyzovaný v akreditovanom laboratóriu (INGEO Žilina). Vzorky pôdneho vzduchu boli odobraté dynamickým začerpaním pomocou čerpadla fy SKC, model 224-5CXR8 do vzorkovníc/trubičiek.

Laboratórna analýza bola zameraná na obsah CLU, BTEX a celkových uhľovodíkov v počte 6 ks. Namerané koncentrácie sledovaných látok udávame v tab. č. 52.

Vyhodnotenie nameraných obsahov bolo realizované v zmysle platnej legislatívy SR - "Pokynu na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie" (Pokyn Ministerstva č.1617/97-min). Tento sa zakladá na vyhodnotení zistených koncentrácií stanovených zložiek voči A, B a C limitným hodnotám, reprezentujúcim tieto kategórie:

A - fónové hodnoty, charakterizujúce približne ich prírodné obsahy,

B - medzné koncentrácie, ktorých dosiahnutie vyžaduje prieskumné práce s cieľom vysvetliť pôvod, či zdroj znečistenia,

C - medzné koncentrácie, ktoré vyžadujú sanačný zásah, ak je preukázané riziko migrácie znečistenia do okolia a možnosť poškodenia ďalších zložiek životného prostredia.

- Zhrnutím výsledkov možno konštatovať, že **atmogeochemickými meraniami, ani exaktne stanovenými obsahmi organických látok laboratórnou analýzou výraznejší prejav znečistenia v pôdnom vzduchu v danej etape doplnkového prieskumu zistený nebol.**

Zistené obsahy BTEX, CLU a celkových uhľovodíkov boli pod úrovňou detekcie použitých metód stanovenia. V zmysle Pokynu Ministerstva č.1617/1997-min. ide vo všetkých prípadoch o hodnoty kategórie „A“. Nárast organických látok v pôdnom vzduchu nebol výraznejšie detekovaný ani atmogeochemickými meraniami (Ecoprobe 5). Je však potrebné poznamenať, že atmogeochemický prieskum bol značne limitovaný zastavanosťou územia, resp. výskytom spevnených plôch v prevažnej časti územia hodnoteného areálu.

V minulom období – etape podrobného geologického prieskumu tejto EZ (Urban et al., 2015), bol mierny nárast organických látok (VOC) zistený taktiež lokálne - v J a JV časti územia, kde boli v súčasnosti overené koncentračné maximá PCE v podzemnej vode (okolie sondy ST-2) – bližšie pozri kapit. 5.

7.2 HODNOTENIE VÝSLEDKOV Z HĽADISKA CIEĽOV PROJEKTU

Z hľadiska východísk geologickej úlohy a získaných výsledkov je možné považovať stanovené ciele za splnené.

Pri komplexnom prieskume na overenie stavu kvality podzemnej vody, zemín v oblasti environmentálnej záťaže boli využité geochemické, technické, meračské, laboratórne a iné geologické práce.

Terénne práce pozostávali z :

- vrtných prác (monitorovacie vrty ST-1,2,3,4,6 hĺbky 12,0-16,7 m p.t. a mapovací vrt ST-5 hĺbky 14,0 m p.t + zarážané atmogeochemické sondy AT-1 až AT-19 hĺbky 0,8 m p.t.).
- terénnych meraní (atmogeochemické merania, merania základných parametrov podzemnej vody, režimové merania podzemných a povrchových vôd a geodetické zameranie prieskumných diel).
- vzorkovaním bola sledovaná kvalita viacerých médií : horninové prostredie, vrátane navážky, podzemná voda, povrchová voda, pôdny vzduch, materiál stavebných konštrukcií existujúcej objektovej sústavy v území. Vzorky boli analyzované v akreditovaných laboratóriách spoločnosti INGEO-ENVILAB s.r.o., Žilina. Rozsahy laboratórnych stanovení v jednotlivých médiach sú uvedené v tabuľkách kapitoly č. 6.4 a 6.5.

➤ Vrtnými prieskumnými prácami (sondy ST-1 až ST-6) realizovanými do hĺbky 12,0-16,7m p.t. boli overené sedimenty **kvartéru a neogénu**. Povrch územia v areáli čistiarní tvorí prevažne spevnená plocha, v podloží ktorej bola celoplošne zistená navážka. Jej hrúbka sa pohybuje v rozpätí 1,5 m – 2,8 m. V podloží navážky boli v areáli čistiarní do hĺbky 3,3-4,5 m p.t. zdokumentované náplavové sedimenty charakteru siltov až siltov piesčitých. Pod náplavovými sedimentami boli do úrovne 12,3 m až 15,5 m pod súčasným terénom zdokumentované fluviálne štrkopiesčité zeminy dunajských náplavov. Hrúbka štrkov sa v území pohybuje v rozpätí 7,8-12 m (areál čistiarní), resp. 9,1-12,2 m (v širšom okolí u sond ST-3,4).

Úroveň **neogénneho podložia** bola vrtnými prácami v areáli a jeho širšom okolí overená v rôznych hĺbkových úrovniach, v rozpätí 10,1 až 15,5 m pod súčasným terénom. Z archívnych prác v území a jeho okolí vyplynul poznatok, že charakter neogénu do hĺbky cca 20,0 m pod súčasným terénom zastupujú takmer výhradne súdržné zeminy. Silne prevažujú silty/íly so strednou až vysokou plasticitou, občasne boli zistené silty piesčité. Konzistencia súdržných zemín je pevná, občas aj tuhá. Piesčité polohy (piesky siltovité resp. piesky ílovité) boli na parcelách v širšom okolí zistené prevažne v hĺbkach > 25m pod terénom. Na uvedené sedimenty môže byť viazaný i 2. horizont podzemnej vody – bližšie pozri tab. 6.4.

Novým poznatkom zisteným realizovanou etapou je členitosť povrchu neogénneho podložia v hodnotenom území, s úklonom na S až SZ. Jeho grafický priebeh podávame pre lepšiu názornosť na obr. 12 (kapit. 7.1.1.2). Uvedená skutočnosť vzhľadom na charakter preukázaného kontaminantu v území (CLU sú ťažšie ako voda) ovplyvňuje migráciu a roznos znečistenia v jeho okolí. Inými slovami znečistenie sa od zdrojov roznáša nielen v generálnom smere prúdenia podzemnej vody (JV až VJV), ale aj v smere úklonu povrchu neogénu, teda na SZ (proti smeru prúdenia podzemnej vody).

- **podzemná voda** záujmového územia je viazaná na fluviálne kvartérne štrkopiesčité sedimenty dunajských náplavov. Ďalším zvodnencom môžu byť potenciálne i neogénne piesčité zeminy v podloží štrkov, vystupujúce vo forme občasných preplástkov v súvrství neogénnych ílov.

- Narazená hladina v kvartérnom zvodnení sa v čase prieskumných prác pohybovala v závislosti od morfológie terénu v areáli prevažne v úrovni 5,8-6,7 m pod súčasným terénom, s ustálením na úrovni 5,76-6,65 m p.t., čo poukazuje na jej voľný až mierne napätý charakter. V širšom okolí areálu (sondy ST-3 a ST-4) bola hladina zistená v úrovni 3,45-5,2 m p.t., s ustálením 3,42-5,165 m n.m.

Neogénny kolektor prieskumnými dielami v súčasnom, ani minulom období v areáli do hĺbky 12,0-17,0 m p.t. zistený nebol. V podloží kvartéru boli do vyššie uvedených hĺbok overené neogénne sedimenty prevažne charakteru ílov/siltov, ktoré tu vystupujú v podobe hydrogeologického izolátora.

➤ Podľa vykonaných krátkodobých hydrodynamických skúšok na vrtoch v blízkom okolí (HGV-3,5,6) v minulom období (Urban, O., et al. 2015) bol stanovený priemerný koeficient filtrácie zvodneného štrkopiesčitého súvrstvia $K_{f\text{priem.}} = 2,98 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ a priemerný koeficient prietochnosti $T_{\text{priem.}} = 2,49 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ – pozri tab. 7.4. Uvedené hodnoty sú v približnej zhode s hodnotami získanými dlhodobými čerpacími skúškami v širšom okolí ($k_f = 4,57 \cdot 10^{-2}$ až $6,86 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ vid' tab. 7.3 – kapit. 7.1.1.3.1). Do modelu šírenia sa znečistenia (časť AR) bola z uvedeného dôvodu použitá táto hodnota $k_f (2,98 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1})$.

➤ Generálny smer prúdenia podzemných vôd bol na základe **režimových meraní** v období prieskumných prác preukázaný v smere SZ-JV až ZSZ-VJV (pozri obr. 13a,b + grafická príloha č. 5a,b).

➤ Na dotácii zvodneného kolektora (kvartér + neogén) sa podieľajú najmä povrchové vody Dunaja (ktoré v tejto časti územia infiltrujú do náplavov po oboch stranách koryta trvale po celý rok, ako aj infiltrácia zo zrážok).

➤ Všetky geologické diela boli **geodeticky zamerané** (textová príloha č. 3).

Identifikácia, overenie a potvrdenie prítomnosti pravdepodobnej environmentálnej záťaže v skúmanom území

Realizovaným doplnkovým geologickým prieskumom potvrdenej environmentálnej záťaže bola **preukázaná prítomnosť znečisťujúcich látok** v koncentráciách presahujúcich ID a IT kritérium (podľa smernice MŽP SR č.1/2015-7) **v horizonte podzemnej vody**. Rekapituláciu zisteného znečistenia podávame prehľadne v tab. 53.

➤ V danej etape prieskumných prác v horizonte **zemín a pôdneho vzduchu výraznejšie prejavy znečistenia zistené neboli**.

V areáli bývalej chemickej čistiarne tvorí povrch prevažnej časti územia spevnená plocha, veľká časť územia je v súčasnosti stále zastavaná (existujúcu objektovú sústavu podávame na obr.22 v AR).

V zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) **boli v zeminách** u všetkých sledovaných ukazovateľov kvality, a to jednak vybraných organických látok (NEL-IR, C_{10} - C_{40} , ClU, BTEX, PAU), ako i vybraných kovov (As, Pb, Cd, Cu, Cr) dosiahnuté nízke koncentrácie, spadajúce hlboko pod úroveň indikačných (ID), i intervenčných kritérií (IT).

Obdobne bol uspokojivý stav kvality zistený i v prípade **pôdneho vzduchu**. Atmogeochemickými meraniami a exaktne stanovenými obsahmi organických látok nebol zistený výraznejší prejav znečistenia. Konkrétne u sledovaných parametrov **BTEX, ClU a celkové uhľovodíky** boli vo všetkých odobratých vzorkách namerané obsahy v úrovni kategórie „A“. Relatívny nárast bol v prípade atmogeochemických meraní zistený len v JV a V časti hodnoteného územia, v blízkosti sondy ST-2 (s maximálnym prejavom znečistenia PCE v podzemnej vode). Konkrétne u parametra VOC (s obsahmi $1,16$ - $2,6 \text{ mg.m}^{-3}$) v okolí sond AT-12 a AT-15 a v prípade TP (sumárny ukazovateľ ropných látok) opäť len vo východnej časti územia (okolie sondy AT-11) s obsahom $5,75 \text{ mg/m}^3$.

➤ Porovnaním zistených ukazovateľov kvality vo vzorkách stavebných konštrukcií s limitnými hodnotami vyhlášky č.382/2018 Z.z. možno konštatovať, že *stavebná suť v území* u sledovaných parametrov (C_{10} - C_{40} , PAU, stopové prvky /As, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn) *spĺňa kritéria kvality nie nebezpečného odpadu* (pozri tab. 41 a 42).

Projektanta a investora však upozorňujeme, že získané výsledky nepokryli celý požadovaný rozsah kvality v zmysle vyššie citovanej vyhlášky a vzhľadom na značnú zastavanosť areálu nepredstavujú ani reprezentatívnu vzorku.

Osobitnú pozornosť treba venovať zeminám a stavebným konštrukciám v okolí predpokladaných hlavných zdrojov znečistenia – JV časti objektu chemickej čistiarne) v budúcom období, po asanácii existujúcej objektovej sústavy. V tejto časti územia došlo v minulom období k indikácii znečistenia v horninovom prostredí prednostne v biologicky kontaktnej zóne (látkami PCE,

PAU, C₁₀-C₄₀ a NEL). V zmysle získaných výsledkov zemín a stavebného odpadu v minulom období (Urban et al., 2015) je potrebné pri likvidácii objektovej sústavy uvažovať v tejto časti územia aj so vznikom odpadu kategórie N (nebezpečný).

ZNEČISTENIE PODZEMNEJ VODY

Zhrnutím získaných výsledkov možno konštatovať, že vykonaný monitoring podzemnej vody preukázal znečistenie zo skupiny organických látok charakteru **chlórovaných uhľovodíkov (formy PCE)**.

Chlórované uhľovodíky boli vzhľadom na charakter bývalej prevádzky (chemická čistiareň) považované za prioritné kontaminanty v území. Ich nadlimitný výskyt v záujmovej oblasti bol overený už prieskumnými prácami v minulom období.

V súčasnej etape boli nadlimitné obsahy PCE zistené výraznejšie (> IT, resp. >ID) v okolí hlavných zdrojov znečistenia, za ktoré pokladáme objekt bývalej chemickej čistiarene, práčovne, práčovne telesného prádla a údržby (ich situovanie podávame na obr. 12 v AR). Maximálne obsahy (**> IT**) boli zistené u sondy **ST-2**, v JV cípe areálu, v blízkosti objektu chemickej čistiarene (**PCE v rozpätí 98,3-486 µg/l, pri priemer. koncentrácii 293,8 µg/l**). Túto oblasť pokladáme za hlavný zdroj znečistenia. Tento poznatok tak vyvrátil pôvodný predpoklad o posune centra znečistenia PCE mimo hodnotený areál, v smere prúdenia podzemnej vody JV smerom. Podľa archívnych prác v území - podrobného prieskumu ŽP z roku 2015 a následného monitoringu v období 2016-2022 (Urban et al., 2015 a Kordík et al., 2022) sa predpokladalo, že centrum znečistenia sa nachádza v okolí sondy HGV-4 (v areáli BVS a.s.), cca vo vzdialenosti 100m od hranice areálu (bližšie pozri tab.53 a 56).

Prekročenie IT limitných koncentrácií v samotnom areáli bolo preukázané ešte v jeho SZ až S časti u sond **ST-1 (s priemer. koncentraciou 42 µg/l) a ST-6 (s priemer. koncentraciou 30,8 µg/l)**.

Uvedenú skutočnosť pokladáme za dôsledok lokálnej migrácie znečistenia látkami PCE vplyvom zmeny sklonu neogénneho podložia (smerom na S až SZ – viď obr.12 v ZS)..

V ďalších vrtoch v areáli bolo zistené už len mierne zvýšenie obsahov PCE v úrovni **ID kritérií**:
-HGV-1, PCE v rozpätí 1,65 až 15,6 µg.l⁻¹, **pri priemernej koncentrácii 10,72 µg.l⁻¹**,
-HGV-2, PCE v rozpätí 13,3 až 16,6 µg.l⁻¹, **pri priemernej koncentrácii 14,75 µg.l⁻¹**,
-ST-5, PCE **10,99 µg.l⁻¹**,
-S-1, PCE v rozpätí 12,54-12,62 µg.l⁻¹, **pri priemernej koncentrácii 12,58 µg.l⁻¹**.

➤ Znečistenie je väčšieho rozsahu ako hodnotené územie. Znečistená podzemná voda postupuje zo zdrojov znečistenia na obytnú i urbanizovanú zónu mestskej časti Ružinov. V dosahu oblaku znečistenia chlórovanými uhľovodíkmi sa nachádza obytno- polyfunkčná zóna. Nadlimitné obsahy (**> IT**) boli vo všetkých kolách vzorkovania za hranicou areálu zistené ešte u sond :

-HGV-4 v areáli BVS a.s. (vo vzdialenosti cca 100m od hranice areálu), **PCE počas monitoringu v rozpätí 146-270 µg/l, s priemernou koncentraciou 231,8 µg/l**,

-ST-3 (vo vzdialenosti 225m od hranice areálu), **PCE počas monitoringu v rozpätí 39,6-234 µg/l s priemernou koncentraciou 168,12 µg/l**

-HGP-1 (vo vzdialenosti cca 550m), **PCE počas monitoringu v rozpätí 127-231,9 µg/l, s priemernou koncentraciou 190,3 µg/l** -viď tab. č. 53 (rekapitulácia znečistenia v podzemnej vode) a tab. 56.

U sondy **S-2** (v obytno-polyfunkčnej zóne, cca 45m za areálom SV smerom) boli potvrdené obsahy v úrovni ID kritérií, konkrétne PCE v rozpätí 16,6-16,88 µg.l⁻¹, **pri priemernej koncentrácii 16,74 µg.l⁻¹** – pozri tab.53 a 56.

- Z mapy reprezentatívnych obsahov PCE v podzemnej (pri priemerných koncentráciách – graf.príloha 7) možno usudzovať o šírení znečistenia zo zdrojových oblastí v areáli čistiarní (v okolí ST-2) prúdením podzemnej vody pomerne v úzkom koridore a na väčšie vzdialenosti. Táto skutočnosť poukazuje na dobré zvodnenie kvartérneho kolektora a vysokú rozpustnosť CLU – viď obr. 22 v ZS.

Tab.53 : Rekapitulácia znečistenia v podzemnej vode

		Prejavy znečistenia podzemná voda
	Zistený kontaminant	priemerná koncentrácia
S-1	PCE	12.58 µg/l
ST-1	PCE	41,51 µg/l
ST-2	PCE	293,8 µg/l
ST-5	PCE	10.99 µg/l
	NO ₂	0.66 mg/l
	NH ₄	1.36 mg/l
	Mn	1.014 mg/l*
ST-6	PCE	30,75 µg/l
Indikačná oblasť (za hranicou areálu)		
S-2	PCE	16.74 µg/l
ST-3	PCE	168.12µg/l
HGV-4	PCE	231.8 µg/l
HGP-1	PCE	190.3 µg/l

Vysvetlivky : * - prekročenie limit.hodnoty-vyhl.247/2017 Z.z.

Plošnú distribúciu reprezentatívnych obsahov PCE (pri priemerných koncentráciách) podávame na obr. 22. a v grafickej prílohe č. 7.

Prejavy znečistenia v podzemnej vode boli zistené ešte **slokálnym priebehom** v prípade týchto anorganických látok :

- amónne ióny (NH₄⁺) - s miernym a bodovým priebehom znečistenia v JZ časti areálu - u sondy **ST-5** (v 1. úvodnej etape monitoringu). Monitoringom boli zistené obsahy NH₄⁺ **v úrovni ID kritérií** (NH₄⁺=1,36 mg/l). Ostatné sledované objekty v rámci areálu (ST-1, ST-2), ako i za jeho hranicou (HGV-4) už preukázali vyhovujúci stav kvality (NH₄⁺= v rozpätí 0,02 až 0,39 mg/l) – pozri tab. 54.

Za jeden z možných zdrojov uvedených látok v blízkosti sondy ST-5 (pri objekte bývalej pracovne) pokladáme kanalizáciu splaškových vôd, prevádzkovanú v súčasnom i minulom období. Plošnú distribúciu NH₄⁺ v 1. kole vzorkovania podávame v grafickej prílohe č. 6B + na obr. 23.

Tab. 54 : Prejav znečistenia látkami NH₄⁺ v podzemnej vode - 1.kolo vzorkovania

amónne ióny (mg/l)	fáza I. prieskumná
limitné hodnoty SM 2015 ID=1,20 IT=2,40	
vrt	(11-12/2022)
areál chemič.čistiarne	
ST-1	0,3
ST-2	0,39
ST-5	1,36
Indikačná oblasť za areálom	
HGV-4	<0,02

- dusitany (NO_2^-) - s lokálnym priebehom znečistenia taktiež u sondy ST-5 v 1.kole vzorkovania. V danom prípade došlo v zmysle platnej legislatívy k prekročeniu limitnej koncentrácie IT kritéria. Opätovné začerpanie tejto sondy za účelom overenia znečistenia týmito formami N (NO_2^- i NH_4^+) nebolo možné (mapovacia sonda bola po odvrtaní a vzorkovaní zlikvidovaná). Ostatné sledované objekty v areáli (ST-1,2) i v blízkom a širšom okolí (ST-3, ST-4, HGV-4, HGV-5) nárast týchto látok nepotvrdili (NO_2 v rozpätí <0,01 až 0,12 mg/l) – pozri tab. 55.

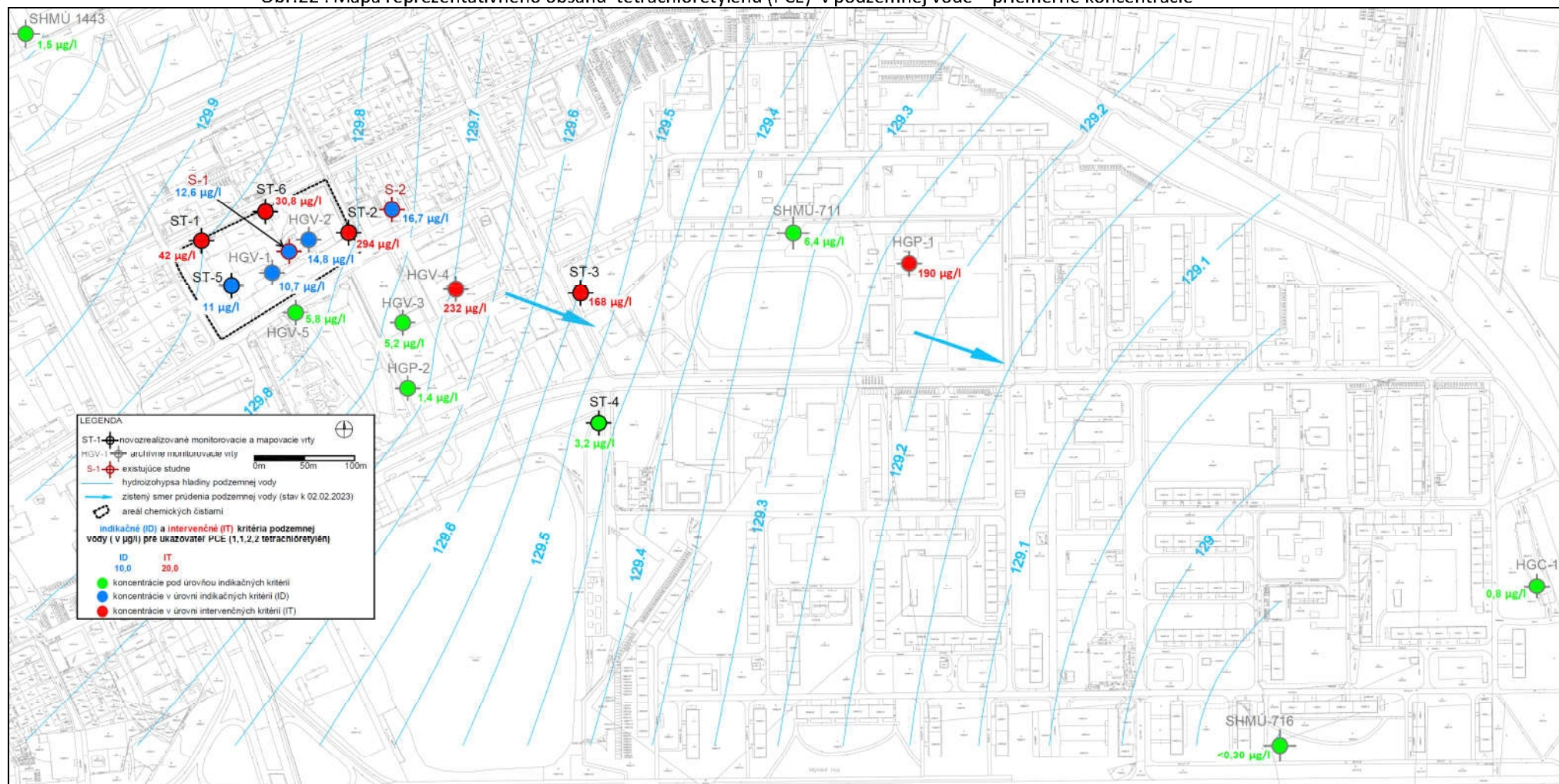
Plošnú distribúciu NO_2^- (priemerné obsahy) podávame v grafickej prílohe č. 6C + na obr. 24.

Predpokladáme, že tento bodový nárast obsahu dusitanov i amónnych iónov súvisí so zmenou oxidačno-redukčných podmienok v tejto časti územia, čo preukazujú i výsledky terénnych meraní (pozri obr. 27 – obsah kyslíka).

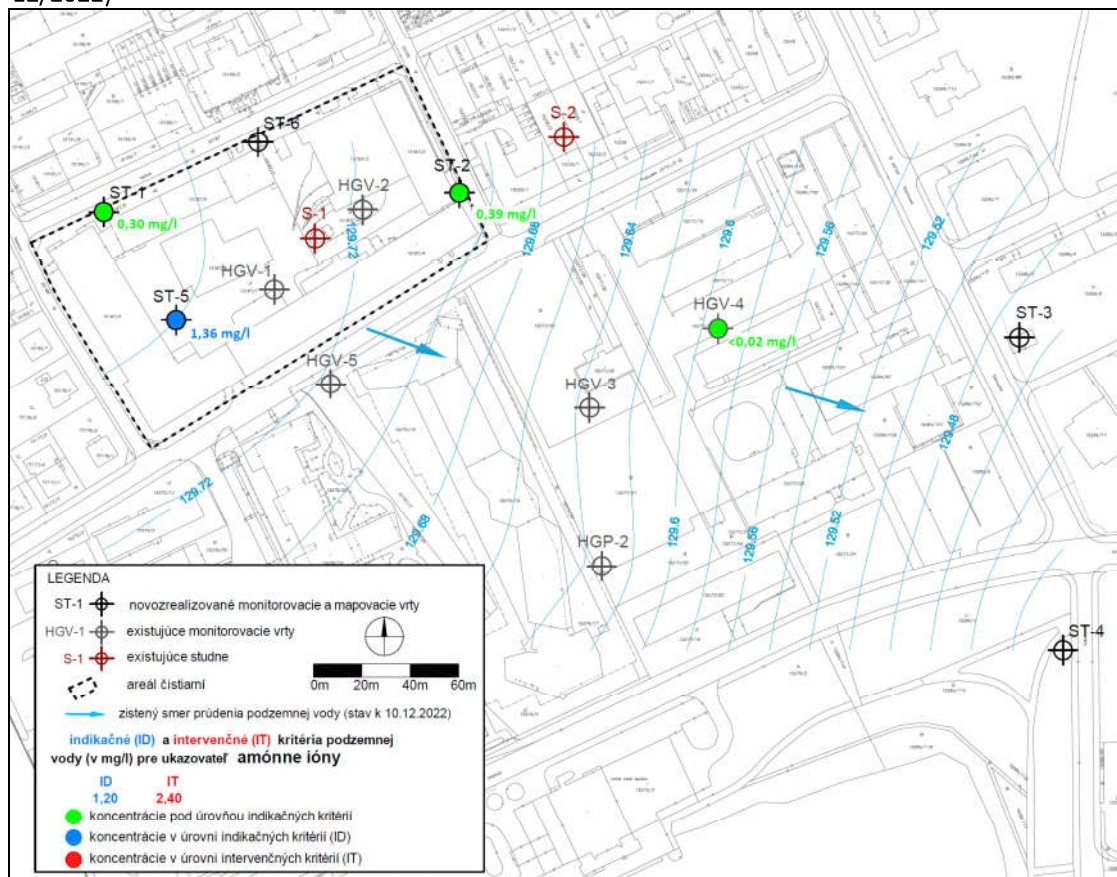
Tab. 55 : Prejav znečistenia NO_2^- v podzemnej vode v jednotlivých kolách vzorkovania

dusitany (mg/l)	fáza I. prieskumná 1.kolo)	fáza II. monitoring	Priemerná koncentrácia
limitné hodnoty SM 2015 ID=0,40 IT=0,50		II. kolo	
virt	(11-12/2022)	(02/2023)	
areál chemič.čistiarene			
ST-1	0,12	<0,01	0,11
ST-2	0,1	<0,01	0,01
ST-5	0,66	-	0,66
Indikačná oblasť za areálom			
ST-3	-	<0,01	<0,01
ST-4	-	0,02	0,02
HGV-4	<0,01	<0,01	<0,01
HGV-5	-	<0,01	<0,01

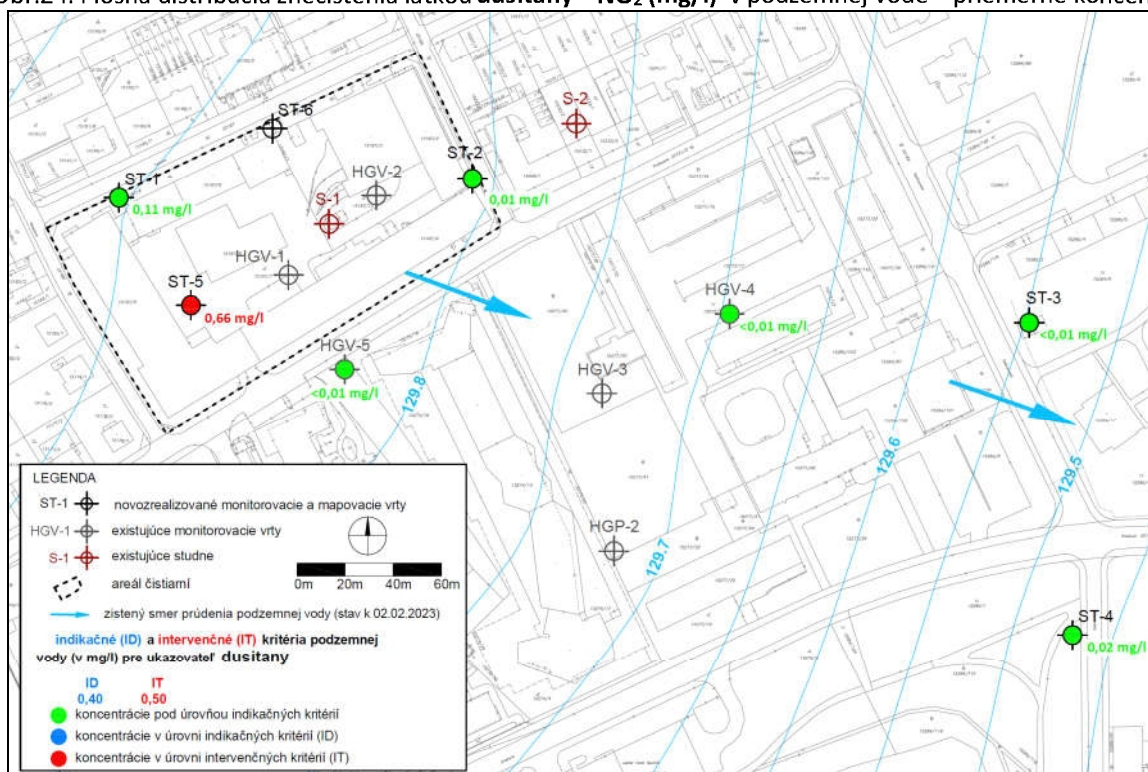
Obr.22 : Mapa reprezentatívneho obsahu tetrachlóretylénu (PCE) v podzemnej vode – priemerné koncentrácie



Obr.23: Plošná distribúcia znečistenia **amónnymi iónmi (mg/l)** v podzemnej vode (Fáza I. – prieskum 11-12/2022)



Obr.24: Plošná distribúcia znečistenia látkou **dusitany – NO₂ (mg/l)** v podzemnej vode – priemerné koncentrácie



Tab. 56 : Prejav znečistenia CLU v podzemnej vode – forma 1,1,2,2 PCE v jednotlivých kolách vzorkovania

CLU (µg/l)		1,1,2,2-PCE (µg/l)	min	max	aritm.priemer
ID SM 2015		10			
IT SM 2015		20			
zdrojová enera 1 - areál					
ST-2 (B)	1. kolo	486	98.3	486	293.8
ST-2 (A)	1. kolo	438			
ST-2	2.kolo	348			
ST-2 (A)	3.kolo	98.3			
ST-2 (B)	3.kolo	98.7			
zdrojova enera 2 - areál					
HGV-1 (B)	1. kolo	14,9	1.65	15.6	10.72
HGV-1 (A)	1. kolo	15.6			
HGV-1	2.kolo	1.65			
HGV-2 (B)	1. kolo	14.8	13.3	16.16	14.75
HGV-2 (A)	1. kolo	13.3			
HGV-2	2.kolo	16.16			
S-1 (B)	1. kolo	12.62	12.54	12.62	12.58
S-1 (A)	1. kolo	12.54			
ST-5	1. kolo	10.99			10.99
šírenie znečistenia v JV smere – za hranicou areálu					
HGV-4 (B)	1. kolo	146	146	274	231.8
HGV-4 (A)	1. kolo	274			
HGV-4	2.kolo	269			
HGV-4 (A))	3.kolo	270			
HGV-4 (B)	3.kolo	200			
ST-3 (B)	1. kolo	202	39.6	234	168.12
ST-3 (A)	1. kolo	234			
ST-3	2.kolo	39.6			
ST-3 (A)	3.kolo	153			
ST-3 (B)	3.kolo	212			
HGP-1 (B)	2.kolo	212	127	231.9	190.3
HGP-1 (A)	3.kolo	231.9			
HGP-1 (B)	3.kolo	127			
S-2 (A)	1. kolo	16.6	16.6	16.88	16.74
S-2 (B)	2.kolo	16.88			
šírenie znečistenia v SZ smere/po úklone neog.podložia v areáli					
ST-1 (B)	1. kolo	39.3	24.94	60.3	41.51
ST-1 (A)	1. kolo	60.3			
ST-1	2.kolo	24.94			
ST-6 (B)	1. kolo	28.9	28.76	34.6	30.75
ST-6 (A)	1. kolo	34.6			
ST-6	2.kolo	28.76			

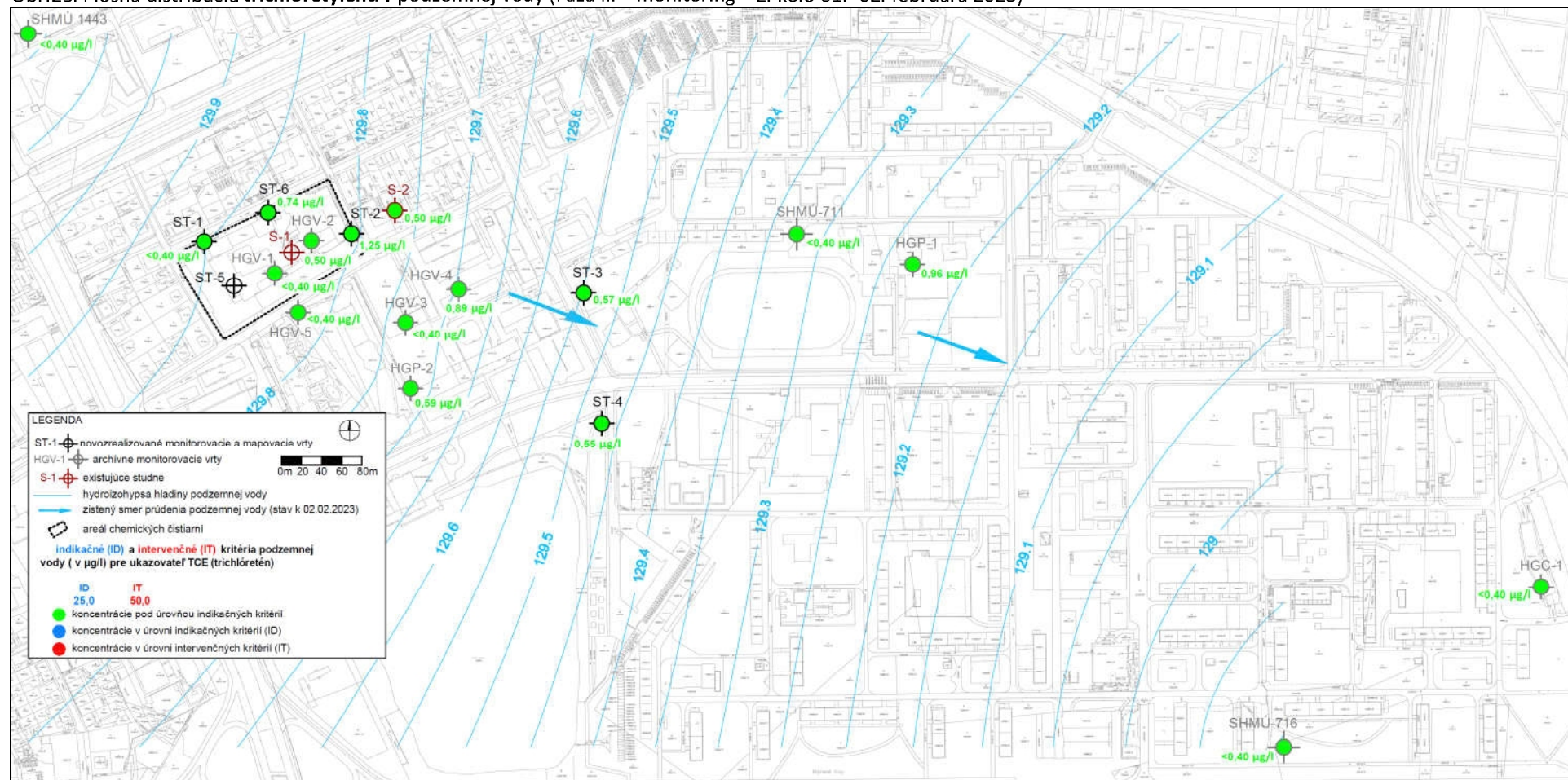
sondy v eneral.smere prúdenia – bez prejavu znečistenia					
ST-4 (B)	1. kolo	4.6			
ST-4 (A)	1. kolo	3.29			
ST-4	2.kolo	1.72	1.72	4.6	3.20
HGV-3 (B)	1. kolo	5.36			
HGV-3 (A)	1. kolo	4.93			
HGV-3	2.kolo	5.3	4.93	5.36	5.20
HGV-5 (B)	1. kolo	6.37			
HGV-5 (A)	1. kolo	<0,30			
HGV-5	2.kolo	5.17	<0.3	6.37	5.77
HGP-2 (B)	1. kolo	1.34			
HGP-2 (A)	1. kolo	1.24			
HGP-2	2.kolo	1.53	1.24	1.53	1.37
HGC-1	2.kolo	0.8			0.8
SHMÚ 716-1	2.kolo	<0,30			<0,30
SHMÚ 711	2.kolo	6.35			6.35
sonda proti smeru prúdenia - SZ od areálu					
SHMÚ 1443	2.kolo	1.47			1.47

• Z výsledkov ostatných foriem alifatických i aromatických chlorovaných uhľovodíkov ich zvýšený obsah v podzemnej vode výraznejšie potvrdený nebol. Laboratórnymi skúškami boli mimo sond s prejavom znečistenia u PCE (ST-2, ST-3, HGV-4, HGP-1, S-2, HGP-1) zistené obsahy pod úrovňou indikačných kritérií, resp. pod medzou stanovenia použitých laboratórnych metód. U vrtov s výraznejším prejavom znečistenia PCE boli zistené stopové obsahy u foriem TCE a cis 1,2DCE, avšak hlboko pod úrovňou ID kritérií (rádovo v desatinách µg/l) – pozri tab. 47. Konkrétne:

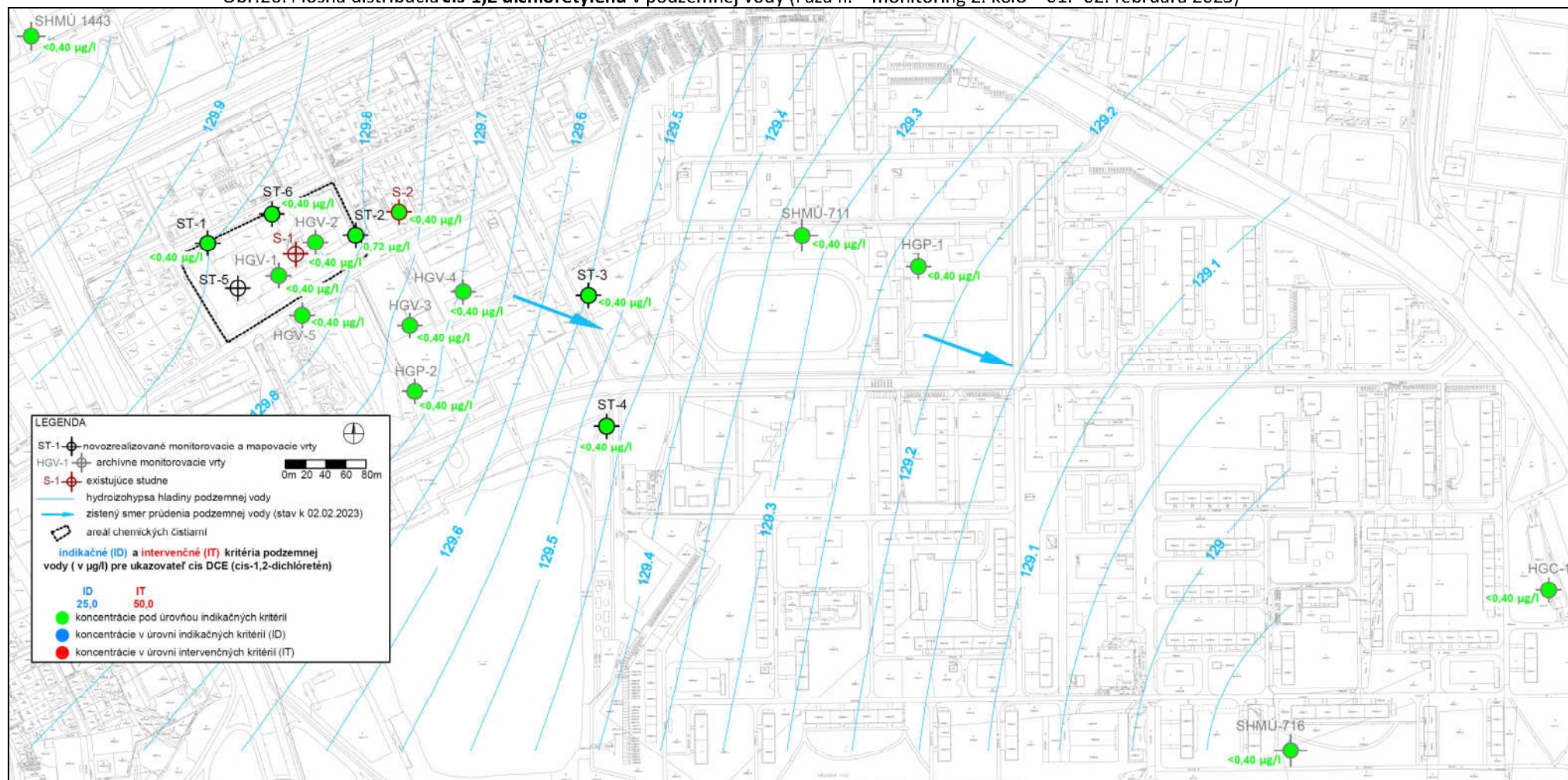
- **TCE** – u sondy **ST-2** (0,86-2,6µg/l vo všetkých kolách vzorkovania), **ST-3** (0,42-0,77µg/l v 1. až 3.kole vzorkovania), **ST-6** (0,4-0,74µg/l v 1. a 2.kole vzorkovania), **HGV-4** (0,43-0,89µg/l v 1. až 3.kole vzorkovania), **S-2** (0,5µg/l v 2.kole vzorkovania), **HGP-1** (0,55-0,96µg/l v 2. a 3.kole vzorkovania),
- **cis-1,2DCE** – u sondy **ST-2** (0,72-0,82 µg/l v 1.,2.kole vzorkovania), **HGV-4** (0,46 µg/l v 1.kole vzorkovania), **ST-3** (0,5 µg/l v 1.kole vzorkovania)
- **trans-1,2DCE** – u sondy **ST-2** (0,49-0,65 µg/l v 1.,2.kole vzorkovania)

Uvedená skutočnosť poukazuje, že rozklad a degradácia zdrojovej látky (PCE) na zlúčeniny s nižším počtom atómov chlóru (TCE, DCE a vinylchlorid) v území výraznejšie neprebieha (viď tab. 47 a obr. 25 a 26). Uvedenú skutočnosť pokladáme za dôsledok prevažne aeróbných podmienok v celom území a jeho okolí, čo potvrdzujú i obsahy O₂ a redox-potenciálu - text. Príloha 2b + obr. 27.

Obr.25: Plošná distribúcia trichlóretylénu v podzemnej vody (Fáza II. – monitoring – 2. kolo 01. -02. februára 2023)

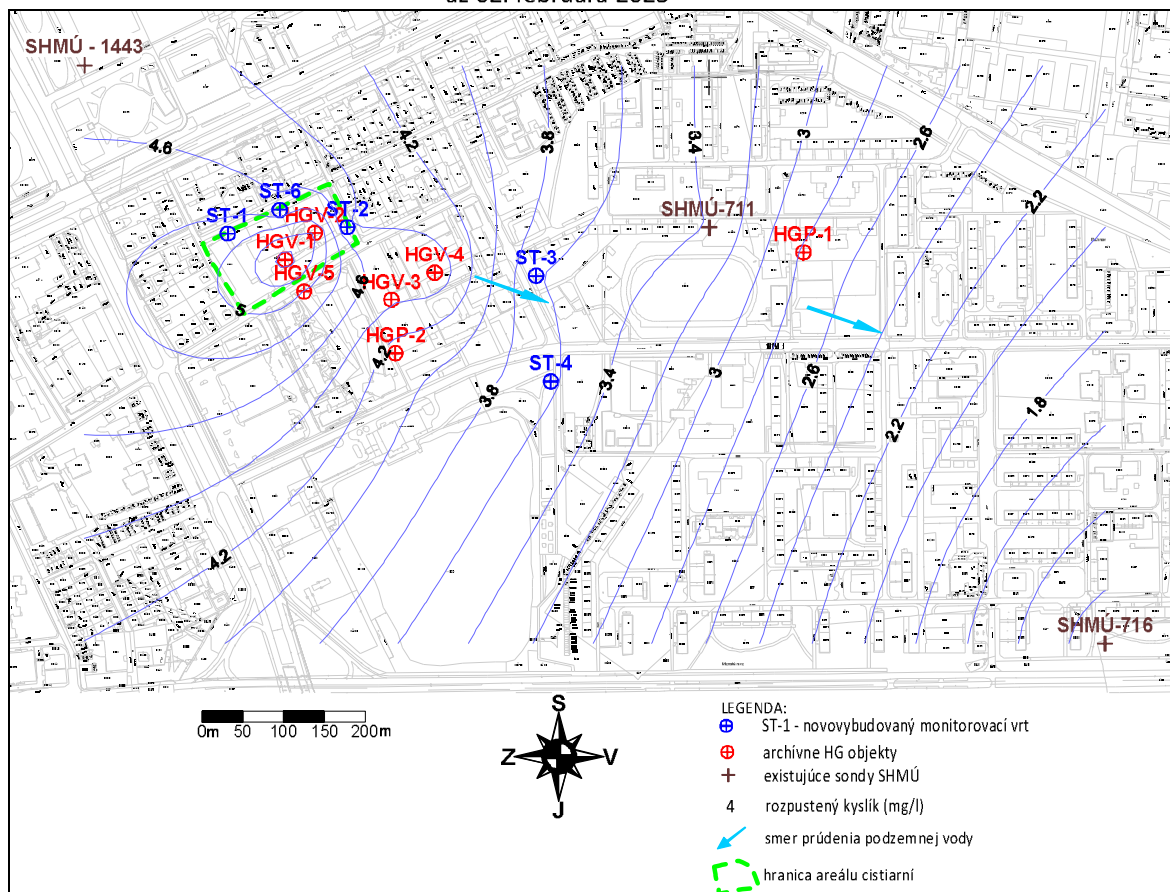


Obr.26: Plošná distribúcia cis-1,2 dichlóretylénu v podzemnej vode (Fáza II. – monitoring 2. kolo – 01.-02. februára 2023)



- V prípade ostatných monitorovacích sond v okolí areálu v JV i SZ smere (ST-4, HGV-3, HGV-5, HGP-2, HGC-1, objekty SHMU 716, 711 a 1443) boli laboratórnymi prácami zistené obsahy PCE pod úrovňou indikačných kritérií (rádovo v desatinách až jednotkách : 0,8-6,35 µg/l).

Obr.27 : Plošná distribúcia **rozpusteného kyslíka (v mg/l)** v podzemnej vode – Fáza II. – monitoring 2. kolo (01. až 02. februára 2023



- Z výsledkov je ďalej zrejmé, že mimo sondy ST-2, situovanej na JV hranici areálu boli vo všetkých objektoch v areáli čistiarní namerané v súčasnej etape koncentrácie v rozpätí 1,65 až 60,3 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (pri priemernej koncentrácii 21,9 $\mu\text{g.l}^{-1}$).

Z uvedených výsledkov možno predpokladať, že znečistenie je výraznejšie koncentrované (nad 100 $\mu\text{g.l}^{-1}$) prednostne v JV cípe (okolie ST-2), v ostatných častiach areálu znečistenie osciluje už len v úrovni ID až mierneho prekročenia IT kritérií (maximálne s 2 až 3-násobným prekročením IT limitu).

Tab. 57 : Časový priebeh koncentrácií PCE u archívnych a novovybudovaných vrtoch v období 2015 až 2023 (podľa Urban et al., 2015 Kordík et al., 2022 + súčasná etapa prác)

horizont odberu		Urban et al., 2015		Kordík et al., 2022												súčasná etapa prieskum.prác		
areál čistiarní		1.kolo	2.kolo	11/2016	3/2017	9/2017	4/2018	10/2018	5/2019	9/2019	7/2020	9/2020	6/2021	9/2021	5/2022	11-12/2022	1.2.2023	13.2.2023
HGV-1	A	11.3	9.5													15.6		
	C	10.2	8.22	7.5	7.8	13.2	7.5	8.8	10.1	16.6	24.6	24.8	16.2	13.6	22.2	14.9	1.65	
HGV-2	A	35.9	28.7													13.3		
	B	29.7	23.4															
	C	28.6	20.8	20.1	pod LD	14.3	11.2	2.9	17.5	15.3	21.3	23	28.5	22.2	17.3	14.8	16.16	
S-1	A	41.1	36.6													12.54		
	B	18.8	38															
	C	19.3	12.9		8.2	10.6	6.6	6.2	11.8	11.5	12.1	12.7	15.6	16.6	13.9	12.62		
ST-1	A															60.3		
	C															39.3	24.94	
ST-2	A															438		98.3
	C															486	348	98.7
ST-5	C															10.99		
ST-6	A															34.6		
	C															28.9	28.76	
sondy za areálom JV smerom																		
HGV-5	A	5.9	17.5													<0.3		
	B	6.12	13.5															
	C	5.97	11.7	8.3	5	6.6	pod LD	7.5	8.1	pod LD	7.6	6.7	10.6	10.1	2.4	6.37	5.17	
S-2	A																	
	B	15.2														16.6	16.88	
HGV-4	A	1100	1330													274		270
	B	510	635															
	C	461	462	222	212	62	310	326	275	46.3	176	150	385	169	158	146	269	200
HGV-3	A	7.47	9.44													4.93		
	B	8.18	7.53															
	C	8.44	7.64	10.8	13.7	39.4	5.8	4.3	9	1.3	7.6	6.8	9.9	8.8	7.9	5.36	5.3	
HGP-2	A	<0.2	6.04													1.24		
	B	<0.2	4.87															
	C	3.12	5.11													1.34	1.53	

Plošnú distribúciu PCE v jednotlivých kolách vzorkovania v podzemnej vode podávame pre názornosť v graf. prílohe č. 6A.1 až 6A.3. Plošnú distribúciu NO_2^- v podzemnej vode podávame v graf. prílohe č. 6B a látky NH_4^+ v graf. prílohe č. 6c.

➤ **Kvalita povrchových vôd (Štrkovecké jazero a jazero Rohlík)** boli zaradené medzi sledované médiá vzhľadom na ich pozíciu (situované vo vzdialenosti cca 260-930 m od areálu JJV smerom, v smere prúdenia podzemnej vody). Kvalita vôd bola sledovaná pomocou jednej snímky/vodná plocha (Rohlík), resp.dvoch geochemických snímok (Štrkovecké jazero). Z dosiahnutých výsledkov (tab. č. 51a,b,c) možno konštatovať, že vykonaným monitoringom neboli známky znečistenia povrchových vôd látkami CIU, ani BTEX zistené. Ovplyvnenie kvality povrchových vôd znečistením v podzemných vodách z hodnoteného areálu tak potvrdené nebolo.

➤ **Preskúmanie plošného a priestorového rozsahu a miery znečistenia**

Rozsah znečistenia bol preskúmaný na základe vzorkovania vrtných jadier mapovacích vrtov a monitorovacích vrtov, vzorkovania podzemnej vody prostredníctvom monitorovacích aj mapovacích vrtov, vzorkovania povrchovej vody (Štrkoveckého jazera a jazera Rohlík), ako aj pomocných prieskumných metód (atmogeochémia).

Prítomnosť znečisťujúcej látky v podzemnej vode (PCE) bola potvrdená všetkými realizovanými geochemickými snímkami.

- Látka **PCE** v podzemnej vode postupuje zo zdrojov znečistenia v areáli čistiarní v smere prúdenia podzemnej vody. Za hranicou areálu bol prejav znečistenia ($> IT$) zistený v generálnom smere prúdenia u sond HGV-4 (vo vzdialenosti cca 100 m), ST-3 (vo vzdialenosti cca 225 m) a vrte HGP-1 (vo vzdialenosti cca 550 m).

- Aktuálnym prieskumom neboli v podzemnej vode zistené produkty premeny PCE (TCE, DCE a VC) v areáli, ani jeho okolí – až po vrt HGP-1. To znamená, že minimálne po vrt HGP-1 (na Zálužickej ulici) sa látka PCE transportuje v podzemnej vode bez premien (bez úbytku) a môže byť transportovaná do veľkých vzdialeností.

- Z plošnej distribúcie PCE v podzemnej vode (pri priemerných koncentráciách) usudzujeme o šírení znečistenia zo zdrojových oblastí v areáli čistiarní (okolie ST-2) pomerne v úzkom koridore a na väčšie vzdialenosti (v JV smere), čo odráža dobré zvodnenie kvartérneho kolektora a vysokú rozpustnosť CIU.

- K roznosu znečistenia dochádza nielen v generálnom smere prúdenia podzemnej vody (smerom na JV až VJV), ale v dôsledku sklonu neogénneho podložia a vlastností CIU i v opačnom smere (na SZ až S). Plošný rozsah v tomto sekundárnom smere roznosu nie je veľký (prejav znečistenia s miernym presahom IT limitu overený u sond ST-1 a ST-6, v sonde SHMU 1343, vo vzdialenosti cca 290 m SZ od hranice areálu bez známk znečistenia – vid' tab. 47, tab. 56).

- Aj napriek realizácii projektovanej metráže prieskumných diel nebolo možné dostatočne ozrejmiť celkový dosah znečistenia v smere generálneho prúdenia podzemnej vody (absentujú údaje o koncentračných úrovniach PCE za ulicou Zálužická v súčasnom i minulom období. Do súčasnej etapy boli dokonca známe obsahy CIU len po vrt HGV-4 v areáli BVS.

Koncentračné úrovne látky PCE za ulicou Zálužická sú stanovené len na základe modelového riešenia (vid' bližšie AR). Ďalšie prieskumné diela v tejto časti územia už realizované neboli, nakoľko tu dochádza ku synergickému účinku viacerých iných zdrojov znečistenia CIU. Konkrétne ide o **zdroje z bývalej Bratislavskej cvernovnej továrne, z bývalej Chemiky, bývalého areálu Istrochem a.s., a Žabieho majera**, kde boli taktiež indikované ako kontaminant chlorované uhľovodíky (bližšie vid' kapit. 2.3 v AR + obr. 9 v AR).

- Zistené výsledky popri preukázaní environmentálneho rizika poukázali na viacero nejasností ohľadne šírenia znečistenia látkami CIU v širšom okolí hodnotenej oblasti, kde okrem nami hodnoteného areálu môžu pôsobiť aj ďalšie iné zdroje – vid' vyššie). Neexistuje totiž monitoring znečistenia ani režimových meraní podzemnej vody, ktorý by sledoval v podzemnej vode celé kontaminačné oblaky z týchto zdrojov znečistenia. Z uvedeného dôvodu zistené znečistenie CIU ešte aj pred líniou I. odpadového kanála CHZJD vo vzdialenosti cca 1100 m (Urban et al., 2020) nie je v súčasnosti možné jednoznačne priradiť niektorému z vyššie uvedených zdrojov kontaminácie.

- Ani počas realizovaného monitoringu podzemnej vody tejto EZ organizáciou ŠGÚDŠ v období 2016-2022 odber vzoriek podzemnej vody za hodnoteným areálom v smere prúdenia podzemnej vody do vzdialenejších oblastí za vrt HGV-4 (s obsahmi v rozpätí 46,3 až 385 $\mu\text{g.l}^{-1}$, pri priemernej hodnote 208 $\mu\text{g.l}^{-1}$) nebol rozšírený.
- Všetky uvedené nejasnosti ohľadne distribúcie kontaminantov a ich šírenia v okolí areálu odporúčame v budúcom období upresniť komplexným monitoringom všetkých zdrojov znečistenia CIU v tejto časti Bratislavy.
- V prípade látok NH_4^+ a NO_2^- bol zistený iba lokálny/bodový nárast u sondy ST-5 v 1. kole vzorkovania, bez presahu znečistenia za hodnotený areál. Ostatné sledované objekty v areáli (ST-1,2) i v blízkom okolí (ST-3, ST-4, HGV-4, HGV-5) nárast týchto látok nepotvrdili (pozri tab. 54,55 + obr. 23 a 24).

➤ **Identifikácia zdrojov a ohnisk znečistenia**

- Pri charakteristike potenciálnych zdrojov znečistenia z bývalej prevádzky sme vychádzali z materiálov dostupných v predošlej etape prieskumných prác, ako i informácií od súčasného majiteľa pozemku (mapa objektovej sústavy počas bývalej prevádzky). Komplexný sortiment používaných surovín a odpadových produktov, vrátane manipulácie s nimi počas celého prevádzkovaného obdobia v minulom ani súčasnom období však nie je celkom objasnený.
- PCE je látka jednoznačne antropogénneho charakteru, ktorý sa používal v minulosti najmä pri technickej údržbe a čistiarnach/práčovniach), ďalej pri odmasťovaní výrobkov, súčiastok (prednostne v strojárskom priemysle).
- Dominantným kontaminantom v území je látka **tetrachlóretylén (PCE)**. Jej výskyt je viazaný na viaceré lokálne oblasti znečistenia. Možno predpokladať, že ide najmä o objekt **bývalej chemickej čistiarne** v JV a J časti areálu (objekt 1-obr.28), **práčovne telesnej bielizne** v SV časti (objekt 6) – pozri obr. 28. Vylúčiť nemožno ani manipuláciu s týmito látkami počas prevádzky **údržby** (č. 3) **a kotolne** (č. 5) na odmasťovanie zaolejovalých komponentov. Z priebehu znečistenia PCE možno predpokladať jeho úniky v zóne prevzdušnenia, z ktorej vplyvom zrážkovej činnosti dochádza kich postupnému vyplavovaniu do horninového podlažia. Vylúčiť nemožno ani úniky z iných zdrojov podzemného charakteru (podzemných zásobníkov/jímok, resp. kanalizačných potrubí). Ich výskyt a presnejšia pozícia v areáli nie je z dostupných dát a informácií známa. Transport znečisťujúcich látok do podzemnej vody bol preukázaný na základe výsledkov monitorovania kvalitatívnych vlastností podzemnej vody.
- Pravdepodobným zdrojom úniku znečisťujúcich látok bola neodborná manipulácia, ich skladovanie, prednostne vo V a JV časti areálu (priamo v budove chemickej čistiarne). Z dostupných informácií o bývalej technológii a prevádzke bližšia špecifikácia zdrojov znečistenia nie je možná. Potenciálne zdroje znečistenia z bývalej prevádzky chemickej čistiarne sú znázornené na obr. 28.

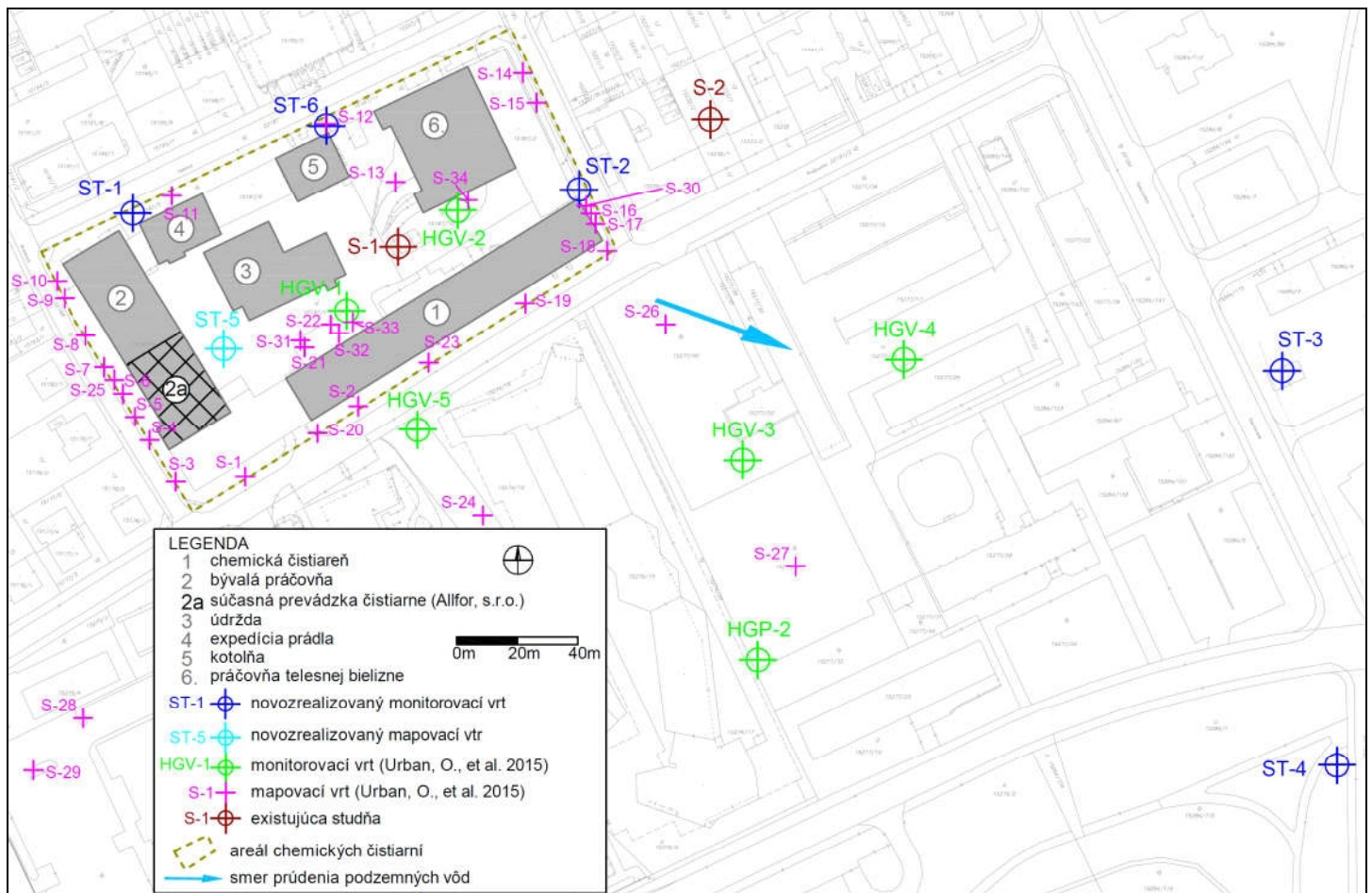
V súčasnosti je v J časti objektu bývalej práčovne v JZ časti areálu od roku 2009 prevádzkovaná priemyselná čistiareň fy Allfor (s predmetom činnosti : pranie a chemické čistenie textilných a kožušinových výrobkov). Podľa vyjadrení súčasného majiteľa už k používaniu PCE v procese čistenia nedochádza.

- Znečistenie v zeminách, konkrétne zóny prevzdušnenia bolo zistené len v minulej etape prieskumných prác (Urban et al., 2015), prevažne u vrtov v JV a J časti areálu (v okolí objektu bývalej chemickej čistiarne a práčovne telesnej bielizne). Súčasná etapa nadlimitné obsahy PCE v zeminách síce nepotvrdila, no vzhľadom na výsledky minulej etapy (Urban et al., 2015), značnú zastavanosť lokality, ktorá obmedzovala rozsah prieskumných prác, ako i obmedzenie na realizáciu vrtov iba v obvodovej časti areálu súčasným majiteľom, odporúčame otázku bilancie znečistenia v zeminách upresniť až po demolácii objektov v budúcom období, po realizácii ďalšieho doplnkového prieskumu.

V súčasnom období odporúčame vychádzať z vyššie uvedených výsledkov zistených v minulej etape (Urban et al., 2015).

- Zohľadňujúc plošnú distribúciu a koncentračné úrovne znečistenia, ktoré sa u vrto v dlhodobejšom merítku (od roku 2015) výraznejšie nemení (rádovo prevažne v desiatkach $\mu\text{g.l}^{-1}$, s maximami stovkách $\mu\text{g.l}^{-1}$ v JV cípe areálu) *usudzujeme o reziduálnom znečistení, bez výraznejšej dotácie v súčasnom období* – pozri tab. 57.

Obr.28: Potenciálne zdroje znečistenia v hodnotenom areáli s pozíciou všetkých prieskumných diel – súčasná a minulé etapy



Zvýšené obsahy amónnych iónov a dusitanov v podzemnej vode pravdepodobne odrážajú zmenu oxidačno-redukčných podmienok v okrajových častiach areálu – jeho JZ časti (s redukčným prostredím). Môžu však odrážať aj vplyv iných lokálnych zdrojov v území (napr. úniky splaškových vôd).

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že prioritný kontaminant (PCE) identifikovaný v podzemnej vode považujeme v kauzálnej súvislosti s hodnotenou EZ.

➤ **Identifikácia a charakteristika všetkých znečisťujúcich látok vrátane ich kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov**

Vykonanými prácami sa preukázalo, že v skúmanom geologickom prostredí sa nachádzajú znečisťujúce látky zastúpené

- **v podzemnej vode (potvrdené viacnásobným monitoringom): 1,1,2,2 PCE v úrovni ID až IT kritérií.** Lokálny prejav (**>IT**) bol preukázaný ešte u látky NH_4^+ (s bodovým výskytom v okolí sondy ST-5). Okrem uvedených látok boli v podzemnej vode zistený mierny prejav znečistenia (**>ID**) zistený opäť lokálne (okolie ST-5) u **dusitanov (NO_2^-)**. Nakoľko v daných prípadoch (NO_2^- a NH_4^+) ide o bodový prejav znečistenia a charakter a vlastnosti znečisťujúcich látok nepredpokladajú výraznejší dopad na ekosystém a zdravie človeka, neboli zahrnuté do hodnotenia environmentálneho, ani zdravotného rizika.

- Z výsledkov minulej etapy prieskumných prác v území (Urban et al., 2015) možno znečistenie očakávať aj **v zeminách a pôdnom vzduchu**. Výraznejšie prejavy znečistenia (plošne i koncentračne **>IT**) boli zistené **v zeminách**

- *prednostne v navážke biologicky kontaktnej zóny* **látkou PCE** v JV a J časti areálu, bodový výskyt bol zaznamenaný v tejto zóne ešte u ukazovateľov **C₁₀-C₄₀, NEL-IR a benzo(a)pyrén**

- *v pásme nasýtenia* : **PCE** (s lokálnym priebehom v JV časti areálu)

Mierny prejav znečistenia (**>ID**) bol overený

- *v biologickej kontaktnej zóne* : látkou **benzo(b)fluorantén** (s bodovým prejavom v centrálnej časti areálu)

- *v pásme prevzdušnenia* : látkou **PCE** (s bodovým prejavom v JV časti areálu)

- *v pásme nasýtenia* : látkou **PCE** (s lokálnym prejavom v JV časti areálu)

- **v pôdnom vzduchu** boli zistené mierne zvýšené koncentrácie **PID** v ppm v južnej a juhovýchodnej časti areálu.

Kvantitatívne a kvalitatívne parametre znečisťujúcich látok sú spracované v časti riziková analýza (kapit. 2.2).

➤ **Zhodnotenie spôsobu šírenia a vývoja znečistenia**

- Z dosiahnutých koncentrácií zistených kontaminantov v rámci prieskumnej a monitorovacej fázy geologického prieskumu možno usudzovať o kvázi ustálenom stave znečistenia. Hodnoty PCE v časovom rade meraní nevykazovali vzostupné trendy. Skôr naopak, v sonde v blízkosti predpokladaného zdroja (ST-2), ako i v sondách za areálom s prejavom znečistenia (ST-3, HGP-1) bol v 2. a 3.kole zistený pokles koncentrácií. Sonda HGV-4 (v areáli BVS, v zóne kontaminačného oblaku) v sledovanom období preukázala osciláciu koncentrácií v rozpätí cca 200-270 µg/l.

- Predpokladáme, že v určitých častiach skúmaného územia látky PCE migrujú z pásma prevzdušnenia do pásma nasýtenia. V prípade identifikovaných prchavých látok tento proces prebieha aj opačne. V prípade podzemných zdrojov znečistenia (zásobníky, resp. objekt kanalizácie) možno uvažovať s migráciou znečisťujúcich látok priamo do zvodnenca.

- Presná špecifikácia zdrojov znečistenia pre zistený kontaminant (PCE) nie je pri dodaných podkladoch o bývalej prevádzke možná. Obdobne ani doba úniku kontaminantu v danom stave poznania.

- Potenciálne zdroje znečistenia látkou PCE v areáli udávame na obr. 28, menovite sú uvedené vyššie.

- Najčastejší smer prúdenia na lokalite a tým postup PCE v podzemnej vode je zo severozápadu na juhovýchod, overený bol režimovými meraniami v období 11/2022-03/2023 – graf. príloha č. 5 v ZS). V blízkej oblasti záujmovej lokality je prúdenie podzemnej vody smerovo pomerne stabilné. Aj keď výšky hladín podzemnej vody v celom roku 2022 kolísali v rozsahu približne 0,2 m, smery prúdenia sa menili len minimálne (obr.10 v AR).
- Určitou anomáliou v šírení znečistenia je jeho výskyt v S až SZ časti (okolie sond ST-1 a ST-6), t.j. v referenčných sondách situovaných na vstupe podzemných vôd do hodnoteného areálu. V tejto časti bolo potvrdené znečistenie ešte s miernym prekročením IT limitu ($28-63 \mu\text{g.l}^{-1}$). Uvedenú skutočnosť pokladáme za dôsledok lokálnej migrácie znečistenia látkami PCE z vyššie uvedených zdrojov vplyvom zmeny sklonu neogénneho podložja (smerom na S až SZ – viď obr. 12 v ZS). PCE vzhľadom na ich špecifickú hmotnosť (ťažšie ako voda) sa koncentrujú prednostne na báze zvodne a zmenou morfológie povrchu neogénu tak môže dochádzať k určitému roznosu znečistenia aj proti generálnemu smeru prúdenia podzemnej vody. Ich výraznejší transport v tomto smere však nepredpokladáme, čo potvrdzujú aj namerané obsahy v sonde SHMU 1443 (situovanej cca 270 m SZ smerom) s podlimitnými koncentráciami PCE : $1,5 \mu\text{g.l}^{-1}$.
- V nadväznosti na skutočnosť, že primárne zdroje pôsobili v minulosti (významná časť z objektovej sústavy a výrobné technológie už nie je na účely čistenia prádla využívaná), výraznejšie zvyšovanie koncentrácií znečisťujúcich látok nepredpokladáme. Nemožno však vylúčiť mobilizáciu kontaminantu pri asanácii existujúcej objektovej sústavy.
- Na obr. 7 v AR je situačný model transportu znečisťujúcich látok podzemnými vodami. Zachytáva predpokladaný vzťah zdrojových oblastí – zvyškovej kontaminácie z materiálu navážky, uloženej v povrchovej úrovni, lokálne i horninovom podloží hlavných zdrojových oblastí, kde dochádzalo k manipulácii s chemikáliami používanými v rámci technológie čistenia prádla v hodnotenom území a kontaminačného oblaku prechádzajúceho hodnoteným územím (látkou 1,1,2,2 PCE). Procesmi vyluhovania (prednostne zrážkovými vodami) dochádzalo v minulom období k postupnému uvoľňovaniu kontaminantov z prostredia navážky do horninového podložja. Tento proces v určitej miere pretrváva i v súčasnom období.
- Ďalšou transportnou cestou je podzemná voda, ktorej prúdením dochádza k roznosu znečistenia do okolia. Znečistená látka rozpustená v podzemnej vode sa šíri v dôsledku unášania prúdiacou vodou (konvekčný transport). V dôsledku pórovitého charakteru horninového prostredia sa oblak znečistenia rozptyľuje disperzným procesom. Samotná znečisťujúca látka sa počas transportu môže vratne, alebo nevratne sorbovať na horninu, čo transport spomaľuje (do modelu zahrnutý prostredníctvom distribučného koeficientu K_d). Rozkladové procesy a premena PCE na iné látky (resp. úbytok znečisťujúcej látky a prípadne prírastok inej formy znečisťujúcej látky) v modeli zohľadnené neboli vzhľadom na preukázané oxické podmienky v území. Túto úvahu potvrdzuje a absencia členov s nižším obsahom Cl v území v celom sledovanom období (od roku 1992 až po súčasnosť).
- Prúdením podzemných vôd v smere SZ-JV postupuje kontaminácia zo zdrojov znečistenia v blízkom i širšom okolí na obytnú i urbanizovanú zónu mestskej časti Ružinov. V dosahu oblaku znečistenia chlórovanými uhlíkovodíkmi sa nachádza obytná a polyfunkčná zóna.
- Spojitosť s hodnotenou EZ v prípade zisteného znečistenia **s povrchovými vodami potvrdená nebola**. Vykonaným monitoringom neboli známky znečistenia povrchových vôd (Štrkoveckého jazera a jazera Rohlík) látkami ClU zistené. *Ovplyvnenie kvality povrchových vôd znečistením v podzemných vodách z hodnoteného areálu tak potvrdené nebolo.*

➤ **Zhodnotenie rizika vyplývajúceho z pravdepodobnej environmentálnej záťaže na ľudské zdravie a životné prostredie**

Zhrnutie environmentálneho rizika na lokalite:

➤ Doplnkovými prieskumnými prácami v súčasnom období boli známky znečistenia ($>ID$ až $>IT$), ktoré pokladáme v príčinnej súvislosti s hodnotenou EZ, potvrdené **v podzemnej vode** u látky **PCE** (s výraznejším plošným rozsahom).

Bodový prejav znečistenia bol zistený ešte u NH_4^+ a NO_2^- (v okolí mapovacej sondy ST-5), v daných prípadoch došlo k prekročeniu ID kritérií (u NH_4^+), resp. IT kritérií (u NO_2^-). Z ďalších látok bolo zaznamenané prekročenie medzných hodnôt (MH) vyhlášky č. 91/2023 Z.z. - pitná voda ešte u ukazovateľa **Mn**, s lokálnym prejavom u sond ST-2, ST-5, sporadicky aj u ST-1. Uvedený nárast však nepovažujeme za prejav antropogénneho znečistenia, ale zmenených oxidačno-redukčných podmienok na lokalite.

➤ Do hodnotenia analýzy rizika bola po zohľadnení plošného rozsahu zistených kontaminantov, ich koncentračných úrovní, ako aj ich vlastností, zahrnutá iba látka **tetrachlóretylén (PCE)**. Chlorované uhľovodíky boli vzhľadom na charakter bývalej prevádzky (chemická čistiareň) považované za prioritné kontaminanty v území. Pri zvolenej alternatíve posudzovania s uplatnením kritérií $<IT$ v susednom areáli (rešpektujúc zmenu využitia územia za hranicou areálu v blízkom i širšom okolí na obytné a polyfunkčné účely) v lokalite **je riziko šírenia sa znečistenia podzemnou vodou pre túto látku**.

➤ V lokalite **nie je riziko znečisťovania povrchovej vody** transportom týchto látok podzemnou vodou z hodnotenej EZ.

➤ Prítomnosť znečistenia v zeminách, ani pôdnom vzduchu v danej etape zistená nebola. Súvisí to pravdepodobne s pozíciou realizovaných prieskumných diel v okrajovej časti areálu, zastavanosťou územia i rozsahom vrtov v predpokladanej zdrojovej oblasti znečistenia. Rozsah a miera znečistenia budú upresnené v ďalšej doplnkovej etape po asanácii existujúcej objektovej sústavy.

Pri hodnotení environmentálneho rizika v prostredí zemín vychádzame z uvedených dôvodov z výsledkov archívnych prieskumných prác, ktorými bolo znečistenie v zeminách zachytené najmä v J a JV časti areálu (Urban et al., 2015). Koncentračne boli v minulom období zistené obsahy mierne nad limitom IT u látok NEL-IR, $C_{10}-C_{40}$, PCE, benzo(a)pyrén, benzo(b) fluorantén). Vyčlenené plochy znečistenia v areáli v prípade jednotlivých kontaminantov sa pohybujú v rozpätí cca 45 až 3500 m². Výsledkom hodnotenia bolo konštatovanie, že pri súčasnom využití územia (priemyselný areál) v lokalite **nie je riziko pre biologickú kontaktnú zónu pre žiadny z vyššie uvedených kontaminantov**. Obdobný výsledok je platný aj v prípade zaradenia územia do stredne senzitívneho územia (obytná zóna) vzhľadom na nízke koncentračné úrovne a malý plošný rozsah zatiaľ zisteného znečistenia v zeminách. V budúcnosti dôjde k zmene využitia územia na obytno-polyfunkčnú zónu, realizáciou plánovaných nápravných opatrení /ktorých súčasťou je aj odťažba znečistených zemín/ budú tieto potenciálne riziká ešte eliminované.

Zhrnutie zdravotného rizika na lokalite:

Záujmové územie a jeho okolie (v dosahu kontaminačného oblaku z hodnotenej EZ) sme z pohľadu využiteľnosti a exponovanej populácie v súčasnom i budúcom období rozdelili do 4 oblastí A,B,C,D – pozri obr. 21 v AR. Súhrn príjemcov a hodnotených expozičných ciest v takto vyčlenených oblastiach (A,B,C,D) podávame v kapitole 4.4. v AR.

Z výsledkov kvantifikácie zdravotného rizika **nekarcinogénnych** (bezprahových účinkov znečisťujúcej látky **pre všetkých 16 reálne zvolených expozičných scenárov** možno konštatovať, že **predpoklad vzniku nekarcinogénneho rizika účinkami PCE pre uvažovaných príjemcov všetkých hodnotených oblastí (A,B,C,D) v súčasnom ani budúcom období nebol preukázaný.**

Pri hodnotení zdravotného rizika pracovníkov a návštevníkov súčasných prevádzok v areáli bývalých chemických čistiarní (**obl. A**) bola zohľadnená expozícia inhalácie znečisťujúcej látky vo vnútornom prostredí. Pre budúce obdobie bola v tomto území osobitne hodnotená skupina :

a) stavebných pracovníkov polyfunkčného centra počas výstavby následkom **inhalácie znečisťujúcej látky vo vonkajšom prostredí, dermálneho kontaktu so znečistenou podzemnou vodou a náhodnej ingescie podzemnej vody.**

b) budúcich rezidentov polyfunkčného centra (deti, dospelí) + pracovníkov prevádzok v polyfunkčnom komplexe **následkom inhalácie znečisťujúcich látok vo vnútornom prostredí.**

Predpoklad vzniku nekarcinogénneho rizika látkou PCE nebol preukázaný ani v blízkom (**obl. B**) a širšom okolí areálu v dosahu kontaminačného oblaku (**obl. C a D**), kde potenciálne môže dochádzať prednostne

a) **k inhalácii znečisťujúcej látky vo vnútornom a vonkajšom prostredí** - u rezidentov obytnej zóny oblasti B a C, ďalej u pracujúcich občianskej vybavenosti oblasti C a študentov, učiteľov a športovcov na spojenej škole a vonkajších športových plochách/ihrisku v oblasti D

b) **lokálne i k dermálnemu kontaktu so znečistenou podzemnou vodou, inhalácii pár pri zalievaní záhrad a náhodnej ingescii podzemnej vody** - u rezidentov blízko situovanej obytnej zóny oblasti B – pozri tab. 75 v AR.

Z hodnotených scenárov bola najvyššia hodnota koeficientu nebezpečenstva preukázaná *u detskej populácie* a) v prípade *inhalácie znečisťujúcej látky vo vnútornom prostredí* v obytnej zóne obl. B (HQ= 0,213), obl. C (HQ= 0,168) a b) v prípade dermálneho kontaktu so znečistenou podzemnou vodou v obl. B (HQ= 0,168).

V prípade **kvantifikácie rizika pre karcinogénne účinky** pre všetky hodnotené cieľové skupiny oblastí A,B,C,D (zamestnancii existujúcich i budúcich prevádzok, stavební robotníci počas výstavby polyfunkčného centra, rezidenti v obytných zónach, učelia, študenti a športovci v území občianskej vybavenosti) **nebola prekročená spoločensky prijateľná celoživotná miera vzniku rakoviny pre jednotlivca, ani populáciu ani pri jednom z uvažovaných scenárov** (hodnoty CVRK < 10⁻⁴) - pozri tab. 75 v AR.

• U cieľových skupín, u ktorých možno predpokladať súčasné pôsobenie viacerých expozičných ciest látkou **PCE bol hodnotený aj kumulatívny účinok nekarcinogénneho a karcinogénneho rizika.** Konkrétne išlo o :

- **stavebných pracovníkov počas výstavby** (obl. A), ktorí budú vystavení súčasnému pôsobeniu expoz. ciest **A3+A4+A5.**

- **rezidentov obytnej zóny – dospelí/deti** (obl. B), kde sa predpokladá súčasné pôsobenie expozičných ciest **B1+B2+B3+B4+B5.**

- u rezidentov bytových domov na Tokajčkej ulici (obl. C), ktorí budú vystavení súčasnému pôsobeniu expozičných ciest **C2 +C3**.

Z výsledkov hodnotenia kumulatívneho účinku vyplynuli tieto závery :

- u cieľovej skupiny **stavební pracovníci počas výstavby polyfunkčného centra** (obl. A), **rezidenti obytnej zóny obl. B a C** pri kumulatívnom účinku viacerých expozičných ciest nebol predpoklad vzniku rizika pre nekarcinogénne účinky preukázaný ($\Sigma HQ < 1$ – pozri tab.76 v AR).
- V prípade hodnotenia kumulatívneho účinku karcinogénnych účinkov na vyššie uvedených príjemcov nie je prekročená spoločensky prijateľná celoživotná miera vzniku rakoviny pre jednotlivca, ani populáciu. $\Sigma CVRK$ pri kumulatívnom účinku viacerých expozičných ciest u jednotlivých príjemcov dosahuje hodnoty $< 1 \cdot 10^{-4}$ a $CVRP < 1 \cdot 10^{-6}$ bližšie pozri tab.76 v AR.

Vybudovanie monitorovacej siete podzemných vôd

Na lokalite a v jej okolí bolo v rámci riešenia geologickej úlohy vybudovaných 5 ks monitorovacích vrtov s označením ST-1,2,3,4,6, s hĺbkou 12,0-16,7 m.

Vypracovanie záverečnej správy z geologického prieskumu životného prostredia,

Záverečná správa je predložený dokument s prílohami.

Vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia

Riziková analýza je súčasťou záverečnej správy geologického prieskumu životného prostredia.

Vypracovanie štúdie uskutočniteľnosti sanácie

Vzhľadom na preukázané environmentálne riziká vyplývajúce zo zisteného znečistenia vznikla potreba sanácie environmentálnej záťaže. Štúdia uskutočniteľnosti sanácie je súčasťou záverečnej správy geologického prieskumu životného prostredia.

8. NÁVRH MONITOROVANIA GEOLOGICKÝCH FAKTOROV ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA S KONKRETIZÁCIOU SLEDOVANÝCH PARAMETROV.

Počas fázy 1 (prieskumnej) a 2 (monitorovacej) sa opakovanými odbermi a analýzami **podzemnej vody** v období od 11/2022 po 02/2023 zistilo prekročenie limitnej hodnoty ($>ID$ až $>IT$) u látok : **PCE**, resp. bodovo ešte u látok **NO₂⁻** ($>IT$) a **NH₄⁺** ($>ID$).

Časový vývoj a distribúciu znečistenia podzemnej vody v hodnotenej oblasti odporúčame na základe dosiahnutých výsledkov **do času navrhovanej etapy sanačných prác sledovať** pomocou vybraných vrtov vybudovanej siete monitorovacích vrtov v areáli a jeho okolí – vid' nižšie.

✓ **Rozsah monitorovacích objektov:**

Počet monitorovacích objektov :

- samotný areál - v zdrojovej oblasti **4 ks** : ST-1, ST-2, ST-6, HGV-1
- blízke a širšie okolie areálu : **6 ks**. Konkrétne objekty : v indikačnej oblasti : S-2, HGV-4, ST-3, HGP-1, HGV-5, HGV-3.

✓ **Frekvencia monitoringu :**

- **7 ks** (ST-1, ST-2, HGV-1, S-2, HGV-4, ST-3, HGP-1) - **4x za rok**, minimálne po dobu 3 rokov

- **3 ks** (ST-6, HGV-3, HGV-5) - **2x za rok** (pri nízkych a vysokých stavoch hladiny podzemnej vody), minimálne po dobu 3 rokov.

✓ **Rozsah sledovaných ukazovateľov kvality :**

- CIU (alifatické + aromatické) + fyzikálno-chemické parametre : obsah kyslíka, redox potenciál, pH, vodivosť a teplota – všetky vrtý (10 ks),
- pre posúdenie prirodzenej biologickej degradácie/atenuácie chlórovaných uhľovodíkov na vybratých vrtoch (5 ks) parametre: NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, NO₂⁻, Cl⁻, Fe_{celk}, Fe²⁺, Mn, sulfidy, KNK_{4,5}, CHSK_{Mn}.

Počet objektov, frekvencia odberov, ako i rozsah analýz budú aktualizované v závislosti od skutočnosti, či hodnotená oblasť bude i naďalej monitorovaná štátnou organizáciou ŠGÚDŠ v ďalšom období (2023-2027). Monitoring v období 2017-2022 bol už ukončený, s návrhom pokračovať v monitoringu v budúcom období. Tento v súčasnosti zatiaľ nie je schválený.

- Odber vzoriek podzemnej vody odporúčame začerpaním nízkoprietokovým čerpadlom. Monitoring podzemných vôd v uvedenom rozsahu a frekvencii navrhujeme minimálne v trvaní 3 rokov. Na základe dosiahnutých výsledkov bude možná jeho optimalizácia v priebehu monitoringu.

- Popri sledovaní ukazovateľov kvality v podzemnej vode odporúčame i realizáciu režimových meraní (podzemná voda).

V rámci odporúčaného **doplňkového prieskumu zemín a stavebných materiálov** (po etape asanácie existujúcej objektovej sústavy) navrhujeme :

- realizáciu mapovacích vrtov na odber a analýzu vzoriek zemín – v počte 10 ks a hĺbky 5-6 m (po hladinu podzemnej vody)
- realizáciu ručných sond na odber a analýzu vzoriek zemín do hĺbky 2,0 m – 10 ks
- celkovo uvažujeme s odberom cca 40 ks vzoriek zemín a stavebných konštrukcií (v natívnej forme) so zreteľom na sledovanie CIU, vo vybraných prípadoch NEL-IR a PAU, TOC, foc, základné

nutrienty – N,P, ďalej obsah heterotrofných a degradujúcich mikroorganizmov, v prípade zisteného znečistenia v natívnej vzorke cca 20 ks aj vo vodnom výluhu (CIU, PAU, NEL)

- v 3 prípadoch kompletná analýza odpadov v zmysle Prílohy č. 1 vyhlášky č.382/2018 Z.z. (2x vrátane ekotoxicity)
- atmogeochemický prieskum (10 sond) + analýza pôdneho vzduchu na obsah prchavých uhlíkov (10 ks)
- získanie špecifických informácií o podmienkach v horninovom prostredí potrebných pre konkretizáciu/optimalizáciu navrhovaného sanačného riešenia (realizácia vybraných laboratórnych testov a pilotných skúšok-vzhľadom k ich účinnosti v podmienkach na lokalite, čím sa získajú informácie o optimálnom sanačnom dizajne a zabezpečí sa aj lepšia kontrola sanácie lokality
- aktualizácia informácií o situácii súvisiacej so šírením znečisťujúcich látok v území (bude zároveň slúžiť ako predsanačný monitoring), t.j. odber a analýza z existujúcich monitorovacích vrtov v areáli a okolí – 10 ks (so zreteľom na CIU, formy N, SO_4^{2-} , Cl^- , Fe_{celk} , Fe^{2+} , Mn, sulfidy, $\text{KNK}_{4,5}$, CHSK_{Mn} , heterotrofné a degradujúce organizmy)
- prítokové skúšky hydrodynamické, migračné skúšky zvodneného prostredia
- vypracovanie záverečnej správy z doplnkového prieskumu, v prípade zistenia závažného znečistenia v zeminách aj s AAR.

Monitoring pre etapu sanačných prác + posanačný monitoring bude bližšie špecifikovaný v Projekte sanačných prác, rámcový návrh udávame v kapit. 10.

9. MIESTO A SPÔSOB ULOŽENIA GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE A OSOBITNÝCH SPRÁV

Záverečná správa z geologickej úlohy bude uložená archíve Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (v Geofonde), ako aj u objednávateľa prác – Metrostav Slovakia a.s. Uloženie záverečnej správy je zrejmé aj z rozdeľovníka.

Prvotná písomná a grafická dokumentácia geologických prác je uložená v archíve spoločnosti AQUIFER s.r.o., Bratislava, spolu s originálmi laboratórnych protokolov chemických rozborov vôd, zemín a pôdneho vzduchu.

Prvotná geologická dokumentácia pozostáva z:

- geologickej dokumentácie vrtov
- fotografickej dokumentácie vrtných jadier
- protokolov o odbere vzoriek zemín, podzemných vôd a stavebných materiálov
- protokolov o analýzach vzoriek zemín, podzemných vôd a stavebných materiálov
- protokolov o analýzach vzoriek pôdneho vzduchu.

Autorské originály odborných máp sú uložené v archíve spoločnosti AQUIFER s. r.o., Bratislava, spolu s originálmi laboratórnych protokolov chemických rozborov vôd, zemín a pôdneho vzduchu.

Všetky vzorky, ktoré boli v rámci geologickej úlohy odobrané, boli dané na laboratórny rozbor. Duplikáty uchováva laboratórium (INGEO ENVILAB, spol. s r.o.) spôsobom špecifikovaným v zásadách laboratórnej praxe a podmienkach akreditácie.

Vrtné jadrá monitorovacích vrtov a prieskumných sond boli po ovzorkovaní a zdokumentovaní skartované a zlikvidované. Skartácia vrtného jadra sa uskutočnila na základe kontroly objednávateľa – delegovaných expertov v rámci kontrolných dní fy METROSTAV Slovakia a.s. - a vystavenia písomného schválenia skartácie vrtných jadier.

Monitorovacie vrty ST-1,2,3,4,6 boli v čase prieskumu zabudované ako hydrogeologické objekty (PVC, Ø110 mm). Uvedené objekty navrhujeme zachovať a využiť pri navrhovanom monitoringu geologických faktorov životného prostredia. Protokoly o zabezpečení a udržiavaní geologických diel sú súčasťou textovej prílohy č. 4, protokoly o likvidácii geologických diel sú súčasťou textovej prílohy č. 5.

Digitálne súbory textov, máp a tabuliek vo forme zodpovedajúcej požiadavkám „Smernice MŽP SR z 13. apríla 2000 č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v Geografickom informačnom systéme“ budú v zmysle požiadaviek objednávateľa odovzdané Odboru informatiky – Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, spolu s dvoma tlačенými exemplármi záverečnej správy – po skončení celej úlohy.

10. ZÁVERY A ODPORÚČANIA

➤ Predkladaná záverečná správa hodnotí výsledky doplnkového geologického prieskumu životného prostredia potvrdenej environmentálnej záťaže B2(008)/Bratislava – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň (SK/EZ/B2/124)“. Úloha je riešená na základe objednávky spoločnosti Metrostav Slovakia a.s., ktorá plánuje v skúmanom území výstavbu polyfunkčného komplexu s funkciou bývania.

➤ Riešenie lokalitu tvorí **areál bývalých chemických čistiarní**, v ktorom sa na základe archívnych indícií uvažovalo so znečistením horninového prostredia a podzemnej vody prednostne látkami charakteru chlórovaných uhlíkovdioxidov.

Prevádzka bývalej pracovne prebiehala v území od roku 1959, pri čistení odevov sa používali technický benzín a tetrachlóretylén (PCE). Tieto sa v danom priestore aj skladovali. Pôvodnú objektovú sústavu areálu podávame na obr. 1.

➤ Areál bývalých čistiarní sa nachádza v intraviláne mesta Bratislava, mestskej časti Bratislava II. – Ružinov, v katastrálnom území Ružinov. Územie je situované v obytnej zóne v blízkosti Štrkoveckého jazera, v bloku medzi ulicami Na paši, Prešovská, Brestová a Teslova.

V blízkosti areálu, bezprostredne pred vstupom podzemných vôd do hodnotenej parcely sa nachádzajú rodinné a bytové domy, v menšej miere objekty lokálnej občianskej vybavenosti (služieb a administratívy). Za hranicou areálu, v smere prúdenia podzemných vôd sa nachádzajú rodinné a monofunkčné bytové domy, rôzne areály (napr. BVS a.s.), domová a bytová zástavba s polyfunkčnými prevádzkami, športové areály (futbalové ihrisko) a areál spojenej školy. Vo vzdialenosti cca 260 m J JV smerom sa nachádza vodná plocha Štrkovecké jazero. Situáciu záujmovej oblasti (širšie vzťahy) podávame v graf. prílohe č.1A,B k ZS.

➤ V súčasnosti pôsobí v areáli viacero spoločností (celkom 21 subjektov). Celý areál je spravovaný spoločnosťou Kraj.Co., s.r.o. a Real Conex s.r.o., ktoré prenajímajú priestory bývalej čistiarne na rôzne účely. Napr. spoločnosť MERCHYOU sa zaoberá distribúciou a tlačou textilu, BAFIT (prevádzkuje fitness), Hunter club (prevádzkuje strelnicu), Ecomove - elektrické kolobežky (sklad), N-COPY (predaj tonerov), Kauzal, DENIM SK (sklad textílií), AMALLIA (Foto studio), TRICK (Laser tag arena), Heating Studio (sklad klimatizácií), Dieu Thuy Dung Thi (azijské bistro), WoodHolzDrevo (skladanie nábytku), Magmas (masážne štúdio), administratívne priestory (ElectrostaveX, JeeM, Optimal Group, SISA Auditing, SLOVMAS). Pokračovanie pôvodnej činnosti sa vykonáva v južnej časti pôvodného objektu pracovne (spoločnosťami Allfor a INPROKOM in s.r.o. Bratislava, ktoré zabezpečujú profesionálne služby prania a chemického čistenia. Ich situovanie je zrejme z obr. 22 v AR.

➤ Prvé známky znečistenia CIU boli zistené v roku 1992 (Polák, R., 1992). Znečistenie bolo potvrdené neskôr prieskumnými prácami v roku 2015 (Urban et al., 2015), na ich základe bola lokalita zaradená medzi potvrdené environmentálne záťaže. Znečistenie látkou PCE bolo následne overené aj monitoringom kvality podzemnej vody vykonaným organizáciou ŠGÚDŠ v období 2016-2022 (Kordík

et al., 2022), ako i súčasnými prieskumnými prácami. Pôsobenie zdrojov na lokalite možno odhadnúť na vyše 60 rokov.

Na základe výsledkov archívnych prieskumných prác podrobného geologického prieskumu (Urban et al., 2015) bolo konštatované, že **lokalita predstavuje environmentálne a potenciálne zdravotné riziko**, v oboch prípadoch spôsobené látkou **PCE**. Z dosiahnutých výsledkov vyplývala potreba realizácie sanačných opatrení. V rámci *štúdie uskutočniteľnosti sanácie environmentálnej záťaže* bol ako najvhodnejší koncepčný variant nápravných opatrení vybraná aktívna sanácia za účelom dosiahnutia požadovaných sanačných limitov pre podzemnú vodu (kombinovanou metódou sanačného čerpania a čistenia spolu s ventingom/air-spargingom). Za cieľovú koncentráciu na základe hodnotenia environmentálnych rizík v podzemnej vode bola v centre znečistenia (v tom čase považované okolie vrtu **HGV-4**) stanovená hodnota **PCE < 150 µg.l⁻¹**. Výsledky záverečnej správy s analýzou rizika boli schválené Rozhodnutím sekcie geológie a prírodných zdrojov (č. spisu 4563/2016-7.2) zo dňa 22.3.2016 (viď textová príloha č. 7).

Od roku 2016 do roku 2022 bolo na predmetnej lokalite vykonávané monitorovanie podzemných vôd pracovníkmi ŠGÚDŠ Bratislava. V rámci monitorovania sa potvrdilo pretrvávajúce znečistenie podzemnej vody v území EZ a jej okolí tetrachlóretylénom. V areáli chemickej čistiarne (HGP-1, HGP-2, S-1) boli v sledovanom období v podzemnej vode zaznamenané zvýšené koncentrácie nad ID resp. IT kritériá v ukazovateli PCE, konkrétne v rozpätí 2,9-28,5 µg.l⁻¹. V indikačnej oblasti reprezentovanej vrtmi HGV-3,4,5 a vrtom HGP-2 situovanými juhovýchodne, lokálne JJV od riešeného územia boli zaznamenané taktiež zvýšené koncentrácie nad ID u sond HGV-3, HGV-5, resp. IT kritériá prednostne u vrtu HGV-4, ktorý bol s obsahmi 46,3 až 385 µg.l⁻¹ (pri priemerej koncentrácii za sledované obdobie 207,61 µg.l⁻¹) považovaný za centrum znečistenia. Občasne boli zvýšené obsahy v úrovni IT kritérií zistené aj u objektu HGV-3.

U sondy HGV-4 boli sporadicky zaznamenané koncentrácie nad ID aj v ukazovateli chloridy (04/2018), resp. nad ID až IT u PAU (09/2020). Následné vzorkovania v rokoch 2021 a 2022 už uvedené nárasty nepotvrdili.

- Doplnkový geologický prieskum potvrdenej environmentálnej záťaže bol zameraný na získanie doplňujúcich a aktuálnych podkladov pre vypracovanie analýzy rizika a projektovanie sanačných prác v súčasnom období.
- Terénne práce geologického prieskumu životného prostredia, vrátane laboratórnych analýz potvrdenej environmentálnej záťaže boli vykonané v období 11/2022 až 02/2023. Prieskumné práce boli orientované jednak do územia bývalého areálu, ako aj jeho okolia (v smere prúdenia podzemnej vody). Geologické práce zamerané na doplnkový prieskum potvrdenej environmentálnej záťaže boli z hľadiska časovej postupnosti a vecnej náplne rozčlenené na 2 na seba nadväzujúce fázy. A to fázu 1 -prieskumnú, ktorá obsahovala realizáciu technických prác – hĺbenia prieskumných a monitorovacích vrtov, realizáciu ostatných prislúchajúcich prác geologického servisu, vzorkovanie horninového prostredia, podzemnej a povrchovej vody, terénne a atmogeochemické merania, sled a riadenie prác. A ďalej na fázu 2 - monitorovaciú, ktorá bola obmedzená na cyklické vzorkovanie, laboratórne analýzy podzemnej a povrchovej vody s cieľom potvrdenia stability chemického stavu zisteného vo fáze 1.
- Rozsah potenciálneho znečistenia bol preskúmaný na základe vzorkovania vrtných jadier prieskumných a hydrogeologických vrtov, vzorkovania podzemnej vody na existujúcich a novovybudovaných monitorovacích objektoch, vzorkovania povrchovej vody, ako aj pomocných prieskumných metód (atmogeochemia). Odobraté vzorky boli analyzované v akreditovaných laboratórnych strediskách spoločnosti INGEO-ENVILAB, s.r.o., Žilina v rozsahu definovanom zadáním a projektom geologickej úlohy. Všetky geologické diela boli geodeticky zamerané.

Doplňkovým prieskumom boli zistené nasledujúce skutočnosti:

➤ Vrtnými prieskumnými prácami (sondy ST-1 až ST-6) realizovanými do hĺbky 12,0-16,7 m p.t. boli overené sedimenty **kvartéru**, v podloží ktorého vystupujú **neogénne zeminy**. Povrch územia tvorí v areáli čistiarní prevažne spevnená plocha, v podloží ktorej bola celoplošne zistená navážka hrúbky 1,5 m – 2,8 m. V podloží navážky boli do hĺbky 3,3-4,5 m p.t. zdokumentované náplavové sedimenty charakteru siltov až siltov piesčitých. Pod náplavovými sedimentami do hĺbky 12,3 m až 15,5 m pod súčasným terénom vystupujú fluviálne štrkopiesčité zeminy dunajských náplavov. Hrúbka štrkov sa v území pohybuje v rozpätí cca 8-12 m. Úroveň neogénneho podložia bola v areáli a jeho šíršom okolí overená v rôznych hĺbkových úrovniach v rozpätí 10,1 až 15,5 m pod súčasným terénom. Neogénne zeminy majú charakter prevažne siltov/ilov so strednou až vysokou plasticitou, menej siltov piesčitých. V hĺbkach > 25 m pod terénom vystupujú občasne i piesčité polohy (piesky siltovité resp. piesky ílovité). Na uvedené sedimenty môže byť viazaný i 2.horizont podzemnej vody.

Novým poznatkom zisteným realizovanou etapou je členitosť povrchu neogénneho podložia v hodnotenom území, s úklonom na S až SZ (pozri obr.12), čo vzhľadom na charakter preukázaného kontaminantu v území ovplyvňuje jeho migráciu a roznos znečistenia v okolí.

➤ Hladina podzemnej vody kvartéru bola prieskumnými prácami narazená vo všetkých prieskumných sondách ST-1 až ST-6 v úrovni 3,45-6,7 m pod súčasným terénom, (resp.129,29-129,716 m n.m), s ustálením v úrovni 3,42-6,65 m p.t. (129,371-129,751 m n.m). Z priebehu narazených a ustálených hladín podzemnej vody usudzujeme o jej voľnom až mierne napätom charaktere (tab. 31). Zistený stav v čase prieskumu zodpovedá nižším hladinám podzemnej vody, súvisiacimi s klimatickými zmenami v poslednom období rokov (dlhodobé suchu). 2. horizont podzemnej vody (neogénneho veku) do hĺbky 12,0-16,7m p.t. v danej etape prieskumných prác zistený nebol. Hladina podzemnej vody v štrkovitých zeminách je v hydraulikej spojitosti s hladinou vody v rieke Dunaj.

- Generálny smer prúdenia podzemnej vody bol archívnymi prácami preukázaný paralelne s korytom toku Dunaj (t.j. v smere SZ-JV až ZSZ-VJV). Tento bol potvrdenými i režimovými meraniami počas prieskumných prác – viď obr. 13,14 + graf.prílohu 5.

- Zohľadnením petrografického charakteru horninového podložia v hodnotenej oblasti, overenej hĺbky hladiny podzemnej vody (v m p.t.), klimatických podmienok v čase prieskumných prác (nižšia úroveň hvp) ovplyvnenie základových konštrukcií objektu tlakovou podzemnou vodou pri nižších až priemerných stavoch hladiny výraznejšie nepredpokladáme, pri vyšších až maximálnych stavoch od kóty cca 131,3-131,5,m n m (resp. 4,0-4,5 m p.t) ich vylúčiť však nemožno.

V území sa uvažuje s výstavbou polyfunkčného objektu s funkciou bývania (6 nadzemných poschodí) a podúrovňovým parkoviskom (-1PP). V rámci budovania základových konštrukcií (do hĺbky cca 4,0-4,5m pod súčasným terénom) je potrebné v čase vyšších až maximálnych stavov hladiny podzemnej vody uvažovať s nutnosťou zníženia hladiny podzemnej vody v stavebnej jame. Všetky základové konštrukcie je vzhľadom na vyššie uvedené skutočnosti potrebné kvalitne odizolovať vhodnou hydroizoláciou voči tlakovej vode.

➤ S prihliadnutím na overený smer prúdenia podzemnej vody a situovanie novovybudovaných prieskumných diel v území vystupujú sondy:

- ST-1, ST-6 v pozícii **referenčných objektov**,
- ST-2, ST-5, – **v zdrojovej oblasti znečistenia hodnotenej EZ**,
- ST-3, ST-4 - v pozícii **indikačných objektov**.

➤ V záujmovom území boli v realizovanej etape zistené známky znečistenia, ktoré pokladáme v príčinnej súvislosti s hodnotenou EZ len **v podzemnej vode**, s výraznejším plošným rozsahom u látky **PCE** s prekročením **ID až IT kritérií**. Bodový prejav znečistenia (bez presahu za hodnotený areál) bol zistený ešte u **NH₄⁺** a **NO₂⁻** v okolí mapovacej sondy ST-5. V daných prípadoch došlo k prekročeniu ID kritérií (u **NH₄⁺**) resp. IT kritérií (u **NO₂⁻**).

➤ Nadlimitné obsahy PCE boli v realizovanej etape zistené výraznejšie v JV časti areálu. Tetrachlóretylén bol používaný v minulej prevádzke ako jeden zo základných prípravkov pri chemickom čistení. Jeho zvýšené obsahy boli zistené v blízkosti objektov bývalej chemickej a priemyselnej čistiarne, práčovne, práčovne telesného prádla a údržby (pozri obr. 12 v AR). Koncentračné maximá (**> IT**) boli preukázané u sondy **ST-2** v JV cípe areálu, v tesnej blízkosti objektu chemickej čistiarne (PCE v rozpätí 98,3-486 µg/l, s priemernou koncentráciou 293,8 µg/l). Túto oblasť pokladáme za hlavný zdroj znečistenia (č.1).

Tento poznatok tak vyvrátil pôvodný predpoklad o posune centra znečistenia PCE mimo hodnotený areál, v smere prúdenia podzemnej vody JV smerom. Podľa doterajších prác v území - podrobného prieskumu ŽP z roku 2015 a následného monitoringu v období 2016-2022 (Urban et al., 2015 a Kordík et al., 2022) sa predpokladalo, že centrum znečistenia sa nachádza už mimo areál čistiarne, v okolí sondy HGV-4 (v areáli BVS a.s.) – pozri tab.57 v ZS.

V areáli bývalej chemickej čistiarne známky znečistenia látkou PCE s miernejším prejavom (**>ID**) boli zistené ešte u sond :

HGV-1, PCE v rozpätí 1,65 až 15,6 µg.l⁻¹, pri priemernej koncentrácii 10,72 µg.l⁻¹,

HGV-2, PCE v rozpätí 13,3 až 16,6 µg.l⁻¹, pri priemernej koncentrácii 14,75 µg.l⁻¹,

ST-5, PCE 10,99 µg.l⁻¹,

S-1, PCE v rozpätí 12,54-12,62 µg.l⁻¹, pri priemernej koncentrácii 12,58 µg.l⁻¹ – pozri tab.56.

Danú oblasť pokladáme za ďalšiu zdrojovú oblasť znečistenia (č.2, v okolí objektu chemickej čistiarne, objektu údržby a telesného prádla).

➤ Znečistenie je väčšieho rozsahu ako hodnotené územie. Prúdením podzemnej vody dochádza k roznosu znečistenia za hodnotený areál, prednostne v smere JV, pomerne na väčšie vzdialenosti. V tejto časti územia boli zistené prejavy znečistenia v úrovni ID až IT kritérií. Miernejší prejav (**>ID**) bol opakovane preukázaný u sondy :

S-2 v obytno-polyfunkčnej zóne, situovanej na okraji kontaminačného oblaku, cca 45m za areálom, (PCE v rozpätí 16,6-16,88 µg.l⁻¹, pri priemernej koncentrácii 16,74 µg.l⁻¹ – pozri tab.57 v ZS).

Nadlimitné obsahy (**> IT**) boli vo všetkých kolách vzorkovania za hranicou areálu zistené u sond :

HGV-4 v areáli BVS a.s. (vo vzdialenosti cca 100m od hranice areálu), PCE počas monitoringu v rozpätí 146-270 µg/l, s priemernou koncentráciou 231,8 µg/l,

ST-3 (vo vzdialenosti 225 m od hranice areálu), PCE v rozpätí 39,6-234 µg/l, s priemernou koncentráciou 168,12 µg/l

HGP-1 (vo vzdialenosti cca 550m), PCE v rozpätí 127-231,9 µg/l, s priemernou koncentráciou 190,3 µg/l - pozri tab.56.

➤ K roznosu znečistenia (**> IT**) dochádza nielen v generálnom smere prúdenia podzemnej vody, ale i v opačnom smere na SZ až S, pravdepodobne v dôsledku sklonu neogénneho podložia a vlastností týchto látok (CLU sa koncentrujú prednostne na báze zvodnenca). Na uvedenú skutočnosť poukazujú nadlimitné obsahy v samotnom areáli u sond :

ST-1 (v SZ cípe areálu), s obsahmi PCE v rozpätí 24,94 až 60,3 µg.l⁻¹, pri priemernej koncentrácii 41,51 µg.l⁻¹,

ST-6 (v S časti areálu), s obsahmi PCE v rozpätí 28,76 až 34,6 µg.l⁻¹, pri priemernej koncentrácii 30,75 µg.l⁻¹.

- Pri bilancii znečistenia sme vychádzali z reprezentatívneho výskytu týchto látok v podzemnej vode (pri priemerných hodnotách) – pozri tab. 56 a obr. 22 v ZS. Plošnú distribúciu PCE v jednotlivých kolách vzorkovania podávame v grafickej prílohe č. 6A.1 až 6A.3.

- Z výsledkov je ďalej zrejmé, že **mimo sondy ST-2**, situovanej na JV hranici areálu boli vo všetkých objektoch **v areáli čistiarne namerané** v súčasnej etape **koncentrácie v rozpätí 1,65 až 60,3 µg.l⁻¹ (pri priemernej koncentrácii 21,9 µg.l⁻¹)**. Z uvedených výsledkov možno predpokladať, že znečistenie je výraznejšie koncentrované (nad 100 µg.l⁻¹) prednostne v JV cípe (okolie ST-2), v ostatných častiach areálu znečistenie osciluje už len v úrovni ID až mierneho prekročenia IT kritérií (maximálne s 2 až 3-násobným prekročením IT limitu).

➤ Z mapy reprezentatívnych obsahov PCE v podzemnej vode (pri priemerných koncentráciách – obr.22 + graf.príloha 7) možno usudzovať o šírení znečistenia zo zdrojových oblastí v areáli čistiarní prúdením podzemnej vody pomerne v úzkom koridore a na väčšie vzdialenosti. Táto skutočnosť poukazuje na dobré zvodnenie kvartérneho kolektora a vysokú rozpustnosť CLU.

➤ Zdroj kontaminantu (PCE) pokladáme oblasť ich prednostnej manipulácie (objekt chemickej čistiarene, pracovne, pracovne telesného prádla), vylúčiť nemožno ani úniky z kanalizácie, resp. z iných podzemných zdrojov/zásobníkov chemikálií v minulosti, prednostne v oblasti JV cípu areálu. Ďalšie lokálne zdroje nemožno vylúčiť ani v centrálnej časti areálu (okolie sond HGV-1, HGV-2, S-1) a v JZ časti (v okolí súčasnej priemyselnej pracovne), kde sa znečistenie v súčasnosti pohybuje stále v úrovni ID kritérií – pozri tab.56.

- *Do hodnotenia analýzy rizika bola po zohľadnení plošného rozsahu znečistenia, koncentračných úrovní kontaminantov a ich vlastností zaradená iba látka **tetrachlóretylén (PCE)**.*

- Situačný model transportu znečisťujúcej látky podzemnými vodami podáva obr. 6 v AR. Zachytáva predpokladaný vzťah zdrojových oblastí – zvyškovej kontaminácie, prednostne z materiálu navážky, resp. zemín v biologicky kontaktnej zóne v hodnotenom území a kontaminačného oblaku prechádzajúceho hodnoteným územím (PCE, NO₂⁻, NH₄⁺). Procesmi vyluhovania (najmä zrážkovými vodami) dochádza k postupnému uvoľňovaniu kontaminantov z prostredia navážky do horninového podložia. Ďalšou transportnou cestou je podzemná voda, ktorej prúdením dochádza k roznosu znečistenia do okolia.

- Pre hodnotenie environmentálneho rizika spôsobeného zdrojmi v záujmovom území bol využitý matematický model prúdenia podzemnej vody a transportu látok vo zvodnenom prostredí, vypracovaný RNDr. Tiborom Kováčsom. Na aproximáciu prúdenia podzemnej vody bol využitý dvojrozmerný numerický model prúdenia podzemnej vody. Bol zostavený v prostredí programu MODFLOW (Harbaugh, A.W., 2005). Transportná časť modelu pre šírenie rozpustenej kontaminácie v podzemnej vode bola vypracovaná použitím programov MT3D (Zheng, Papadopoulos, 1990).

- V rámci aktuálnych, ani archívnych prieskumných prác neboli v podzemnej vode zistené produkty premeny PCE (TCE, DCE a VC) až po vrt HGP-1. Uvedená skutočnosť preukazuje, že minimálne po vrt HGP-1 sa látka PCE transportuje v podzemnej vode bez premien (i úbytku) a teda môže byť transportovaná do veľkých vzdialeností. To však neznamená, že vo vzdialenejších územiach nemôže byť kontaminácia v podzemnej vode transportovaná aj v zmenených oxidačno-redukčných podmienkach premien na TCE, DCE až VC.

- Použitím matematického modelu šírenia sa kontaminácie bola sledovaná možnosť migrácie znečistenia v širšom okolí. Výpočet naznačil, že výskyt PCE v podzemnej vode zo zdrojov znečistenia v areáli čistiarní môže siahať na veľké vzdialenosti - až do oblasti I. odpadového kanála CHZJD. K tomuto znečisteniu prispievajú však s najväčšou pravdepodobnosťou aj iné zdroje kontaminácie. Pomerne premenlivá koncentrácia PCE v podzemnej vode v línii kanála a na pomerne dlhom úseku poukazuje na skutočnosť, že cez túto líniu pretekajú kontaminačné oblaky z viacerých zdrojov znečistenia. V dôsledku týchto zistení sme k zdrojom znečistenia z chemickej čistiarene priradili len rozsah znečistenia podzemnej vody po úroveň Zálužickej ulice, tak ako je to znázornené na obrázku 6 v AR. Za uvedenou hranicou nemožno vylúčiť pôsobenie už iných zdrojov týchto látok, situovaných v širšom okolí hodnotenej EZ, od ktorých môže byť kontaminácia PCE transportovaná ďalej, smerom na odpadový kanál CHZJD.

Pravdepodobne najvýznamnejšie zo známych zdrojov znečistenia podzemnej vody chlórovanými uhľovodíkmi na území Bratislavy podávame na obr. 9 v AR. Zo zostrojeného modelu šírenia znečistenia je zrejmé, že do oblasti kanála priteká aj prúd podzemnej vody z bývalej Bratislavskej cverbovej továrne a z bývalej Chemiky, kde je podzemná voda taktiež znečistená chlórovanými

uhlíkovodíkmi. Situácia je ešte komplikovanejšia, nakoľko znečistenie podzemnej vody chlórovanými uhlíkovodíkmi postupuje smerom na juh Bratislavy aj zo zdrojov znečistenia v Istrocheme a Žabom majeri. Jednoznačné závery o pohybe znečistenia z týchto zdrojov však nie je možné stanoviť, nakoľko monitoring znečistenia a výšok hladín podzemnej vody v okolí vyššie uvedených zdrojov znečistenia bohužiaľ neexistuje.

Bez komplexnejšieho monitoringu týchto existujúcich environmentálnych záťaží nie je možné zistiť, či znečistenie je aj za stanovenou hranicou/Zálužická ulica a aký je jeho pôvod (v rámci uvedených prieskumov nebol zisťovaný celkový dosah jednotlivých kontaminačných oblakov v podzemnej vode).

V súčasnosti realizovanej etape (11/2022-2/2023) bolo zistené, že znečistenie postúpilo v nadlimitných hodnotách minimálne po vrt HGP-1 (do vzdialenosti cca 550 m), kde boli zistené koncentrácie PCE v podzemnej vode ešte v rozpätí 212-232 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

- V záujmovej oblasti environmentálnej záťaže sme vyčlenili dve referenčné miesta R-1 a R-2 (obrázok 13 a tabuľka 19 v AR). Bod R-1 je na výstupe z areálu chemických čistiarní v smere prúdenia podzemnej vody (v mieste vrtu ST-2, kde bola zároveň zistená maximálna koncentrácia PCE v podzemnej vode). Druhé referenčné miesto R-2 je v susednom areáli BVS a.s., totožné s vrtom HGV-4. Do výpočtov sme konzervatívne určili ako zdrojovú oblasť znečistenia podzemnej vody plochu v areáli chemických čistiarní s koncentráciou PCE v podzemnej vode prekračujúcou kritérium ID.

- Cieľová hodnota pre kvalitu podzemnej vody, ktorú je potrebné sanáciou dosiahnuť sa vzťahuje pre okraj areálu zdroja znečistenia. CHS bola určená na základe spätného výpočtu podľa požiadavky dosiahnutia zníženia koncentrácie PCE pod IT limit v referenčnom mieste R2/vo vrte HGV-4 (v susednom areáli). Tento limit pre **PCE** bude v podzemnej vode u vrtu HGV-4 dosiahnutý, ak sa sanáciou zníži koncentrácia v zdroji znečistenia (na hranici areálu u vrtu ST-2) na **25 $\mu\text{g.l}^{-1}$** .

ZHRNUTIE ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA NA LOKALITE:

➤ Po zohľadnení rozsahu, koncentračných úrovní kontaminantov a ich vlastností bola do hodnotenia v AR zaradená iba látka **tetrachlóretylén (PCE)**. Chlorované uhlíkovodíky boli vzhľadom na charakter bývalej prevádzky (chemická čistiareň) považované za prioritné kontaminanty v území. Pri zvolenej alternatíve posudzovania - s uplatnením kritérií <IT v susednom areáli (rešpektujúc zmenu využitia územia za hranicou areálu v širšom okolí na polyfunkčné a obytné účely) v lokalite **je riziko šírenia sa znečistenia podzemnou vodou pre túto látku**.

➤ v lokalite **nie je riziko znečisťovania povrchovej vody** transportom týchto látok podzemnou vodou z hodnotenej EZ. (Vykonaný monitoring migráciu PCE z areálu čistiarní do telesa obidvoch vodných plôch nepotvrdil).

➤ Prítomnosť znečistenia **v zeminách, ani pôdnom vzduchu** v danej etape zistená nebola. Súvisí to pravdepodobne s pozíciou realizovaných prieskumných diel v okrajovej časti areálu, zastavanosťou územia i rozsahom vrtov v predpokladanej zdrojovej oblasti znečistenia. Rozsah a miera znečistenia zemín a stavebnej suty z demolácie objektov budú upresnené v ďalšej doplnkovej etape po asanácii existujúcej objektovej sústavy.

Pri hodnotení environmentálneho rizika v prostredí zemín vychádzame z uvedených dôvodov z výsledkov archívnych prieskumných prác, ktorými bolo znečistenia v zeminách zachytené najmä v J a JV časti areálu (Urban et al., 2015). Koncentračne boli v minulom období zistené obsahy mierne nad limitom IT u látok : NEL-IR, C10-C40, PCE, PAU/benzo(a)pyrén, prekročenie ID limitu bolo zistené u vyššie uvedených látok a u benzo(b)fluorantén-u. Vyčlenené plochy znečistenia v areáli v prípade

jednotlivých kontaminantov sa pohybujú v rozpätí cca 44 až 3500 m². Znečistenie je prednostne koncentrované na povrchovú úroveň biologicky kontaktnej zóny (do 1,5 m pod terénom), v pásme prevzdušnenia koncentrácie nepresiahli IT kritérium. V pásme nasýtenia boli v 2 miestach overené vyššie hodnoty PCE ako IT limit.

Z výsledkov hodnotenia v minulom období bolo konštatované, že pri súčasnom využití územia (priemyselný areál) v lokalite **nie je riziko pre biologickú kontaktnú zónu pre žiadny z vyššie uvedených kontaminantov**. Obdobný výsledok je platný aj v prípade zaradenia územia do stredne senzitívneho územia (charakteru obytnej zóny) vzhľadom na nízke koncentračné úrovne a malý plošný rozsah do tohto času zisteného znečistenia v zeminách. V budúcnosti dôjde k zmene využitia územia na túto obytno-polyfunkčnú zónu, realizáciou plánovaných nápravných opatrení, ktorých súčasťou je aj odťažba znečistených zemín budú tieto potenciálne riziká ešte eliminované.

V rámci **hodnotenia zdravotného rizika** sme záujmové územie a jeho okolie (v dosahu kontaminačného oblaku z hodnotenej EZ) z pohľadu využiteľnosti a exponovanej populácie v súčasnom i budúcom období rozdelili **do 4 oblastí A,B,C,D** – pozri obr.21 v AR.

V oblasti A sa **v súčasnosti** nachádza viacero prevádzok (celkom 21, z ktorých 17 je situovaných v oblasti znečistenia v podzemnej vode). Cieľovú skupinu tvoria **zamestnanci a návštevníci týchto prevádzok/dospelí**. V rámci hodnotenia zdravotného rizika v súčasnom období boli v areáli vybrané **3 rôzne prevádzky** s potenciálne najvyšším možným negatívnym vplyvom znečisťujúcej látky na ich zamestnancov a návštevníkov. Modelovo bola použitá prevádzka spoločnosti **Merchyou s.r.o. v SV časti**, s najväčším počtom pracovníkov, ďalej prevádzky v suterénnych priestoroch : **strelnica (Hunter club) v SZ časti a Wood Holz Drevo v JV časti**.

U všetkých 3 vybraných prevádzok bola po zohľadnení hodnotiacich kritérií (viď vyššie) vybraná ako reálna 1 expozičná cesta - inhalácia kontaminantu do vnútorného prostredia (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode). V oblasti A tak boli pre súčasné obdobie posudzované tieto 3 expozičné scenáre :

- ✓ **A1) prevádzka Hunter club / inhalácia znečisťujúcich látok vo vnútornom prostredí**, cieľová skupina : zamestnanci a návštevníci/dospelí.
- ✓ **A2a) prevádzka Merchyou/inhalácia znečisťujúcich látok vo vnútornom prostredí**, cieľová skupina : zamestnanci a návštevníci/dospelí.
- ✓ **A2b) prevádzka Wood Holz Drevo/inhalácia znečisťujúcich látok vo vnútornom prostredí**, cieľová skupina : zamestnanci /dospelí.

V budúcom období sa v **území areálu/oblasti A** plánuje výstavba polyfunkčného komplexu s funkciou bývania. Komplex bude celý podpivničený (-1PP) na ploche cca 10 000 m² s garážovými státiami. Do výpočtu zdravotných rizík bola z týchto dôvodov zahrnutá aj skupina stavebných pracovníkov počas výstavby objektu (expozičný scenár A3 až A5), ako aj budúcich rezidentov a zamestnancov prevádzky polyfunkčného komplexu (expozičný scenár A6).

Pre **cieľovú skupinu stavební pracovníci** počas výstavby bolo zohľadnením konkrétnych podmienok na lokalite (prírodné podmienky, príjemca a charakter a vlastnosti kontaminantu) uvažované s týmito expozičnými scenármi :

- ✓ **A3) inhalácia znečisťujúcich látok vo vonkajšom prostredí/v priestore stavebného výkopu** (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode).

Ďalšie scenáre A4 a A5 sú aktuálne len v čase vyššej až maximálnej hladiny podzemnej vody, v prípade jej odčerpávania zo stavebnej jamy (pri hĺbení základovej škáry do úrovne cca 4,0-4,5 m p.t.).

- ✓ **A4) dermálny kontakt s kontaminovanou podzemnou vodou,**

- ✓ **A5) náhodná ingescia kontaminovanej podzemnej vody pri jej čerpaní počas stavebných prác.**

Pri prevádzke polyfunkčného objektu s bývaním **v budúcom období sú exponovanou skupinou budúci rezidenti (deti, dospelí) resp. pracovníci prevádzok v polyfunkčnom komplexe/dospelí.** Využitie podzemnej vody na akékoľvek účely sa v tejto oblasti ani v budúcom období neuvažuje.

Z uvedeného dôvodu sa v rámci budúcej prevádzky polyfunkčného komplexu uvažovalo pre vyššie uvedených príjemcov len s 1 expozičnou cestou :

- ✓ **A6) inhaláciou znečisťujúcich látok vo vnútornom prostredí - s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode.**

Územie mimo hodnotený areál – v smere prúdenia podzemnej vody, v dosahu kontaminačného oblaku znečistenej podzemnej vody

- **Oblasť B)** - blízke okolie za hodnoteným areálom, v smere šírenia znečistenia, s trvalo obývanými rodinnými a bytovými domami na ul. Na paši a Prešovská. **Cieľovú skupinu tvoria obyvatelia rodinných a bytových domov(dospelí a deti).** V danej zóne sa nachádzajú aj záhrady so studňami využívané na závlahu. Podzemná voda nie je v tejto časti využívaná na pitné, ani hygienické účely. V tejto časti sme uvažovali s týmito expozičnými cestami :

- ✓ **B1) inhalácia kontaminantu vo vnútornom prostredí** (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode)
- ✓ **B2) inhalácia kontaminantu vo vonkajšom prostredí** (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode)
- ✓ **B3) inhalácia pár pri zalievaní záhrad,**
- ✓ **B4) dermálny kontakt so znečistenou vodou** (pri polievaní záhrad)
- ✓ **B5) náhodná ingescia podzemnej vody** (podzemná voda nie je využívaná na pitné účely, uvedený scenár je uvažovaný skôr z hľadiska bezpečnosti pri zalievaní záhrad).

- **Oblasť C)** - občianska vybavenosť (areál BVS, objekt BSK, stravovacie zariadenia atď.) doplnená bytovou zástavbou v okolí ulíc Sabinovská-Tokajická. **Cieľovú skupinu tvoria pracujúci občianskej vybavenosti + rezidenti okolitých bytových domov(dospelí/deti).** Ku priamemu kontaktu so znečisťujúcou látkou tu neprichádza. Podzemná voda nie je v tejto časti využívaná na pitné, ani úžitkové účely. Primárne hodnotenou expozičnou cestou je inhalácia kontaminantu vo vnútornom prostredí. Konkrétne sme tu uvažovali s týmito expozičnými scenármi:

C1) inhalácia kontaminantu vo vnútornom prostredí. Cieľová skupina: pracujúci občianskej vybavenosti/dospelí,

C2) inhalácia kontaminantu vo vnútornom prostredí (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode), Cieľová skupina : rezidenti bytových domov/dospelí+deti.

Pri rezidentoch bytových domov, ktorí trávajú voľný čas v tejto oblasti aj na zelených plochách sa hodnotila aj :

C3) inhalácia kontaminantu vo vonkajšom prostredí (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode).

- **oblasť D)** - tvorenú školskými zariadeniami a športovými areálmi medzi ulicami Drieňová a Tokajická (v dosahu kontaminačného oblaku). Cieľovú skupinu tvoria **študenti, učitelia a športovci (dospelí)** priamo v školách, športových halách a na školských ihriskách.

V prípade spojenej školy bola hodnotená expozičná cesta:

D1) inhalácia kontaminantu vo vnútornom prostredí (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode). Cieľová skupina: študenti a učitelia/dospelí.

V prípade vonkajších športových plôch sme uvažovali :

D2) s inhaláciou kontaminantu vo vonkajšom prostredí (s použitím koncentrácie znečisťujúcej látky v podzemnej vode). Cieľová skupina: športovci/dospelí.

ZHRNUTIE ZDRAVOTNÉHO RIZIKA NA LOKALITE:

Pri hodnotení zdravotného rizika boli posudzované **viaceré expozičné scenáre** pre rôznych príjemcov rizík v samostatnom areáli (**obl. A**) i jeho okolí v smere prúdenia podzemnej vody (v zóne kontaminačného oblaku/**oblasti B,C,D**). Celkom bolo **v rámci** v území areálu čistiarni a jeho okolí hodnotených **16 expozičných scenárov**. Ich súhrn podávame v tab. 75 v AR.

➤ Na základe vykonaných výpočtov možno konštatovať, že **predpoklad vzniku nekarcinogénneho rizika účinkami PCE vo všetkých posudzovaných oblastiach (A,B,C,D) pre všetkých uvažovaných príjemcov v súčasnom, ani budúcom období** (zamestnanci existujúcich i budúcich prevádzok, stavební robotníci počas výstavby polyfunkčného centra, rezidenti v obytných zónach, učitelia, študenti a športovci v území občianskej vybavenosti) **nebol preukázaný** – pozri tab. 75 v AR.

➤ V prípade kvantifikácie rizika pre karcinogénne účinky pre všetky hodnotené cieľové skupiny oblastí A,B,C,D (zamestnanci existujúcich i budúcich prevádzok, stavební robotníci počas výstavby polyfunkčného centra, rezidenti v obytných zónach, učitelia, študenti a športovci v území občianskej vybavenosti) **nebola prekročená spoločensky prijateľná celoživotná miera vzniku rakoviny pre jednotlivca, resp. populáciu ani pri jednom z uvažovaných scenárov** (hodnoty CVRK < 10^{-4} , CVRP < 10^{-6}) – pozri tab. 75 v AR.

➤ U cieľových skupín, u ktorých možno predpokladať súčasné pôsobenie viacerých expozičných ciest látkou PCE bol hodnotený aj kumulatívny účinok nekarcinogénneho a karcinogénneho rizika. Išlo o : a) **stavebných pracovníkov počas výstavby (obl. A)**, ktorí budú vystavení súčasnému pôsobeniu expoz.ciest **A3+A4+A5**, b) **rezidentov obytnej zóny – dospelí/deti (obl.B)**, kde sa predpokladá súčasné pôsobenie expozičných ciest **B1+B2+B3+B4+B5**, c) **rezidentov bytových domov na Tokajskej ulici (obl.- C)**, ktorí budú vystavení súčasnému pôsobeniu expozičných ciest **C2 + C3**.

Z výsledkov hodnotenia kumulatívneho účinku vyplynuli tieto závery :

➤ u cieľovej skupiny **stavební pracovníci počas výstavby polyfunkčného centra (obl.A)**, **rezidenti obytnej zóny obl.B a C** **nebol pri kumulatívnom účinku viacerých expozičných ciest predpoklad vzniku rizika pre nekarcinogénne účinky preukázaný** ($\Sigma HQ < 1$) – pozri tab. 76 v AR.

➤ V prípade hodnotenia kumulatívneho účinku karcinogénnych účinkov na **stavebných pracovníkov počas výstavby a rezidentov obytných domov obl. B a C** **nie je prekročená spoločensky prijateľná celoživotná miera vzniku rakoviny pre jednotlivca, ani populáciu**. $\Sigma CVRK$ pri kumulatívnom účinku viacerých expozičných ciest u jednotlivých príjemcov dosahuje hodnoty < 1.10^{-4} a CVRP < 1.10^{-6} bližšie pozri tab.76 v AR.

➤ V skúmanom území vyplýva v zmysle platnej legislatívy **potreba sanácie** s cieľom zabrániť šíreniu **znečisťujúcich látok v podzemnej vode**.

➤ Cieľ sanácie je stanovený **pre primárny člen PCE** (iné degradačné formy v území indikované v súčasnom ani minulom období neboli) s tým, že vznik prípadných medziproduktov (TCE, DCE, VCE) na konci sanačného zásahu významnejšie neprevýši úroveň ich chemického pozadia v blízkom okolí

záujmového územia. V referenčných bodoch boli stanovené požadované kritériá kvality v závislosti od spôsobu využitia územia a podzemnej vody (viď ďalej a bližšie kapit.3.3.2).

Ako už bolo uvedené vyššie v rámci hodnotenia environmentálneho rizika a prípravy sanačných prác v zmysle platnej legislatívy (smernica MŽP, 2015) bola spätným výpočtom numerického modelovania šírenia sa znečistenia vypočítaná **cieľová hodnota sanácie podzemnej vody PCE v hodnotenom areáli (pri uvažovaní zdroja v mieste R-1/vrtu ST-2)**, ktorá zodpovedá koncentrácii **PCE 25 $\mu\text{g.l}^{-1}$** – Kovács, 2023. V tab. č. 23 v AR uvádzame výsledky týchto výpočtov.

Pre prípadný dočasný nárast ostatných produktov premeny a rozkladu PCE počas sanačného zásahu na nižšie členy (TCE, 1,2-DCE a VCE) budú v areáli i jeho okolí sledované obsahy všetkých alifatických i aromatických foriem CIU, vrátane terénnych parametrov a na vybraných vrtoch i ukazovatele biologickej degradácie týchto látok (NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , Cl^- , Fe_{celk} , Fe^{2+} , Mn, sulfidy, $\text{KNK}_{4,5}$, CHSK_{Mn}).

➤ Z výsledkov **štúdie uskutočniteľnosti sanácie** možno pre zistený kontaminant (PCE) v hodnotenom areáli uvažovať s uplatnením týchto **sanačných technológií** :

- **biologická reduktívna dehalogenizácia (BRD),**
- **chemická oxidácia in situ (ISCO),**
- **chemická redukcia in-situ (ISCR) pomocou nanoželeza nZVI,**
- **airsparing + venting,**
- **čerpanie a čistenie s využitím airstripingu a adsorpcie.**

Ich bližší popis udávame v kapit. 4.1.1 a 6 v ŠUS.

- Konkrétna špecifikácia vybraného sanačného riešenia, ako aj detailné spracovanie sanačných postupov na lokalite budú spracované v rámci **realizačného projektu sanácie**. Pred samotným sanačným zásahom sa **plánuje asanácia budov** areálu chemických a priemyselných čistiární. Bude tak možné overiť znečistenie v horninovom prostredí priamo pod budovami a spevnenými plochami. Za týmto účelom na lokalite navrhuje realizácia **doplňového geologického prieskumu životného prostredia**. V prípade, že sa overí závažné znečistenie v zeminách pod budovami/spevnenými plochami sa vypracuje **aktualizovaná AR**, pomocou ktorej sa vyhodnotí rozsah a spôsob eliminácie detegovaného znečistenia. Spresnia a aktualizujú sa tiež informácie o situácii na lokalite vzhľadom k aktuálnemu rozsahu a miere znečistenia a predmetnému sanačnému riešeniu znečistenia v podzemnej vode. Laboratórnymi a pilotnými skúškami sa overia vybrané sanačné technológie vzhľadom k ich účinnosti v podmienkach na lokalite, čím sa získajú informácie o optimálnom sanačnom dizajne a zabezpečí sa aj lepšia kontrola sanácie lokality.

Predsanačná etapa bude pozostávať z nasledujúcich krokov:

- Vypracovanie projektu sanácie s predsanačným doplnkovým prieskumom horninového prostredia/zemín
 - vstupy, stretы záujmov, inžinierske siete (prasknutá kanalizácia ?), povoloňovacia činnosť (napr. vodohospodári), havarijný plán a plán bezpečnosti na lokalite, a podobne.
- realizácia doplnkového geologického prieskumu zemín
 - overenie znečistenia zeminy a stavebných podzemných prvkov pod budovami v areáli čistiární po ich asanácii,

- v prípade preukázania závažného znečistenia sa na základe výsledkov aktualizovanej analýzy rizika (AAR) navrhne rozsah, spôsob na odstránenie/zhodnotenie/zneškodnenie znečistených zemín a podzemných stavebných prvkov. Pre tieto účely bude vypracovaný samostatný projekt,
- aktualizácia informácií o situácii súvisiacej so šírením znečisťujúcich látok v území (bude zároveň slúžiť ako predsanačný monitoring),
- získanie špecifických informácií o podmienkach v horninovom prostredí potrebných pre konkretizáciu/optimalizáciu navrhovaného sanačného riešenia (**realizácia vybraných laboratórnych testov a pilotných skúšok**)
- vypracovanie záverečnej správy z doplnkového prieskumu s AAR.

Realizácia sanácie – technológia sanácie podzemnej vody

V zmysle dosiahnutých výsledkov v danom stupni poznania znečistenia na lokalite uvažujeme :

- realizáciu 5 ks sanačných vrtov pre účel sanačného čerpania (3 ks) a infiltrácie (2 ks), minim. Ø 200 mm, hĺbky cca 15,0 m p.t).
- realizáciu 15 ks aplikačných vrtov (pre účely ventingu, injekčné, aplikačné (5x injekčné/aplikačné, 10 x venting).
- Inštaluje sa sanačná technika / technológia – doprava vrtných súprav, mechanizmov, inštalácia sanačných zariadení a sietí na čistenie horninového prostredia a podzemnej vody, vybudovanie sanačných objektov a pod.
- Vykoná sa skúšobná prevádzka sanačnej technológie pre potreby optimalizácie jej účinnosti a efektívnosti.
- **Rámcovým riešením vybraného variantu sanácie** pre dosiahnutie sanačného cieľa a sanačného limitu bola **zvolená kombinácia viacerých sanačných metód: chemickej oxidácie (ISCO), airsparging s ventingom a sanačného čerpania a čistenia**. V danom návrhu aktívnej sanácie sa uvažuje s odstránením samotných zdrojov znečistenia (pôvodnej objektovej sústavy a znečistečných zemín) a aplikovaním sanačnej technológie v území hodnoteného areálu na akceptovateľnú úroveň, ktorá nepredstavuje environmentálne, ani zdravotné riziká pre súčasné a budúce využitie územia a jeho okolia (t.j. pri dosiahnutí cieľovej hodnoty sanácie pre PCE v území areálu $< .25 \mu\text{g.l}^{-1}$).
- účelom aplikovania sanačných metód je v pásme nasýtenia, pod ohniskom znečistenia, vytvorenie silného oxidačného prostredia, ktoré umožní rozklad chlórovaných uhľovodíkov na neškodné produkty rozkladu. Podpornými metódami air sparging + venting a sanačné čerpanie a čistenie sa okrem spolupodielania sa na eliminácii znečistenia bude optimalizovať a kontrolovať pôsobenie rozkladných procesov, aby sa zabezpečila efektívna a hospodárna sanácia vzhľadom k cieľom geologickej úlohy. Schematickú predstavu usporiadania jednotlivých sanačných technológií znázorňuje obr. 8 v ŠUS.
- hodnotené sanačné metódy boli zvolené zohľadnením špecifických podmienok na lokalite (výraznejšie oxické podmienky vo zvodnenci, absencia dcérskych produktov rozkladu CIU, väčšia hrúbka zvodnenca a pomerne vysoká priepustnosť kolektora). Ďalším podmieňujúcim faktorom výberu predmetných sanačných technológií je to, že lokalita sa nachádza v husto zastavanom území mesta Bratislava. Do budúcnosti sa plánuje zmena využívania územia, kde sa počíta s výstavbou bytového komplexu s podzemnými garážami. Z hľadiska predpokladanej prítomnosti primárneho zdroja znečistenia, alebo sekundárneho znečistenia v podobe voľnej fázy majú vyššiu účinnosť sanačné metódy umožňujúce deštrukciu, resp. rozklad znečisťujúcich látok na menej toxické formy.

- počet, rozmiestnenie a inštalácia jednotlivých prvkov sanačných technológií, ako aj aplikovanie účinných látok budú špecifikované v sanačnom projekte geologickej úlohy.
- prevádzku jednotlivých sanačných technológií je vhodné spúšťať postupne, aby bolo možné efektívne riadiť a kontrolovať jednotlivé sanačné procesy. Najskôr sa plánuje spustenie sanačného čerpania a čistenia, ktorým sa vytvorí osobitý režim prúdenia podzemnej vody na lokalite. Následne sa zapojí air-sparging s ventingom a optimalizuje sa tak, aby sa vytvorili podmienky na tvorbu a zachytávanie vyprchávajúcich znečisťujúcich látok. Nakoniec sa aplikuje ISCO v množstve a priestorovom rozsahu potrebnom na požadované zníženie znečistenia vo zvodnenci. Celková dĺžka sanačného zásahu je odhadovaná na 1 až 1,5 roka.
- **Návrh sanačného monitorovania** pre zabezpečenie optimálneho a efektívneho riadenia a kontroly sanácie, ako aj overenie dosiahnutia splnenia cieľových hodnôt sanácie je v predkladanej správe/štúdii uskutočniteľnosti vyjadrený iba koncepčne.
- hlavnými ukazovateľmi v rozboroch podzemnej vody budú látky CIU a ukazovatele poukazujúce na kyslíkové pomery v podzemnej vode. Súčasťou monitorovania bude aj sledovanie vývoja pôdneho vzduchu – etán, etén a chlórétén (vinylchlorid), ktoré sú konečnými degradačnými produktami rozkladu CIU. Na mieste sa budú merať terénne parametre ako EC, T, pH, Eh, O₂. Vo vybraných vrtoch i parametre pre posúdenie prirodzenej biologickej degradácie/atenuácie chlórovaných uhľovodíkov: NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, NO₂⁻ Cl⁻, Fe_{celk}, Fe²⁺, Mn, sulfidy, KNK_{4,5}, CHSK_{Mn}.
- monitorovanie zahŕňa aj režimové meranie hladiny podzemnej vody a senzorické skúšky pri odbere vzoriek.
- bližšie bude sanačný monitoring aj s **návrhom posanačného monitorovania** špecifikovaný v projekte sanácie. Monitorovanie podzemnej vody by sa malo po skončení sanácie vykonávať periodicky – kvartálne po dobu 24 mesiacov.
- sanácia bude ukončená záverečnou správou s posanačnou (aktualizovanou) AR.

Vyjadrenie k potrebe sanácie zemín a stavebného odpadu:

Rozsah znečistenia v zeminách, prípadne i vzniknutom stavebnom odpade bude upresnený v budúcom období formou doplnkového prieskumu. Nakoľko sa v území uvažuje s výstavbou polyfunkčného objektu s bývaním, s podzemnými garážami (-1PP) po celej ploche objektu (cca 10 000 m²), bude v území celoplošne realizovaný odkop minimálne do hĺbky cca 4,0-4,5 m p.t. V prípade, že navážka i rastlý terén v jej podloží (lokálne i s prítomnosťou znečisťujúcich látok) bude odstránená, stáva sa pre stavebníka/investora odpadom.

So vzniknutým odpadom (v prípade jeho odťažby z posudzovaných oblastí) možno v zmysle vyhlášky č.382/2018 Z.z. v zmysle dosiahnutých výsledkov v minulom období možno orientačne uvažovať s jeho uložením na skládke nebezpečného odpadu (SNO) aj nie nebezpečného odpadu (SNNO). Pri danom stupni poznania uvažujeme v biologicky kontaktnej zóne cca s plochou 3285m² znečistených zemín, čo pri hrúbke 1m predstavuje množstvo cca 3285 m³, resp. cca 5260 t odpadu s predpokladom kategórie „N“. Bližšia kubatúra vzniku odpadov v členení na kategóriu „O“ a „N“ bude upresnená doplnkovým prieskumom po asanácii súčasnej objektovej sústavy.

Budúcich investorov a stavebníkov upozorňujeme, že kvalitu vzniknutého odpadu je potrebné po asanácii budov a odťažbe zemín stanoviť na základe kompletnej analýzy v zmysle Prílohy č. 1 vyhlášky č. 382/2018 Z.z.

- Podzemná voda v záujmovom území, ani jeho okolí v dosahu kontaminačného oblaku (po Zálužickú ulicu) nie je využívaná na pitné účely. Vzhľadom na zistený stav kvality (potvrdenie obsahov PCE s nadlimitným obsahom (> IT) minimálne vo vzdialenosti 550 m od areálu pracovní (po vrt HGP-1)

navrhujeme v tejto oblasti zákaz využitia podzemnej vody na pitné účely, ďalej na polievanie, sprchovanie a plnenie bazénov. Zdravotné riziko pri súčasnom i budúcom využití areálu preukázané nebolo, obdobne nebol predpoklad vzniku zdravotného rizika indikovaný ani v jeho okolí pri súčasných poznatkoch využitia vody v území. V prípade akýchkoľvek zmien z pohľadu využitia územia, resp. využitia podzemnej vody v budúcom období je potrebné hodnotenie zdravotného rizika aktualizovať.

➤ V zmysle §19, odst.6 zákona č. 569/2007 Z.z. je potrebné zistenú skutočnosť (zistenie závažného znečistenia v hodnotenom území) objednávateľom do 1 mesiaca po schválení záverečnej správy s analýzou rizika oznámiť obci, v katastrálnom území ktorej sa to znečistenie zistilo (t.j. mestskej časti Ružinov).

11. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Atlas krajiny Slovenskej republiky, I. vyd. 2002. Bratislava. Ministerstvo životného prostredia, Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia. 344 s.
- Blažo, E.,: Blue city center, Bratislava. DRILL, s.r.o., 2006
- Danko, J.,: Lakeside Park 2. fáza – inžinierskogeologický prieskum. TERRATEST s.r.o., 2008
- Dulovičová, K.,: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HŠHD-1 na lokalite Bratislava – športový areál, Drieňová ulica. Vodné zdroje n.p. závod Bratislava, 1988
- Fabian, M.,: Bratislava, Tomášikova ulica, objekty Slovenskej sporiteľne. RNDr. Marián Fabian, 2004
- Fabian, M.,: Bratislava – Tomášikova ulica, polyfunkčné a bytové domy. RNDr. Marián Fabian, 2004
- Haviarová, E.,: Bratislava, Lanová ulica – hydrogeologický prieskum. IGHP Žilina, závod Bratislava, 1973
- Holzer, R.,: Bratislava – Trnavská ulica, apartmánový dom a bytové domy. DRILL s.r.o. 2014
- Jetel, J., 1973: Logický systém pojmov – základní podmínky formalizace a matematizace v hydrogeologii
- Kertész, A.,: KBV Starý Ružinov – odstavné státie „B“ a CO kryt - hydrogeologický prieskum. Stredisko geologického prieskumu, Štátny majetok š.p. Považská Bystrica so sídlom v Lieskove, 1989
- Kminiaková, K., Kminiak M.,: Bratislava, Trnavská ulica – prístavba administratívnej budovy Kaufland. AQUIFER, s.r.o., 2011
- Kminiaková, K., Kminiak M., Porubský M.,: Bratislava, Trnavská cesta, centrála Kaufland – prístavba administratívnej budovy. AQUIFER, s.r.o., 2018
- Kminiaková, K., Kminiak M., Porubský M.,: Bratislava, Trnavská cesta – parkovací dom. AQUIFER, s.r.o., 2020
- Kminiaková, K., Kminiak M., Porubský M.,: Bratislava – Trnavská ulica – posúdenie stupňa environmentálneho zaťaženia horninového prostredia a podzemných vôd. AQUIFER, s.r.o., 2015
- Kočický, D., Ivanič, B., 2011: Geomorfologické členenie Slovenska M 1:50 000, [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/temapy>
- Kordík, J., Benková, K., Fordinál, K., Buček, S., Jankulár, M., Bodiš, D., Dugovič, R., Zeman, I., Tóthová, K., Bottlik, F., Gregor, M., Dénes, D., Györög, I., Černák, R., Švasta, J., Bahnová, N., Michalko, J.,: Lokalita č. 258: Bratislava – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň. ŠGÚDŠ Bratislava, 2022
- Krásný, J.: Classification of transmissivity magnitude and variation. Vol.31, No.2 - GROUND WATER, 1993
- Ľuptáková, A., Urbancová, J., Krumpolcová, D., Molnár, Ľ.,: Kvalita podzemných vôd na Slovensku 2020. Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, 2021
- Némethyová, M.,: Administratívno-bytový komplex Prešovská, časť Administratívna budova – hydrogeologický prieskum pre zdroj technologickej vody – I.etapa. Vodné zdroje Slovakia s.r.o. 2010
- Polák, R.,: Bratislava – Komunálne služby – prieskum obsahu chlórovaných uhlíkovodíkov v zeminách a podzemných vodách. HYDROPOL Bratislava, 1992
- Pokorný, M., Šujan, M.,: Lakeside Office Park Bratislava. STAS spol. s.r.o., EQUIS spol. s.r.o., 2004
- Šarlayová, M.,: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HKS-1 na lokalite Bratislava, Prešovská ulica 55. Vodné zdroje n.p. Bratislava, 1972
- Štěpánek, P., Čakaný, Š.,: Bratislava – Prešovská ulica – ulica Na paši – Práčovňa a chemická čistiareň, posudok o základovej pôde č.120, IGP. Stavoprojekt Bratislava, 1954
- Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy 2009 až 2020. Štatistický úrad SR – pracovisko ŠÚ SR v Bratislave 2010 až 2021

- Šujan, M., Blažo, E., Dovičin, P., Šipka, F.,: FRESH MARKET a AB Bratislava. EQUIS spol. s.r.o., 2015
- Urban, O., Chovanec, J., Vladimír Keklák, V., Bednárík, M., Gregor, T., Kolářová, J., Tůmová, H., Jurkovič, Ľ, Polák, M., Veleba, P., Dosoudil, P., Škarvan, A., Binčík, T., Greš, P., Štefánek, J., Igondová, S., Soboňová, S., Machlica, A., Seres, Z., Demko, M.,: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže B2(008)/BA – Ružinov – Na paši č.4 – chemická čistiareň – SK/EZ/B2/124. DEKONTA Slovensko, spol. s.r.o., DEKONTA a.s., 2015
- Šuba J., Bujalka, P., Cibulka, Ľ., Frankovič, J., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P., Zakovič, M.,: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. 2.vydanie. SHMÚ Bratislava, 1984
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., 1988: Regionálne geologické členenie Slovenska M 1:500 000, [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/temapy>
- Žabka, J.,: Bratislava – Prešovská ulica – HGP. Agrostav Trenčín, 1985

Legislatívne predpisy

- ⇒ Ministerstvo životného prostredia, Slovenská agentúra životného prostredia, 2020 : Metodická príručka geologického prieskumu v znečistenom území
- ⇒ nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd v znení neskorších predpisov
- ⇒ POKYN Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie
- ⇒ Smernica MŽP SR z 28.januára 2015 č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia,
- ⇒ vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický prieskum v znení neskorších predpisov,
- ⇒ vyhláška MZ SR č. 91/2023 Z.z., ktorou sa ustanovujú ukazovatele a limitné hodnoty kvality pitnej vody a kvality teplej vody, postup pri monitorovaní pitnej vody manažment rizík systému zásobovania pitnou vodou a manažment rizík domových rozvodných systémov
- ⇒ vyhláška MŽP SR č. 382/2018 Z. z., o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortuti v znení neskorších predpisov,
- ⇒ zákon č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov,

Internetové zdroje

- ⇒ <https://app.geology.sk/mp5/>
- ⇒ <https://www.geology.sk>
- ⇒ <https://www.shmu.sk/>
- ⇒ <https://zbgis.skgeodesy.sk/>