GEO SLOVAKIA s.r.o.
Popradská 90, 040 11 Košice
IČO 361 93 241 IČ DPH SK 20 200 500 65
Obchodný register Mestského súdu Košice,
Odd: Sro, vložka č.11164/V
Tel.:055/729 72 34-35

Návrh spôsobu a metódy monitorovania prevádzky EVO po jej uzavretí - podzemné vody

Číslo úlohy:	154/2024
Etapa:	hydrogeologický posudok
Objednávateľ:	Slovenské elektrárne, a.s. Pribinova 40 811 09 Bratislava
Zodpovedný riešiteľ:	Ing. Mgr. Vladimír Pramuk, PhD., MPH
Spoluriešiteľ:	Ing. Michal Kubec
Dátum vypracovania:	25.03.2024
Dátum schválenia:	

Ing. Vladimír Fabian
konateľ a riaditeľ spoločnosti

za objednávateľa

za zhotoviteľa

Obsah ..... č. str.

1. ÚVOD 4
2. Miestopisné vymedzenia územia – areálu závodu Elektrární Vojany 4
3. Cieľ monitorovania Kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov podzemných vôd po ukončení prevádzky EVO Vojany 6
4. CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV ŠIRŠIEHO OKOLIA ÚZEMIA A AREÁLU PREVÁDZKY 7
4.1 Geomorfologické pomery 7
4.2 Geologické pomery 7
4.3 Hydrogeologické pomery 8
4.4 Hydrologické pomery 9
4.5 Klimatické pomery 9
5. Doterajšia geologická preskúmanosť vo vzťahu k monitorovaniu areálu EVO 10
6. AREÁL ZÁVODU EVO – CHARAKTERISTIKA INFRAŠTRUKTÚRNYCH OBJEKTOV A EZ 11
6.1 Areál závodu EVO – infraštruktúrne objekty 11
6.2 Areál závodu EVO – environmentálne záťaže 12
7. Hodnotenie kvalitatívnych parametrov podzemnej vody a návrh rozsahu monitorovania 13
7.1 Rámcové rozdelenie jednotlivých oblastí areálu EVO pre špecifikácia návrhu rozsahu monitorovania 13
7.2 Charakteristika súčasného rozsahu monitorovania 14
7.3 Objekty monitorovania kvalitatívnych a kvantitatívnych prametrov podzemnej vody 15
8. Hodnotenie jednotlivých oblastÍ AREÁLU EVO I 17
8.1 Oblasti s prítomnou potvrdenou EZ – kontinuálne monitorovanie do začatia aktívnych sanačných prác (kategória B ISEZ) 17
8.1.1 Remíza lokomotív a okolie 17
8.1.2 Rozvodňa a stanovište transformátorov – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I 19
8.1.3 Južný okraj a vlečková stanica - EVO II 20
8.2 Oblasti so sanovanou EZ – eliminované environmentálne záťaže (kategória C ISEZ) 22
8.2.1 Bývalé stáčanie mazutu – EVO II 22
8.2.2 Centrálna časť areálu 23
8.2.3 Mazutová kotolňa 25
8.3 Oblasti s aktívnym sanačným procesom znižovania ER, ZR v potvrdených EZ (kategória B/C v zmysle ISEZ) 27
8.3.1 Západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolie 27
9. Návrh monitorovania podzemnej vody po ukončení prevádzky evo 28
9.1 Špecifikácia, počet a rozsah prác 28
9.2 Vzorkovacie práce a terénne merania 28
9.3 Laboratórne práce a návrh monitorovacích objektov 29
10. Závery a odporúčania 31
11. Zoznam použitej literatúry 31

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka č. 1: Administratívne údaje o skúmanom území 4
Tabuľka č. 2: Priemerné mesačné a extrémne prietoky na vodomernej stanici Ižkovce (m3.s-1) 9
Tabuľka č. 3: Návrh rozsahu a frekvencie monitorovania podzemných vôd v areáli EVO po ukončení prevádzky 29

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok č. 1: Situácia skúmaného územia – areál Elektrární Vojany 5
Obrázok č. 2: Trend vývoja obsahov BTEX v podzemnej vode – remíza lokomotív a okolie 18
Obrázok č. 3: Trend vývoja obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – remíza lokomotív a okolie 18
Obrázok č. 4: Obsahy ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – remíza lokomotív a okolie 18
Obrázok č. 5: Obsahy ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I 19
Obrázok č. 6: Trend vývoja obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I 20
Obrázok č. 7: Trend vývoja obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – južný okraj EVO II a južný okraj EVO I 21
Obrázok č. 8: Vývoj obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – bývalé stáčanie mazutu EVO II 22
Obrázok č. 9: Vývoj obsahov chlórovaných ClU v podzemnej vode – bývalé stáčanie mazutu EVO II 23
Obrázok č. 10: Vývoj obsahov chlórovaných ClU v podzemnej vode – centrálna časť areálu 24
Obrázok č. 11: Trend vývoja obsahov ClU v podzemnej vode – centrálna časť areálu 25
Obrázok č. 12: Obsahy ClU v podzemnej vode – mazutové hospodárstvo, sklad horľavín 25
Obrázok č. 13: Obsahy ClU v podzemnej vode – mazutová kotolňa, PHM a okolie 26
Obrázok č. 14: Trendový vývoj obsahov ClU v podzemnej vode – mazutová kotolňa, PHM a okolie 27

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1: Situácia skúmaného územia – areál závodu
Príloha č. 2: Mapa geologických diel realizovaných v rámci areálu EVO, vrátane aktívnych sanačných vrtov
Príloha č. 3: Lokalizácia častí EVO zaradených v registri environmentálnych záťaží
Príloha č. 4: Mapa hydroizopiez a smerov prúdenia podzemnej vody (III. 2024)
Príloha č. 5: Monitorované objekty v rámci areálu EVO - obdobie 2022 - I.Q 2023
Príloha č. 6: Návrh monitorovaných objektov areálu EVO po ukončení prevádzky
Príloha č. 7: Rozhodnutie MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018
Príloha č. 8: Rozhodnutie - povolenie na osobitné užívanie vôd Okresného úradu Michalovce, odboru starostlivosti o životné prostredie, číslo spisu OU-MI-OSZP-2021/013189-005

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

BTEX	aromatické uhľovodíky (benzén, toluén, etylbenzén, xylény)
ClU	chlórované alifatické uhľovodíky
$CHSK_{Mn}$	chemická spotreba kyslíka mangánom
EVO	Elektrárne Vojany
EZ	environmentálna záťaž
ID	indikačné kritérium smernice MŽP SR č.1/2015-7
IT	intervenčné kritérium smernice MŽP SR č.1/2015-7
IPKZ	integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania
JTSK	súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
NEL–GC	nepolárne extrahovateľné látky stanovované plynovou chromatografiou
PAU	polycyklické aromatické uhľovodíky
por.č.	poradové číslo
SE	Slovenské elektrárne, a.s.
SIŽP	Slovenská inšpekcia životného prostredia
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
STN	Slovenská technická norma
SVP, š.p.	Slovenský vodohospodársky podnik
ÚSES	územný systém ekologickej stability
VC	vinylchlorid

1. ÚVOD

Predkladaný návrh spôsobu a metódy monitorovania prevádzky EVO po jej uzavretí pre podzemné vody je návrhom, dopĺňajúcim spôsob monitorovania prevádzky a získavania údajov, ktoré je potrebné evidovať a poskytovať pre kontrolu týchto dotknutých zložiek životného prostredia po predpokladanom uzavretí prevádzky EVO v roku 2024.

Rozsah a druh navrhovaného rozsahu monitorovania podzemnej vody vychádza rámcovo z požiadaviek uvedených v platnej zmene integrálneho povolenia rozhodnutím SIŽP a ich modifikácii v nadväznosti ukončenie aktívnej činnosti prevádzky EVO, reflektuje dosiaľ zistené skutočnosti a zachovanie kontinuity monitorovacích prác realizovaných na predmetnej lokalite. Monitorovanie podzemnej vody v monitorovacích objektoch areálu závodu EVO a vôd povrchového odtoku po ukončení prevádzky je zamerané na získanie údajov o základných hydrochemických a hydrodynamických parametroch podzemnej hydrosféry a povrchových vôd, spätých s areálom, ich zmenách, posúdenia antropogénneho ovplyvnenia režimu vôd a ich vyhodnotenia, umožňujúceho včasnú indíciu a prijatie opatrení v prípade ich kvalitatívneho zhoršenia.

2. MIESTOPISNÉ VYMEDZENIA ÚZEMIA – AREÁLU ZÁVODU ELEKTRÁRNÍ VOJANY

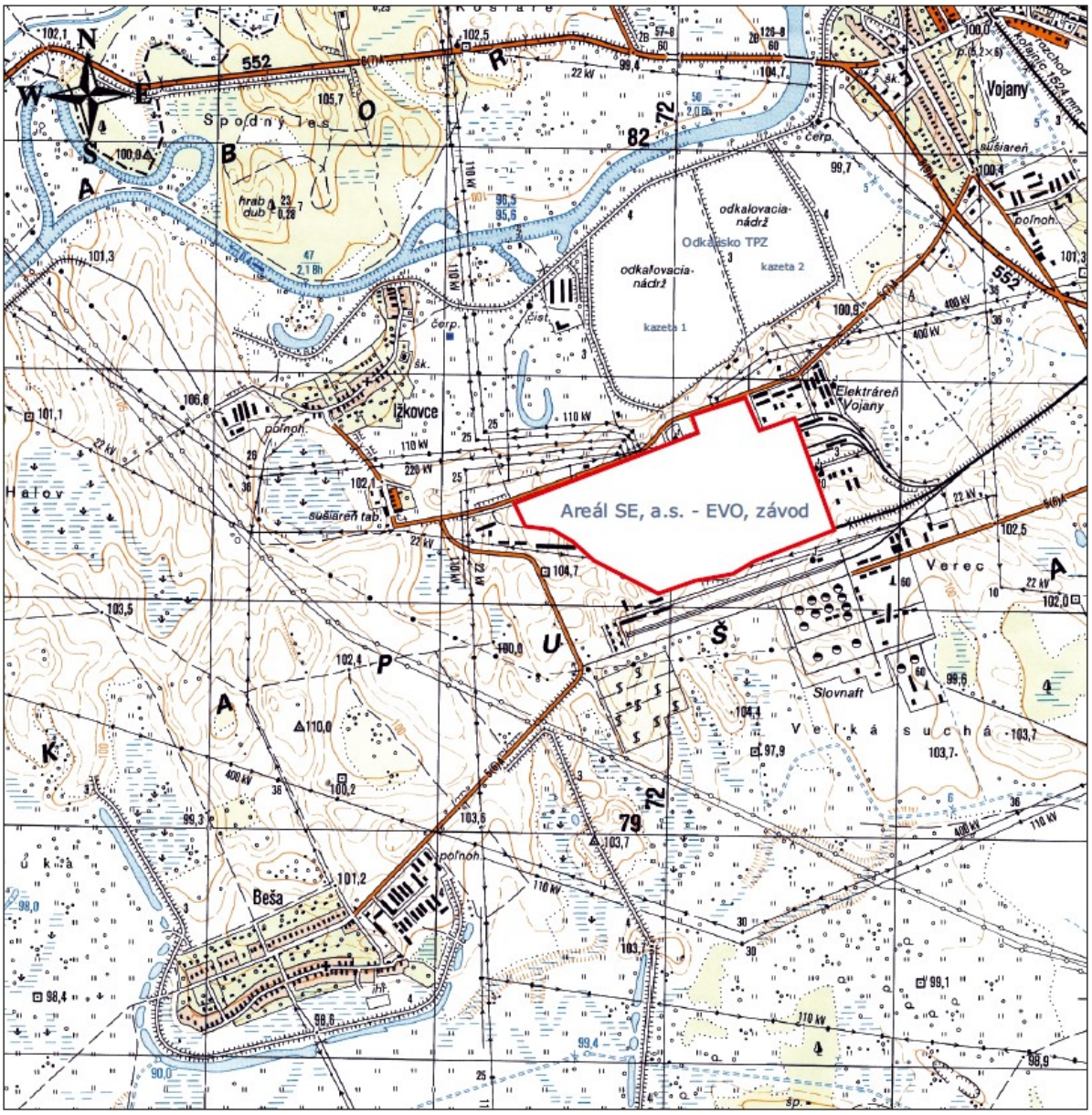
Skúmané územie areál závodu EVO Vojany je situované cca 1,5 km juhozápadne od obce Vojany. Územie areálu EVO Vojany na západe a východe (čiastočne aj na juhu) obklopuje poľnohospodársky obrábaná pôda. Na juhovýchodnej strane areálu sa nachádza v bezprostrednej blízkosti bývalý terminál Slovnaft Vojany (v súčasnosti SWS Vojany, s.r.o.). Hranicu medzi nimi tvorí železničná vlečka. Skúmané územie je zobrazené na topografickej mape mierky 1:25 000, číslo listu 34-128-B-d (obr.č.1, príl. č. 1). Prehľad miestopisného určenia lokality je uvedený v tabuľke č.1.

Tabuľka č. 1: Administratívne údaje o skúmanom území

Názov kraja	Košický kraj
Číselný kód kraja	8
Názov okresu	Michalovce
Číselný kód okresu	807
Názov obce	Vojany
Číselný kód obce	543 942
Názov katastrálneho územia	Vojany

Kód katastra	869 970
Číslo mapového listu v mierke 1 : 25 000	34-128-B-d

Elektrárne Vojany v prevádzkovom režmie zabezpečujú dodávkou bázovej elektrickej energie spoľahlivosť prenosovej sústavy východného Slovenska, poskytuje pre elektrizačnú sústavu podporné služby potrebné na udržanie kvalitatívnych ukazovateľov sústavy.



Obrázok č. 1: Situácia skúmaného územia – areál Elektrární Vojany

3. CIEĽ MONITOROVANIA KVALITATÍVNYCH A KVANTITATÍVNYCH PARAMETROV PODZEMNÝCH VÔD PO UKONČENÍ PREVÁDZKY EVO VOJANY

Cieľom monitorovacích prác je pre areál prevádzky EVO po predpokladanom uzavretí prevádzky EVO v marci roku 2024 návrh spôsobu a metódy monitorovania kvalitatívnych parametrov podzemnej vody a s jeho pomocou získavania údajov, ktoré je potrebné evidovať a poskytovať pre kontrolu týchto dotknutých zložiek životného prostredia. Rozsah a druh navrhovaného rozsahu monitorovania podzemnej vody vychádza rámcovo z požiadaviek uvedených v platnej zmene integrálneho povolenia rozhodnutím SIŽP.

Po uzavretí prevádzky a ukončení aktívnej činnosti prevádzky EVO je relevantná ich modifikácia, predkladaná v návrhu, ktorá v nadväznosti reflektuje dosiaľ zistené skutočnosti a zachovanie kontinuity monitorovacích prác realizovaných na predmetnej lokalite od roku 2018. Rozsah monitorovania v tomto časovom období korešpondoval s rozsahom a frekvenciou, ako aj monitorovacími objektami s rozhodnutím MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018, určujúcim rozsah monitorovania podzemných vôd voči jednotlivým potvrdeným environmentálnym záťažam v rámci areálu (príl.č.3, príl.č.7).

Monitorovanie podzemnej vody v monitorovacích objektoch areálu závodu EVO po ukončení prevádzky je zamerané na získanie údajov o základných hydrochemických a hydrodynamických parametroch podzemnej hydrosféry, ich zmenách a možnom antropogénnom ovplyvnení vôd a ich vyhodnotenia, umožňujúcom indíciu a prijatie opatrení v prípade ich zhoršenia.

Navrhované monitorovanie i po redukcii sledovaných objektov v súvzťažnosti k útlmu prevádzkovania infraštruktúry elektrární poskytne dostatok reprezentatívnych údajov a geodát na zistenie a vyhodnotenie kvalitatívneho stavu týchto vôd a taktiež trendu ich vývoja z pohľadu historicky identifikovaných potenciálnych zdrojov znečistenia, a to vrátane zdrojov už eliminovaných.

Osobitne sa to týka možnej influencie sanovaných, alebo dosiaľ existujúcich starých environmentálnych záťaží (EZ) v predmetnej lokalite a získanie geodát pre posúdenie perspektívneho trendu vývoja kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov podzemnej vody v období po ukončení aktívnej prevádzky EVO.

4. CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV ŠIRŠIEHO OKOLIA ÚZEMIA A AREÁLU PREVÁDZKY

4.1 Geomorfologické pomery

V zmysle geomorfologického členenia Slovenskej republiky (Mazúr a Lukniš, in Atlas krajiny SR, 2002), patrí skúmané územie do:

Sústava:	Alpsko-Himalájska
Podsústava:	Panónska panva
Provincia:	Východopanónska panva
Subprovincia:	Veľká Dunajská kotlina
Oblasť:	Východoslovenská nížina
Celok:	Východoslovenská rovina
Podoblasť (oddiel):	Kapušianske pláňavy

Skúmané územie leží v oblasti Východoslovenskej nížiny, patrí k rovinnému stupňu – celku Východoslovenskej roviny, je súčasťou oddielu Kapušianske pláňavy. Ide o akumulačnú štruktúru s fluviálno-eolickým reliéfom rovinného charakteru, ktorý je mierne zvlnený, s ostrovčekmi pieskových a sprašových dún. V areáli závodu je reliéf čiastočne ovplyvnený antropogénnou činnosťou – návažky, násypy, planírovanie nerovností. Nadmorská výška terénu sa v skúmanom území pohybuje v rozmedzí 103-106 m n. m..

4.2 Geologické pomery

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú sedimenty kvartéru a neogénu. Neogén je reprezentovaný sedimentmi pont-levantu, ktoré sú vyvinuté vo forme zelených, zelenosivých, svetlosivých ílov, lokálne druhotne zafarbených do žltohneda. Íly sú plastické, miestami s piesčitou prímesou, s výskytom vápenitých konkrécií. Hrúbka neogénu sa pohybuje okolo 100 m, povrch neogénnych sedimentov sa nachádza v hĺbke 18 - 30 m p. t..

Kvartérne uloženiny sú zastúpené v geologickej stavbe územia holocénnymi fluviálnymi uloženinami rieky Laborec a eolickými sedimentmi. Na povrchu sa nachádzajú fluviálno - eolické sedimenty, hliny s polohami prachovitého piesku. Hliny sú rôznorodé, zvyčajne hnedé až žltohnedé, miestami sivohnedé. Ich hrúbka je premenlivá, pohybuje sa zvyčajne v rozmedzí 2,0 - 5,0 m. Eolické žlté piesky vytvárajú v hlinách horizontálne a vertikálne vykliňujúce sa

polohy. Fluviálne piesky tvoria bazálnu vrstvu fluviálno - eolických sedimentov, len ojedinele vystupujú na povrch terénu. Fluviálne piesky sú hnedé, sivohnedé, hlbšie sivé až modrosivé, jemno až strednozrnné s prímesou jemnozrnnej zeminy. V hlbších polohách sa vyskytujú nepravidelné polohy jemno až strednozrnného piesku s prímesou valúnov štrku do 1 cm, menej 3 cm, s ojedinelým prechodom až do silne piesčitého štrku. Fluviálne piesky zasahujú miestami až do hĺbky 25,0 - 35,0 m p. t.. Vrtnými prácami boli v centrálnej časti areálu overené kvartérne fluviálne a eolické sedimenty. V areáli závodu je povrchovou vrstvou na veľkej časti územia vrstva antropogénnych uložení (0,0 až 7,0 m p. t.) (Pramuk et al., 2013), čo je najmä hlinito-kamenitá navážka redeponovaných zemín, nachádzajúca sa aj pod budovami, asfaltovými a betónovými plochami.

4.3 Hydrogeologické pomery

Skúmané územie patrí v zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984 in Atlas krajiny SR, 2002) do hydrogeologického rajónu QN 103 – Kvartér dolnej časti tokov Uh, Laborec, Ondava a pravej strany Latorice.

Podľa vymedzenia útvarov podzemných vôd na území Slovenska (Kullman ml. et al., 2005) je hydrogeologický rajón QN 103 súčasťou útvarov podzemných vôd, a to:

- SK1001500P: útvar medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov (útvary podzemných vôd v kvartérnych náplavoch);
- SK2005800P: útvar medzizrnových podzemných vôd Východoslovenskej panvy (útvary podzemných vôd predkvartérnych horninách).

Z hydrogeologického hľadiska je v širšej oblasti hlavný kolektor vrstva fluviálnych pieskov. Hrúbka fluviálnych sedimentov v smere na juh mierne stúpa, v priestore areálu je priemerne 18,0-22,0 m. Podzemná voda vytvára vo fluviálnych pieskoch súvislý, mierne napätý kolektor. Hladina podzemnej vody sa v širšom skúmanom území pohybuje v rozmedzí 4,0 – 8,0 m p. t.. V eolických pieskoch sa v príhodných podmienkach vytvárajú podružné, viac - menej izolované zvodnené horizonty, dotované najmä atmosférickými zrážkami. Najdôležitejším faktorom, ovplyvňujúcim celkový režim podzemných vôd, je rieka Laborec, v severnej časti areálu je to aj odkalisko. Pre filtráciu podzemnej vody v kvartérnych fluviálnych uloženinách je v tejto oblasti charakteristické aj rýchlejšie prúdenie podzemnej vody viazané na

privilegované cesty, ktorých priepustnosť je relatívne vyššia v porovnaní s ostatným zvodneným prostredím, generálny smer prúdenia podzemnej vody je na JZ, J a JV.

4.4 Hydrologické pomery

Predmetné územie patrí k úmoriu Čierneho mora, do čiastkového povodia rieky Bodrogu (číslo hydrologického poradia 4-30), so základnými povodiami Laborca (hydrologické poradie 4-30-07-001) a Latorice (hydrologické poradie 4-30-02-005). Obidva toky majú nížinný charakter. Rovinatý reliéf územia s veľmi malým sklonom dna riek, vzájomné vzdúvanie hladín tokov a nedostatočná kapacita ich korýt zapríčiňovali záplavy územia okolo riek, ako aj podmáčanie pôdy. Z tohto dôvodu došlo k rozsiahlym vodohospodárskym úpravám (ochranné hrádze, odvodňovacie kanály s čerpacími stanicami, vodné nádrže), realizovaným v 70 rokoch minulého storočia.

Podľa vodného režimu patrí skúmané územie do vrchovinovo-nížinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom režimu odtoku, s maximálnymi prietokmi v období február – apríl a najnižšími v jesenných mesiacoch (Atlas krajiny SR, 2002). Vyskytujú sa tiež jesenné a zimné podružné maximá.

V blízkom okolí skúmaného územia sa nachádza vodomerná stanica so sledovaním prietokových charakteristík recipientu Laborec, a to: stanica Ižkovce pre vodný tok Laborec, číslo vodomernej stanice 9400, hydrologické číslo 4-30-07-001-01, riečny km 10,30, plocha povodia 4364,18 km^2.

Priemerné mesačné a extrémne prietoky na rieke Laborec sú sledované na najbližšej vodomernej stanici Ižkovce (4-30-07-001-01) (Tabuľka 2).

Tabuľka č. 2: Priemerné mesačné a extrémne prietoky na vodomernej stanici Ižkovce (m^3.s^{-1})

9400	*STANICA:* ***Ižkovce***					*TOK:* ***Laborec***			***STANIČENIE:*** *10,30*				
	PLOCHA *4 364,18*												
Mesiac	***I.***	***II***	***III.***	***IV.***	***V.***	***VI.***	***VII.***	***VIII.***	***IX.***	***X.***	***XI.***	***XII.***	***Rok***
Qm	*159,219*	*166,785*	*82,866*	*74,241*	*81,994*	*21,220*	*16,249*	*17,262*	*21,321*	*10,263*	*18,787*	*50,553*	***59,473***
Qmax 2021	*461,0*	*Deň/Mes/Hod:*		*26.01.06*		*Qmin 2021*		*8,873*	*Deň/Mes:*		*28.10.*		
Q_{max}1975-2020	*810,00*			*24.07.02 - 1980*		*Qmin1975-2020*		*2,421*			*02.09. - 2015*		

4.5 Klimatické pomery

Podľa klimatického členenia Slovenska (Atlas krajiny SR, 2002) skúmané územie patrí do teplej oblasti (T), vyznačujúcej sa v priemere 50 letnými dňami ročne, podoblasti mierne suchej a okrsku (T3) teplému a suchému s chladnou zimou (január ≤ -3 °C). Priemerný ročný úhrn zrážok je 530 – 600 mm. Klimatické, zrážkové aj hydrologické pomery do istej miery

ovplyvňuje samotná elektráreň nielen svojou činnosťou, ale aj zastavanými plochami na ktorých, oproti prírodnému terénu, dochádza k zmenám v prúdení vetra, ako aj k zmenám pomeru zrážok a výparu z územia.

5. DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ VO VZŤAHU K MONITOROVANIU AREÁLU EVO

V rámci skúmaného územia areálu EVO Vojany bolo realizované viacero geologických prác – prieskumné, sanačné aj monitorovacie. V rokoch 2003-2006 bol realizovaný geologický prieskum zameraný na posúdenie stavu vybraných zložiek životného prostredia v rámci niektorých objektov v celom areáli EVO Vojany (Pramuk, 2003-2006). Na základe výskumov týchto prieskumov boli vypracované analýzy rizika vybraných lokalít EVO Vojany (Auxt et al., 2005, 2010). Na základe analýzy rizika z r. 2005 (Auxt et al., 2005) bola spracovaná aj štúdia realizovateľnosti pre staré ekologické záťaže (Pramuk, Jakubíková, 2005), v ktorej boli vyhodnotené varianty vybraných sanačných metód a varianty sanácie navrhované v analýze rizika.

Od roku 2009 do augusta 2014 bol v centrálnej časti areálu EVO I realizovaný rozsiahly sanačný zásah zameraný na odstránenie a zníženie stupňa kontaminácie – chlórovaných alifatických uhľovodíkov z podzemných vôd (Pramuk et al., 2009, Pramuk, Adzimová, 2009-2014). V roku 2014 bola spracovaná analýza rizika pre centrálnu časť areálu EVO I (Pramuk, Adzimová, 2014), zameraná na prioritné kontaminanty v rámci sanovaného územia, a to na chlórované alifatické uhľovodíky, so závermi konštatujúcimi po realizovaných prácach neprítomnosť environmentálneho a zdravotného rizika. Na lokalite mazutovej kotolne EVO I bol do konca roka 2014 realizovaný sanačný zásah in situ, zameraný na zníženie obsahu nepolárnych extrahovateľných látok v horninovom prostredí (Pramuk, Adzimová, 2013, 2014). V roku 2013 bola spracovaná analýza rizika pre skládku uhlia EVO I (Pramuk et al., 2013), s návrhom doplnenia komplexného monitorovacieho systému. V roku 2013 bola spracovaná Východisková správa – EVO Vojany (Pramuk et al., 2013), v ktorej boli spracované a analyzované okrem iného potenciálne zdroje znečistenia, rozdelené podľa objektov. Odporúčania tejto správy boli brané do úvahy pri rozšírení stávajúceho komplexného monitorovacieho systému areálu. Dlhodobý monitoring podzemných vôd, vychádzajúci z výsledkov komplexného monitoringu podzemných vôd v areáli závodu z rokov 2005-2016 (Pramuk, Jakubíková, 2006-2013, Pramuk, Tischlerová, 2014-2017), je realizovaný aj v súčasnosti. V areáli Elektrární Vojany boli počas monitorovaného obdobia

2016 - 2017, okrem prác hodnotenej geologickej úlohy, realizované aj práce späté s podrobným geologickým prieskumom životného prostredia, a to v rámci úlohy „Podrobný geologický prieskum vybraných lokalít v areáli závodu EVO“ (Pramuk et al., 2017). Geologickými prieskumnými prácami bola potvrdená v areáli prítomnosť nežiaducich znečisťujúcich organických látok v horninovom prostredí a v podzemnej vode a potvrdené boli pri niektorých objektoch ako environmentálne, tak i zdravotné riziká. Týkalo sa to EZ, následne zaradených do ISEZ, a to: MI (1988) / Vojany – EVO Vojany – remíza lokomotív (SK/EZ/MI/1988), MI (2088) / Vojany – Severný okraj prevádzkovej budovy EVO I a okolie (SK/EZ/MI/2088) a MI (2089) / Vojany – Západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolie (SK/EZ/MI/2089) (in Pramuk et al., 2017). Rozhodnutím MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018 boli na základe spracovanej a schválenej analýzy rizika *do doby započatia sanácie na jednotlivých EZ* určené monitorovacie objekty a rozsah ukazovateľov.

Na EZ MI (2089) / Vojany – Západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolie boli v roku 2021 započaté sanačné práce, cielené na odstránenie prítomnosti chlórovaných alifatických uhľovodíkov (ClU), doplnili sa hydrogeologické objekty – aktívne sanačné vrty, pozorovacie vrty, aplikačné sondy (príl.č.2) a monitorovanie kvalitatívneho stavu hydrosféry v rámci EZ je v zmysle sanačného projektu a v režime rozhodnutia – povolenia na osobitné užívanie vôd Okresného úradu Michalovce, odboru starostlivosti o životné prostredie, číslo spisu OU-MI-OSZP-2021/013189-005.

6. AREÁL ZÁVODU EVO – CHARAKTERISTIKA INFRAŠTRUKTÚRNYCH OBJEKTOV A EZ

6.1 Areál závodu EVO – infraštruktúrne objekty

Prevádzka EVO I - mala inštalovaný výkon 660 MW (6 x 110 MW), ktorý dodávalo 6 blokov, ako palivo sa používa čierne energetické uhlie. Výstavba EVO I začala v roku 1961, bloky č.1-4 boli uvedené do prevádzky v rokoch 1965-1966, bloky č.5-6 boli obnovené v rokoch 1997-2001, a to výmenou klasickej technológie spaľovania za spaľovanie vo fluidnej cirkulujúcej vrstve. V súčasnosti je využívané spoluspaľovanie biomasy (drevná štiepka) a čierneho uhlia vo fluidných kotloch EVO I. V areáli je situovaná skládka uhlia, pri nej sa nachádza zastrešená skládka biomasy. Ako chladiaca voda je využívaná počas prevádzky voda z rieky Laborec. K biomase v roku 2010 pribudla aj výroba elektriny z fotovoltických

článkov. Z pôvodne šiestich blokov boli v prevádzke od roku 2020 zmodernizované 110-megawattové bloky č. 5 a 6.

Prevádzka EVO II - výstavba objektov EVO II sa začala v roku 1968, do prevádzky bola uvedená v rokoch 1973 a 1974. Inštalovaný výkon EVO II bol 660 MW (6 x 110 MW), palivom bol ťažký vykurovací olej, od roku 1978 aj zemný plyn, alternatívne bolo možné v 2 z nich spaľovať nízko sírnatý mazut. Bloky EVO II sú dlhodobo odstavené a mimo prevádzky.

6.2 Areál závodu EVO – environmentálne záťaže

Na základe výsledkov prieskumných prác boli v rámci prevádzky EVO I a EVO II a súvisiacich lokalít klasifikované do registra environmentálnych záťaži viaceré oblasti.

Do registra B - potvrdených environmentálnych záťaží MŽP SR boli zaradené nasledovné:

- MI (1988) / Vojany – EVO Vojany – remíza lokomotív, identifikačný názov – SK/EZ/MI/1988
- MI (2088) / Vojany – Severný okraj prevádzkovej budovy EVO I a okolie identifikačný názov je SK/EZ/MI/2088
- MI (2089) / Vojany – Západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolie – identifikačný názov je SK/EZ/MI/2089

Do registra C- sanovaných/rekultivovaných lokalít boli zatriedené:

- MI (020) / Vojany – Vojany EVO I – mazutová kotolňa, identifikačný názov EZ je SK/EZ/MI/1347
- MI (1943) / Vojany – EVO Vojany - centrálna časť areálu, identifikačný názov EZ je SK/EZ/MI/1943
- MI (1950) / Vojany – EVO Vojany - bývalé stáčanie mazutu, identifikačný názov EZ SK/EZ/MI/1950

Na na južnom okraji areálu EVO je hraničiacou EZ , zatriedenou v registri C a B EZ:

- MI (017) / Vojany - prevádzka SWS Vojany - SK/EZ/MI/499

7. HODNOTENIE KVALITATÍVNYCH PARAMETROV PODZEMNEJ VODY A NÁVRH ROZSAHU MONITOROVANIA

Hodnotenie kvalitatívnych parametrov podzemnej vody vo vzťahu k návrhu monitorovania po uzatvorení prevádzky EVO spočíva vo vyhodnotení trendov znižovania, alebo zvyšovania obsahov a hodnôt sledovaných parametrov v časopriestorových súvislostiach.

Zmeny kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov a ukazovateľov sledovaných zložiek životného prostredia v čase a priestore sú pre potreby modifikácie monitorovania a návrhu po uzatvorení prevádzky EVO hodnotené v ďalších kapitolách na základe vývoja v dlhodobých úsekoch monitorovania, spracovaných aj vo forme trendových analýz.

7.1 Rámcové rozdelenie jednotlivých oblastí areálu EVO pre špecifikácia návrhu rozsahu monitorovania

V nasledujúcich kapitolách predkladaného návrhu hodnotíme výsledky monitorovania získané počas dlhodobého obdobia (do 2024) podľa jednotlivých ukazovateľov, identifikovaných ako prioritné znečisťujúce látky v podzemnej vode. Samotný areál EVO, nadväzujúc na predchádzajúce monitorovanie obdobia je pre zachovanie kontinuity rozdelený na charakteristické a predchádzajúcimi prácami hodnotené oblasti, zahŕňajúce objekty infraštruktúry a ich okolia (príloha č.2, príloha č.3), a to z pohľadu priorít a prítomných EZ:

- oblasti, v rámci ktorých už bolo environmentálne riziko (ER) a zdravotné riziko (ZR) eliminované (sanované EZ) (kategória C v zmysle ISEZ),
- oblasti v ktorých je v súčasnosti aktívny sanačný proces znižovania ER, ZR v potvrdených EZ (kategória B/C v zmysle ISEZ),
- oblastí, v ktorých sa prítomné potvrdené EZ kontinuálne monitorujú (kategória B v zmysle ISEZ), a to do začatia aktívnych sanačných prác.

Medzi jednotlivé objekty skúmané v rámci prác podrobného geologického prieskumu životného prostredia v rámci úlohy „Podrobný geologický prieskum vybraných lokalít v areáli závodu EVO“ (Pramuk et al., 2017) a podliehajúce monitorovaniu kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov podzemnej hydrosféry patria pre areál EVO a jeho súčastí EVO I a EVO II nasledovné objekty infraštruktúry a ich okolia (znázornené sú v prílohe č.3):

Prevádzka EVO I:

I. čerpacia stanica PHM (pod mazutovou kotolňou sanovanej EZ - SK/EZ/MI/1347),

II. prevádzková budova (SK/EZ/MI/2089 - západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EZ v aktívnej sanácii),
III. mazutové hospodárstvo (okraj už sanovanej SK/EZ/MI/1943 - centrálna časť areálu)
IV. remíza lokomotív (potvrdená EZ SK/EZ/MI/1988 – remíza lokomotív),
V. sklad horľavín (okraj už sanovanej SK/EZ/MI/1943 - centrálna časť areálu),
VI. sklad PHM,
VII. rozvodňa a stanovište transformátorov (potvrdená SK/EZ/MI/2088 – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I).

Prevádzka EVO II:

I. rozvodňa a stanovište rezervných transformátorov,
II. prevádzková budova (SK/EZ/MI/2089 - západný okraj prevádzkovej budovy EVO II, EZ v aktívnej sanácii),
III. mazutové hospodárstvo (sanovaná EZ - bývalé stáčanie mazutu EZ SK/EZ/MI/1950),
IV. vlečková stanica a južný okraj areálu (územie hraničí s mimoareálovou EZ prevádzka SWS Vojany, SK/EZ/MI/499).

Na základe vyššie uvedených objektov, sústredených do oblastí je v ďalšom rámcovo posúdený trend zmien pri prioritných znečisťujúcich látkach a súčasťou hodnotenia je návrh modifikácie monitorovaných objektov per area.

7.2 Charakteristika súčasného rozsahu monitorovania

Monitorovanie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov podzemnej vody v rámci areálu EVO sú realizované ako súčasť komplexného monitoringu hydrogeochemického a hydrodynamického stavu podzemnej hydrosféry v oblasti EVO. Súbor monitorovacích prác je zameraný predovšetkým na zistenie prítomnosti skôr indikovaných kontaminantov v podzemnej vode (Pramuk, 2003) a zachytenie kvalitatívnych zmien v podzemnej vode v čase a priestore. Kvôli tomu boli v roku 2019 odoberané, raz kvartálne – v dňoch 4.-7.3.2019, 3.-6.6.2019, 13.-16.9.2019 a 28.-31.10.2019, vzorky podzemnej vody z vrtov vybudovaného monitorovacieho systému areálu VX-1 až VX-9, VX-11 až VX-16, starších vrtov S-1A a S-2 a vrtov HMK-1, HMK-2 a HMK-4. Existujúci monitorovací systém bol doplnený v roku 2017 o nové vrty radu HAX (HAX-I-1, HAX-IV-1, HAX-V-1, HAXVII-2, HAXVII-3, HAX-VIII-2, HAX-X-1, HAX-XI-1) a vystrojené diagnostické sondy radu SAX (SAX-II-3, SAX-IV-2, SAX-IX-5, SAX-IX-6) vybudované v rámci úlohy „Podrobný geologický prieskum vybraných lokalít v areáli závodu EVO“, realizovanej v rokoch 2016-2017, v ktorých bolo identifikované znečistenie podzemnej vody (Pramuk et al., 2017) (príl. č. 2).

Rozsah a druh stanovení jednotlivých zložiek podzemnej vody boli upravené z pohľadu dlhodobých výsledkov monitoringu zo širšieho okolia záujmovej lokality, ako aj z výsledkov prieskumu životného prostredia, realizovaného na lokalite v roku 2017, a to o rozšírenie počtu stanovení obsahov chlórovaných alifatických uhľovodíkov (1,2-dichlóreténov cis, trans, 1,1-dichlóreténov, 1,1,2,2-tetrachlóreténov, 1,1,2-trichlóreténov) a nepolárnych extrahovateľných látok NEL-GC z vybraných monitorovacích objektov (VX-1 až VX-9, VX-11 až VX-16, S-1A, S-2, HMK-1, HMK-2 a HMK-4, HAX-I-1, HAX-IV-1, HAX-V-1, HAX-VII-2, HAX-VII-3, HAX-VIII-2, HAX-X-1, HAX-XI-1, SAX-II-3, SAX-IV-2, SAX-IX-5, SAX-IX-6), s frekvenciou odberov podzemnej vody raz štvrťročne.

Chemické analýzy odobratých vzoriek podzemnej vody v rámci areálu EVO sú zamerané na stanovenie vybraných organických znečisťujúcich látok, a to:

- aromatických uhľovodíkov (BTEX),
- stanovenie stopových kovov (Pb, Be, Al, Mo) a bóru,
- chlórovaných alifatických uhľovodíkov (ClU – 1,2-dichlóreténov cis, trans, 1,1-dichlóreténov, 1,1,2,2-tetrachlóreténov, 1,1,2-trichlóreténov, VC),
- nepolárnych extrahovateľných látok (NEL-GC),
- identifikácie uhľovodíkov GC MS,
- polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) – v časti odobratých vzoriek,
- chloridov Cl^- – v časti odobratých vzoriek
- fyzikálno-chemických parametrov,
- kyslíka,
- celkových objemových aktivít α a β – v časti odobratých vzoriek.

7.3 Objekty monitorovania kvalitatívnych a kvantitatívnych prametrov podzemnej vody

Monitorovací systém na sledovanie kvality podzemnej vody areálu závodu pozostáva z už existujúceho monitorovacieho systému tvoriaceho hydrogeologické vrty radu VX, HMK a S, hydrogeologických vrtov radu HAX a diagnostických sond radu SAX, realizovaných v rámci úlohy „Podrobný geologický prieskum vybraných lokalít v areáli závodu EVO“ v rokoch 2016-2017, v ktorých bolo identifikované znečistenie podzemnej vody (Pramuk et al., 2017). Súčasný monitorovací systém (do I.Q 2024) tvoria nasledovné vrty (príloha č. 2):

- monitorovacie hydrogeologické vrty radu VX: VX-1, VX-2, VX-3, VX-4, VX-5, VX- 6, VX-7, VX-8, VX-9, VX-11, VX-12, VX-13, VX-14, VX-15 a VX-16;

- monitorovacie hydrogeologické vrty radu HAX: HAX-I-1, HAX-IV-1, HAX-V-1, HAX-VII-2, HAX-VII-3 (nahrádza od roku 2019 objekt SA-VII-2 s nefunkčnou filtračnou časťou), HAX-VIII-2, HAX-X-1, HAX-XI-1;
- monitorovacie diagnostické sondy radu SAX: SAX-II-3, SAX-IV-2, SAX-IX-5, SAX-IX-6;
- monitorovacie hydrogeologické vrty radu HMK: HMK-1, HMK-2, HMK-4 (nahrádza objekt HMK-3, zanesený fluviálnymi pieskami) a starší monitorovací vrt S-1A.

Monitorovacie hydrogeologické vrty radu VX a staršie vrty radu S sú svojou aktívnou filtračnou časťou orientované na hlavný zvodnený horizont fluviálnych pieskov, monitorovacie hydrogeologické vrty radu HMK, umiestnené v priestore mazutovej kotolne sú filtračnou časťou orientované na vrchné kvartérne uloženiny a určené sú predovšetkým na sledovanie stavu kvality podzemnej vody v prvých zvodnených polohách hlinitých pieskov (príloha č. 5).
V rámci úlohy „Podrobný geologický prieskum vybraných lokalít v areáli závodu EVO“ v rokoch 2016-2017, v ktorých bolo identifikované znečistenie podzemnej vody (Pramuk et al., 2017) bolo realizovaných 8 vrtov radu HAX (HAX-I-1, HAX-IV-1, HAX-V-1, HAX-VII-2, HAX-VII-3, HAX-VIII-2, HAX-X-1, HAX-XI-I) a 4 diagnostických sond radu SAX (SAX-II-3, SAX-IV-2, SAX-IX-5, SAX-IX-6) situovaných:

- v západnej časti areálu na lokalite EVO I Čerpacia stanica PHM – vrt HAX-I-1;
- v západnej časti areálu na lokalite EVO I Remíza lokomotív – vrt HAX-IV-1;
- v centrálnej časti areálu na lokalite EVO I Sklad horľavín – vrt HAX-V-1;
- v severnej časti areálu na lokalite EVO I Rozvodňa a stanovište transformátorov – vrt HAX-VII-2;
- v severnej časti areálu na lokalite EVO I Rozvodňa a stanovište transformátorov – vrt HAX-VII-3;
- v severnej časti areálu na lokalite EVO II Rozvodňa a stanovište rezervných transformátorov – vrt HAX-VIII-2;
- v centrálnej časti areálu na lokalite EVO II Mazutová kotolňa – vrt HAX-X-1;
- v južnej časti areálu na lokalite EVO II Južný okraj a vlečková stanica – vrt HAX-XI-1;
- v severnej časti areálu na lokalite EVO I Prevádzková budova – diagnostická sonda SAX-II-3;
- v západnej časti areálu na lokalite EVO I Remíza lokomotív – diagnostická sonda SAX-IV-2;

- v severnej časti areálu na lokalite EVO II Prevádzková budova – diagnostická sonda SAX-IX-5;
- v severnej časti areálu na lokalite EVO II Prevádzková budova – diagnostická sonda SAX-IX-6.

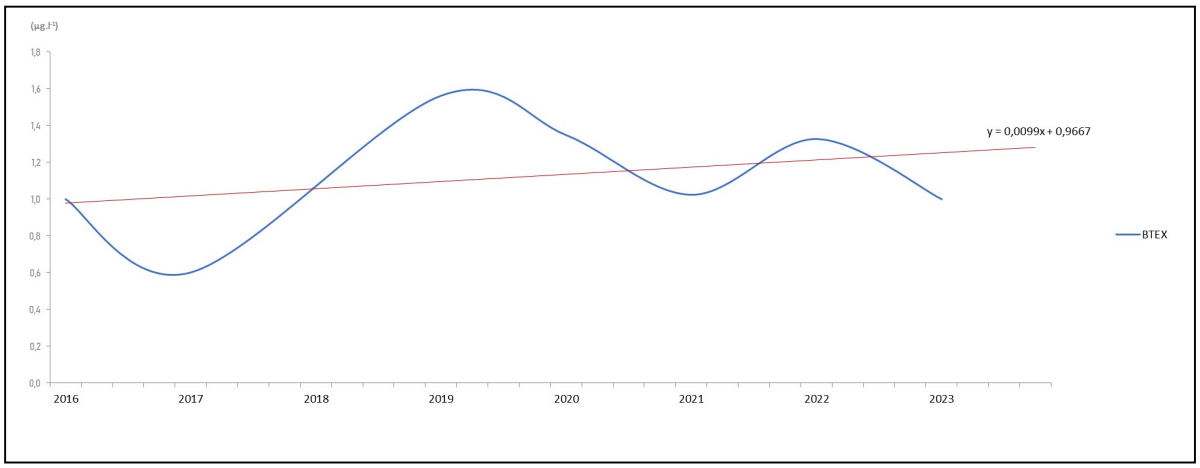
V nasledujúcom sa budeme venovať jednotlivým oblastiam areálu s posúdením doterajších výsledkov monitorovania a návrhom modifikácie monitorovacích objektov pre jednotlivé oblasti areálu. Sanácia

8. HODNOTENIE JEDNOTLIVÝCH OBLASTÍ AREÁLU EVO

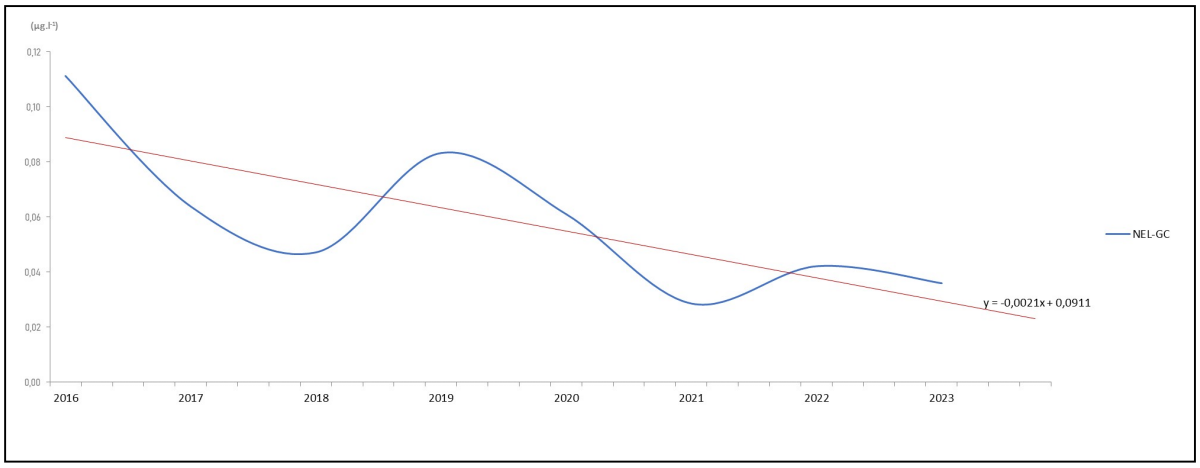
8.1 Oblasti s prítomnou potvrdenou EZ – kontinuálne monitorovanie do začatia aktívnych sanačných prác (kategória B ISEZ).

8.1.1 Remíza lokomotív a okolie

V západnej oblasti EVO I sa nachádzajú infraštruktúrne objekty IV (EZ SK/EZ/MI/1988) a VI s príslušnými monitorovacími vrtmi (príl.č.5). Z obsahov sledovaných anorganických a organických látok boli počas dlhodobého monitorovacieho obdobia rokov 2016 - 2023 zistené v podzemnej vode v rámci remízy lokomotív a okolia v podzemnej vode nízke obsahy sumy prioritnej látky, kumulovanej v horninovom prostredí, a to monocyklických aromatických uhľovodíkov (BTEX) (vrty SAX-IV-2, HAX-IV-1) a podobne aj pri vrtoch VX-16 a VX-1. Pri trendovom vývoji obsahov monocyklických aromatických uhľovodíkov (BTEX) v oblasti objektu IV je z dlhodobého hľadiska badateľný nepatrný nárast, avšak v hodnotách, pohybujúcich sa na hranici detekcie laboratórneho stanovenia, výrazne pod kriteriálnymi parametrami smernice MŽP SR č.1/2015-7. (obr.č.2), podobne to platí aj pri ďalšom parametre, zistenom v rámci EZ vo vysokej koncentrácií v horninovom prostredí, a to NEL-GC (obr.č.3).



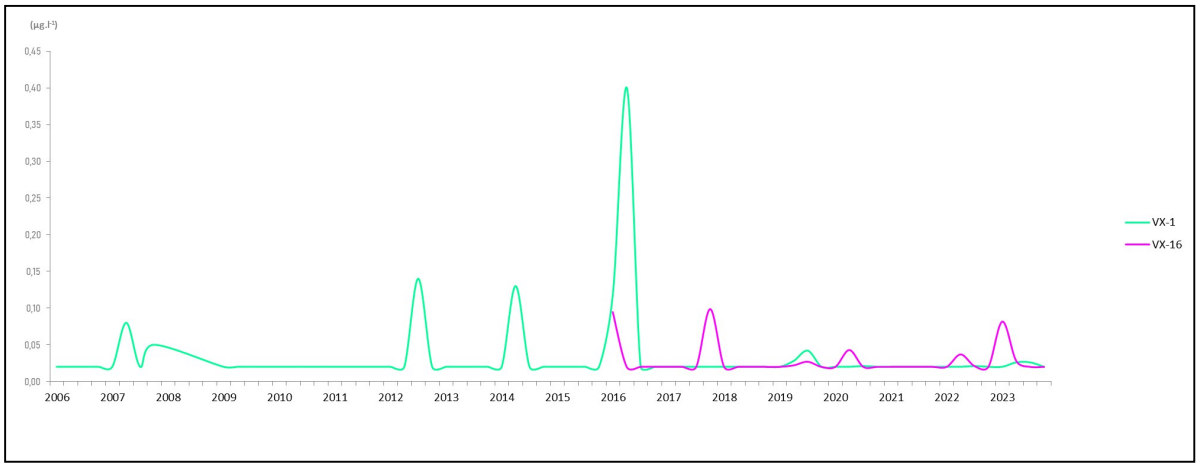
Obrázok č. 2: Trend vývoja obsahov BTEX v podzemnej vode – remíza lokomotív a okolie



Obrázok č. 3: Trend vývoja obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – remíza lokomotív a okolie

Vzhľadom na podmienky rozhodnutia MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018 *do doby započatia sanácie na jednotlivých EZ* a určené monitorovacie objekty a rozsah ukazovateľov je potrebné aj pri tomto pomerne priaznivom stave podzemnej hydrosféry pokračovať v monitorovaní objektu IV, s monitorovacími vrtmi SAX-IV-2, HAX-IV-1.

Koncentrácie organických ukazovateľov sú v podzemnej vode vo vrtoch VX-1, VX-16 v okolí objektov VI, IV taktiež nízke, pri obsahoch ropných uhľovodíkov bolo zistené sporadické zvýšenie NEL-GC vo vrte VX-1 (obr.č.4), nachádzajúcom sa v smere generálneho prúdenia podzemnej vody od remízy lokomotív (príloha č.4).



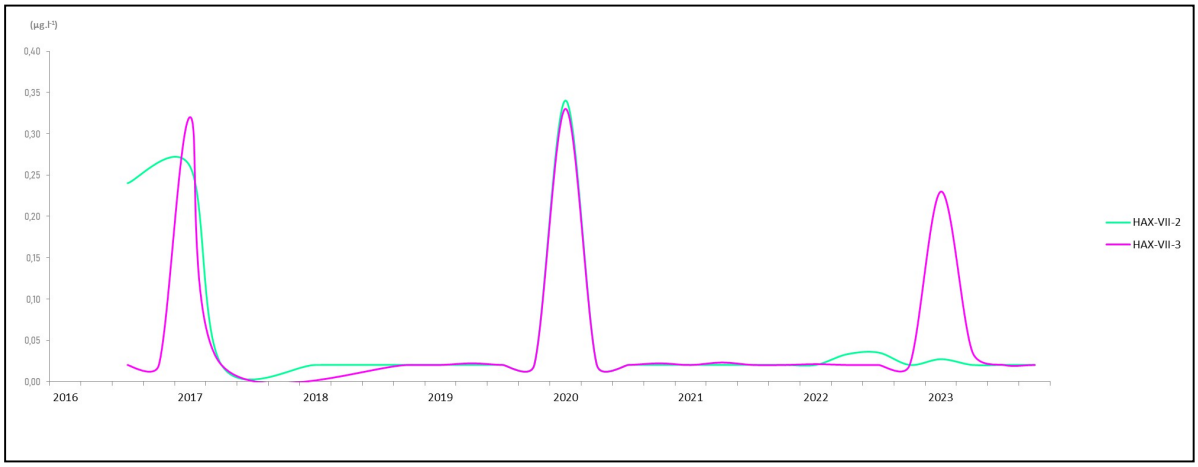
Obrázok č. 4: Obsahy ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – remíza lokomotív a okolie

Návrh modifikácie počtu monitorovaných objektov v oblasti remízy lokomotív EVO I

Vychádzajúc z vyššie uvedeného hodnotenia hydrogeochemickej situácie v okolí EZ SK/EZ/MI/1988 a trendov vývoja prioritných znečisťujúcich látok v podzemnej vode navrhujeme po uzatvorení prevádzky EVO naďalej sledovať monitorovacie objekty, uvedené v podmienkach rozhodnutia MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018 – monitorovacie vrty HAX-IV-1 a SAX-IV-2. V blízkosti objektu remízy lokomotív navrhujeme ponechať aj monitorovací vrt VX-1, situovaný južnejšie od objektu remízy, a to kvôli sledovaniu a kontrole migrácie znečistenia v smere generálneho prúdenia podzemnej vody na výstupe z územia areálu (príloha 6).

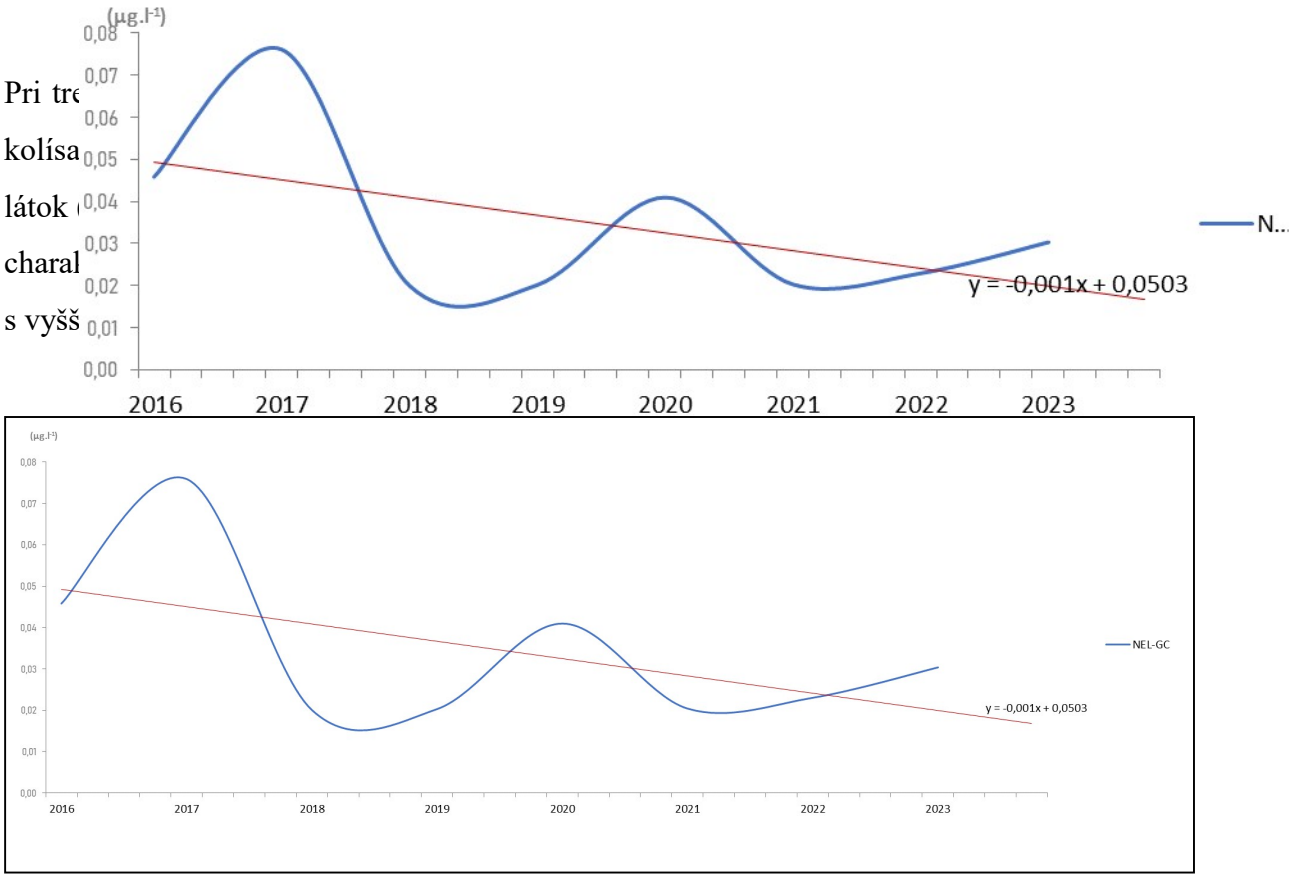
8.1.2 Rozvodňa a stanovište transformátorov – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I

V severnej oblasti EVO I sa nachádza infraštruktúrny objekt VII, s registrovanou prítomnou EZ SK/EZ/MI/2088 – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I a okolie, s príslušnými monitorovacími vrtmi (príl.č.5). Z obsahov sledovaných anorganických a organických látok boli zistené v podzemnej vode počas dlhodobého monitorovacieho obdobia rokov 2016 - 2023 pomerne nízke obsahy identifikovanej prioritnej látky, kumulovanej v horninovom prostredí EZ, a to ropných uhľovodíkov, stanovených ako NEL-GC (vrty HAX-VII-2, SAX-VII-2) (obr.č.5). Koncentrácie NEL-GC sa v podzemnej vode počas hodnoteného obdobia pohybujú s maximálnou zistenou hodnotou na úrovni detekcie laboratórneho stanovenia, hlboko pod úrovňou identifikačného kritéria (ID) smernice MŽP SR č.1/2015-7.



Obrázok č. 5: Obsahy ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I

Pri tre
kolísa
látok
charal
s vyšš



Obrázok č. 6: Trend vývoja obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – severný okraj prevádzkovej budovy EVO I

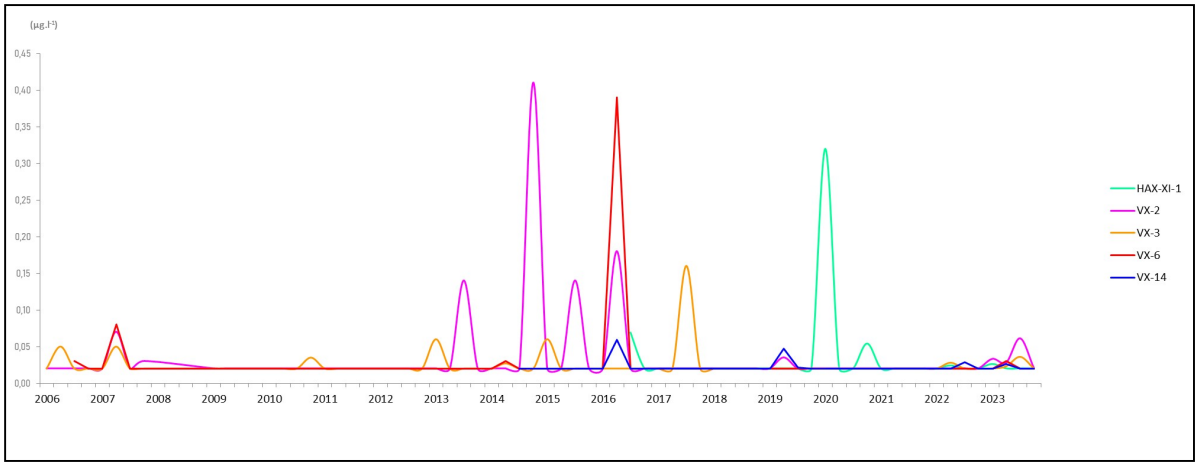
Návrh modifikácie počtu monitorovaných objektov v oblasti severného okraja prevádzkovej budovy EVO I

Na základe vyššie uvedeného hodnotenia a trendov vývoja prioritných znečisťujúcich látok v podzemnej vode navrhujeme po uzatvorení prevádzky EVO naďalej sledovať dva monitorovacie objekty, a to v zmysle podmienok rozhodnutia MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018 – vrty HAX-VII-2 a HAX-VII-3 (príloha 6).

Z blízkych monitorovacích objektov k severnému okraju navrhujeme vrt VX-11 – ako objekt charakterizujúci referenčnú kvalitu podzemných vôd na vstupe do priestoru EVO I (hydrogeochemické kvalitatívne pozadie) navrhujeme ponechať v monitorovacom systéme. Vrt VX-5 na západnom okraji prevádzkovej budovy EVO I nie je z pohľadu sledovania vývoja znečistenia organickými látkami – ropnými uhľovodíkmi relevantným.

8.1.3 Južný okraj a vlečková stanica - EVO II

Vzhľadom na podmienky rozhodnutia MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018 je súčasťou monitorovania do doby započatia sanácie na jednotlivých vyššie uvedených EZ aj monitorovací objekt HAX-XI-I, nachádzajúci sa na južnom okraji areálu EVO II. Pri tom je potrebné konštatovať, že monitorovacie vrty situované na južnej hranici areálu a sledované do obdobia I Q.2024 (rad vrtov VX – príl.č.5), sú určené na zistenie kvalitatívnych parametrov podzemnej hydrosféry na výstupe vôd z areálu EVO I a EVO II, ako aj možného ovplyvňovania vôd hraničiacou mimoareálovou EZ MI (017) / Vojany - prevádzka SWS Vojany - SK/EZ/MI/499. V oblasti južného okraja EVO II a tiež EVO I boli monitorovacími vrtmi z obsahov sledovaných anorganických a organických látok v rokoch 2006 - 2023 zistené v podzemnej vode incidentáne zvýšené obsahy prioritnej látky, spätej so susediacou EZ, a to ropných uhľovodíkov, stanovených ako NEL-GC (vrty HAX-XI-1, VX-2, VX-3, VX-14, VX-6) (obr.č.7). Koncentrácie NEL-GC sa v podzemnej vode počas hodnoteného obdobia pohybujú v monitorovaných objektoch s nízkymi zistenými hodnotami, nepresahujúcimi spodný interval identifikačného kritéria (ID) smernice MŽP SR č.1/2015-7.



Obrázok č. 7: Trend vývoja obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – južný okraj EVO II a južný okraj EVO I

Návrh modifikácie počtu monitorovaných objektov v oblasti južného okraja EVO II a EVO I

Na základe vyššie uvedeného hodnotenia pri prioritnej znečisťujúcej látke – ropných uhľovodíkoch v podzemnej vode navrhujeme po uzatvorení prevádzky EVO naďalej sledovať monitorovací objekt HAX-XI-1, v zmysle podmienok rozhodnutia MŽP SR por.č. R-AR 3161/2018 (príloha 6). Vrty VX-2 a VX-14 navrhujeme ponechať v monitorovacom systému areálu EVO, navrhované monitorované objekty sa nachádzajú v smere generálneho prúdenia podzemnej vody *na výstupe z areálu* (EVO I a EVO II) (príloha 4) a charakterizujú indikačnú

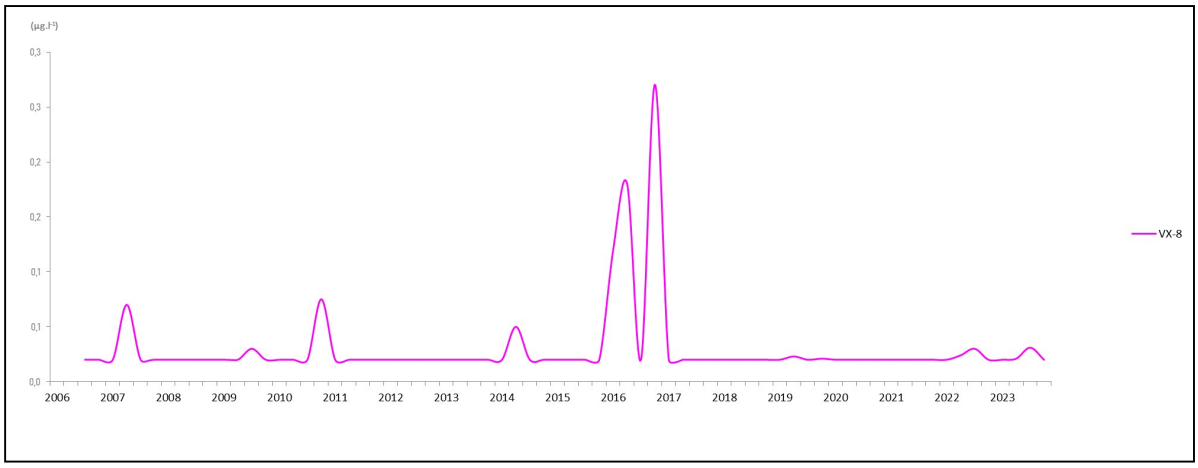
oblasť – zvodnený priestor pod sanovanými, eliminovanými, či potvrdenými EZ celej prevádzky.

Vrty VX-6 a VX-3 nie sú už z pohľadu sledovania vývoja znečistenia organickými látkami – ropnými uhľovodíkmi a ClU na základe dlhodobých nízkych koncentrácií relevantné.

8.2 Oblasti so sanovanou EZ – eliminované environmentálne záťaže (kategória C ISEZ)

8.2.1 Bývalé stáčanie mazutu – EVO II

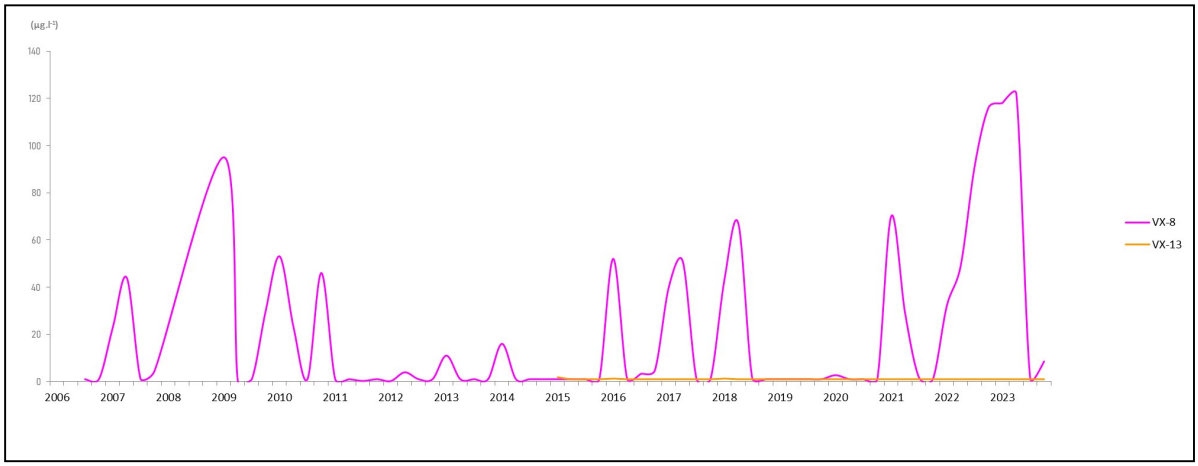
V priestore južnej časti EVO II sa nachádza sanovaná EZ – bývalé stáčanie mazutu (EZ SK/EZ/MI/1950) s príslušnými monitorovacími vrtmi, situovanými v smere prúdenia podzemnej vody VX-8 a VX-7 (príl.č.3). Pri sledovaných anorganických a organických látkach boli počas dlhodobého monitorovacieho obdobia rokov 2006 - 2023 zistené v podzemnej vode v rámci rozvodne a stanovišťa transformátorov v podzemnej vode pomerne nízke obsahy ukazovateľa, tvoriacej gros odstránenej EZ SK/EZ/MI/1950 v roku 2009, a to ropných uhľovodíkov, stanovených ako NEL-GC (obr.č.8). Koncentrácie NEL-GC sa v podzemnej vode počas hodnoteného obdobia pohybujú s nízkymi hodnotami na úrovni detekcie, pod úrovňou identifikačného kritéria (ID) smernice MŽP SR č.1/2015-7.



Obrázok č. 8: Vývoj obsahov ropných uhľovodíkov NEL-GC v podzemnej vode – bývalé stáčanie mazutu EVO II

V monitorovanom objekte VX-8, nachádzajúcom sa v južnej časti bývalého stáčania mazutu sa prejavujú pri meniacich hydraulických podmienkach a piezometrických hladinách podzemnej vody i prejavy dcérskych produktov degradácie primárnych chlórovaných

alifatických uhľovodíkov. Predovšetkým je to v smere prúdenia podzemnej vody z oblasti sanácie environmentálnej záťaže SK/EZ/MI/2089 Vojany – Západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II, kedy môžu mať na distribúciu a koncentračné zmeny v podzemnej vode vplyv aktívne sanačné práce, s čerpaním podzemnej vody z viacerých objektov hydraulicky ovplyvňujúcich vody kvartérneho kolektora fluviálnych pieskov. Aktívne čerpanie podzemnej vody sa odzrkadľuje nielen na izolíniách piezometrických hladín podzemnej vody (príl.č.4), ale aj na minoritných zmenách v hydrogeochemických kvalitatívnych charakteristikách, najmä v dcérskych produktoch degradácie primárnych ClU (obsahy 1,2-dichlóreténov cis, trans vo vrte VX-8 – obr.č.9).



Obrázok č. 9: Vývoj obsahov chlórovaných ClU v podzemnej vode – bývalé stáčanie mazutu EVO II

Návrh modifikácie počtu monitorovaných objektov v oblasti bývalého stáčania mazutu EVO II

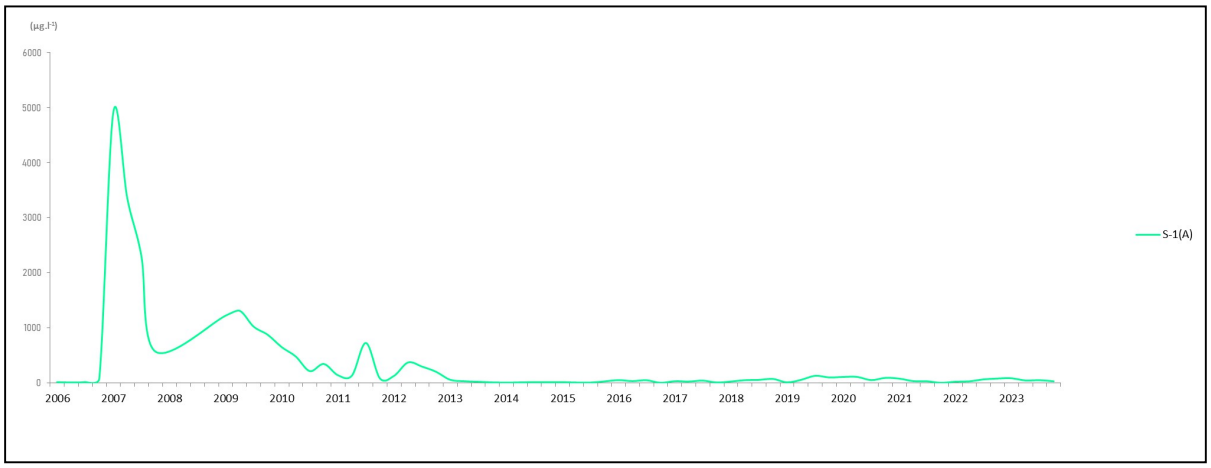
Vychádzajúc z vyššie uvedeného hodnotenia navrhujeme po uzatvorení prevádzky EVO ponechať v monitorovacom systému areálu EVO objekty VX-7 a VX-8 (príloha 6). Vrty VX-2 a VX-14 sú objektami nachádzajúcimi sa v smere generálneho prúdenia podzemnej vody z priestoru sanovanej EZ (príloha 4) a charakterizujú zvodnený horizont pod EZ SK/EZ/MI/1950.

Vrty VX-13 a S-2 nie sú už z pohľadu sledovania vývoja znečistenia organickými látkami – ropnými uhľovodíkmi a ClU v súčasnom kvalitatívnom stave hydrosféry relevantné.

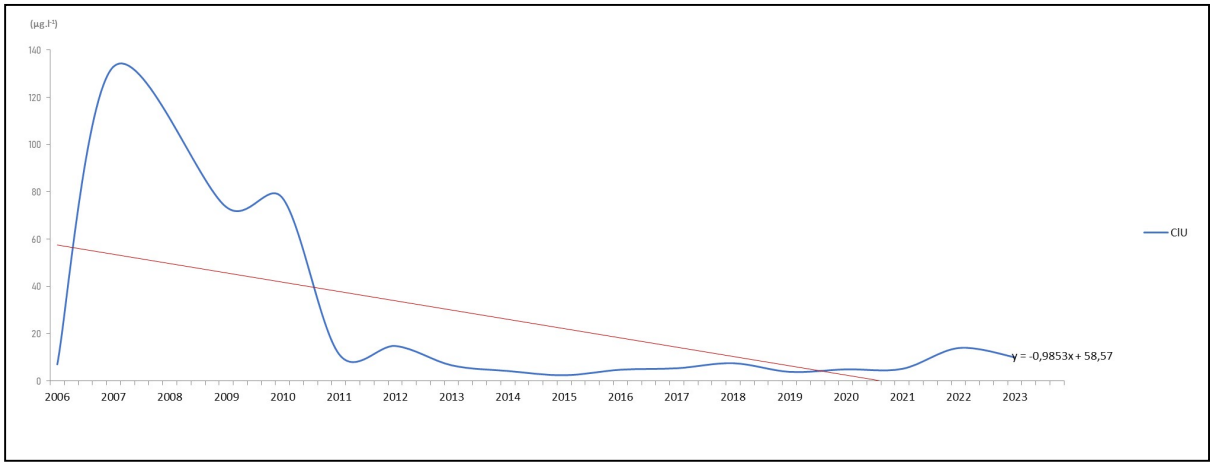
8.2.2 Centrálna časť areálu

V priestore pod prevádzkovou budovou a skladmi sa nachádza sanovaná EZ – centrálna časť areálu, identifikačný názov EZ je SK/EZ/MI/1943. V centrálnej časti areálu bolo odstránené z

podzemnej vody intenzívne znečistenie chlórovanými alifatickými uhľovodíkmi, pohybujúce sa v rozmedzí koncentrácií až n.10 000 mg.l^{-1} ClU (2012). Zvyškové znečistenie ClU v podzemnej vode v rámci pôvodného mraku znečistenia je sledované príslušnými monitorovacími vrtmi, situovanými tak ako v odstránenom centre znečistenia (vrt S-1A), tak aj na okrajoch pôvodného mraku znečistenia, kde neboli realizované aktívne čerpacie práce a sledujúcich stav hydrosféry v okolí objektov III. a V. (mazutové hospodárstvo, sklad horľavín – HAX-V-1, VX-12, VX-15). Pri sledovaných anorganických a organických látkach boli počas dlhodobého monitorovacieho obdobia rokov 2006 - 2023 zistené v podzemnej vode v rámci centrálnej časti areálu (S-1A) nízke obsahy organických látok, tvoriacich prioritný ukazovateľ odstránenej EZ SK/EZ/MI/1950, a to ClU (obr.č.10). Koncentrácie ClU sa v podzemnej vode dlhodobo pohybujú s nízkymi hodnotami, do úrovne identifikačného kritéria (ID) smernice MŽP SR č.1/2015-7, tento stav sa odzrkadľuje aj na trendovom vývine (obr.č.11).

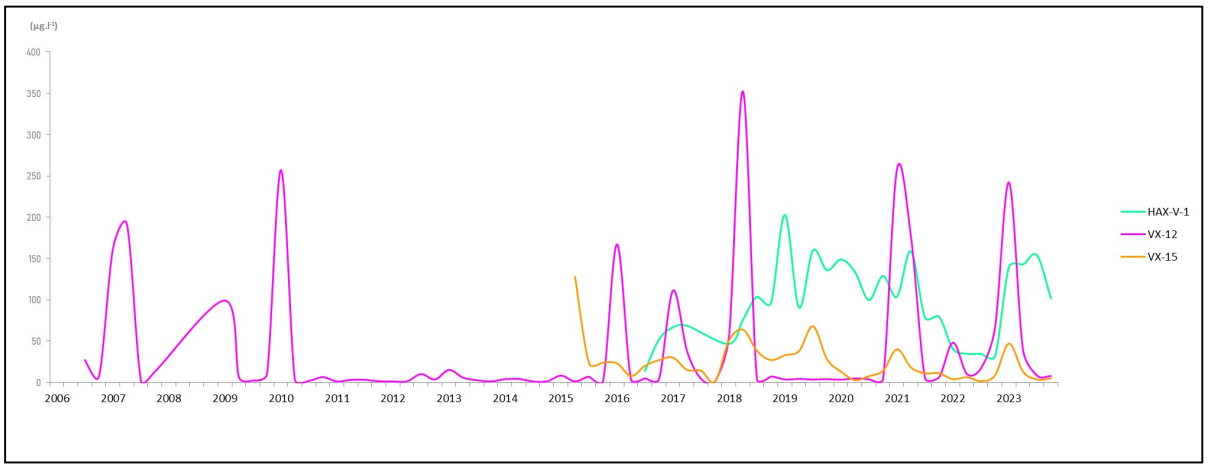


Obrázok č. 10: Vývoj obsahov chlórovaných ClU v podzemnej vode – centrálna časť areálu



Obrázok č. 11: Trend vývoja obsahov ClU v podzemnej vode – centrálna časť areálu

Pri zvyškovom znečistení ClU v podzemnej vode na okrajoch pôvodného mraku znečistenia, vo vrtoch v okolí objektov III. a V. (mazutové hospodárstvo, sklad horľavín) sa obsahy ClU pohybujú v rozmedzí úrovne identifikačného kritéria (ID) smernice MŽP SR č.1/2015-7, s incidentálnymi zvýšeniami obsahov, spojenými so zmenami piezometrických hladín podzemnej vody. Predpokladom je zlepšenie kvalitatívnych parametrov hydrosféry, a to pod vplyvom realizovaných sanačných prác v súčasnosti (západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolie – SK/EZ/MI/2089), s aktívnym hydraulickým ovplyvňovaním podzemnej vody.



Obrázok č. 12: Obsahy ClU v podzemnej vode – mazutové hospodárstvo, sklad horľavín

Návrh modifikácie počtu monitorovaných objektov v oblasti centrálnej časti areálu a okolia

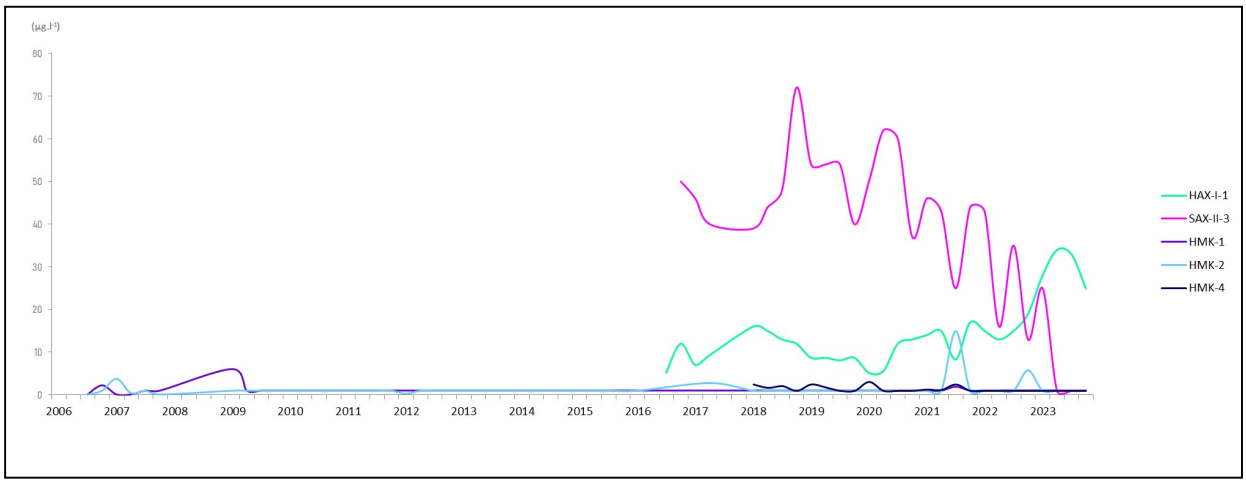
Vychádzajúc z vyššie uvedeného hodnotenia navrhujeme po uzatvorení prevádzky EVO ponechať v monitorovacom systému areálu vrty S-1A (centrálna časť areálu), ako aj geologické diela V okolí objektov III. a V. (mazutové hospodárstvo, sklad horľavín), a to HAX-V-1, VX-12 a VX-15 (príloha 6).

8.2.3 Mazutová kotolňa

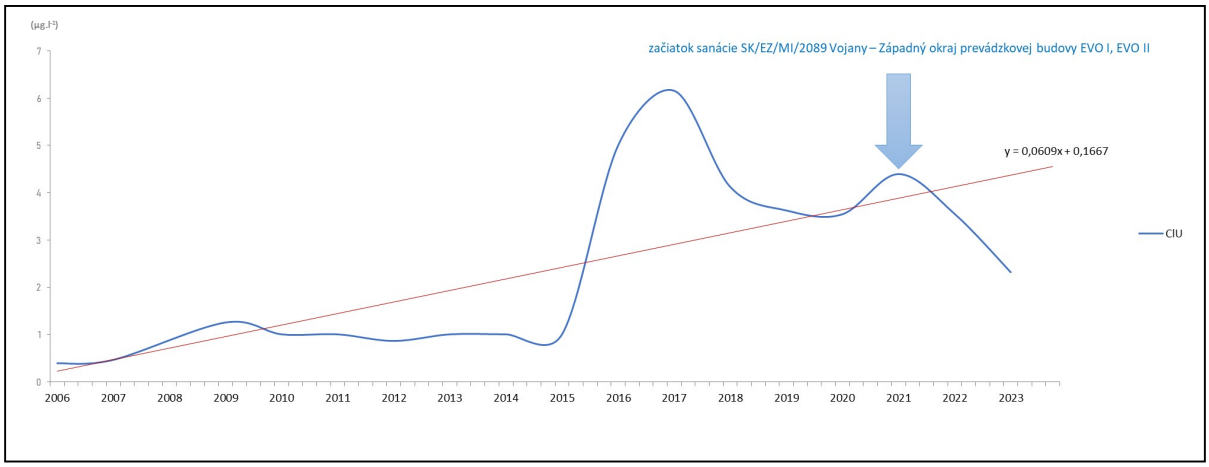
Pod prevádzkovou budovou EVO I sa nachádza sanovaná EZ – mazutová kotolňa, identifikačný názov EZ je SK/EZ/MI/1347. V priestore mazutovej kotolne bolo odstránené z horninového prostredia pásma prevzdušnenia rozsiahle znečistenie ropnými uhľovodíkmi (2006). Vybrané kvalitatívne parametre v podzemnej vode sú sledované monitorovacími vrtmi, situovanými ako na severnom okraji pôvodnej EZ (HMK-1, SAX-II-3), tak aj na

výstupe z bývalej mazutovej kotolne (vrty HMK-2, HMK-4) a taktiež vrtom HAX-I-1, zachytávajúcim zmeny v blízkosti objektu I. - čerpacej stanice PHM (príloha 6).

Pri sledovaných anorganických a organických látkach boli počas dlhodbého monitorovacieho obdobia zistené v podzemnej vode v rámci bývalej mazutovej kotolne nízke obsahy organických látok, tvoriacich stresor odstránenej EZ SK/EZ/MI/1347 – ropných uhľovodíkov, stanovených ako NEL GC. Zo sledovaných ukazovateľov prekračujú kriteriálne úrovne koncentrácie ClU (VC), a to najmä vo vrte SAX-II-3, nachádzajúcom sa bezprostredne pod prevádzkovou budovou EVO I (obr.č.13), so znateľným poklesom od roku 2021, čo sa prejavuje aj v trende poklesu koncentrácií tohto ukazovateľa (obr.č.14). V tomto priestore sa v súčasnosti realizuje aktívny sanačný zásah v rámci sanácie EZ západného okraja prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolia (SK/EZ/MI/2089) a tak sú zmeny v hydrogeochemickej kvalite predpokladané.



Obrázok č. 13: Obsahy ClU v podzemnej vode – mazutová kotolňa, PHM a okolie



Obrázok č. 14: Trendový vývoj obsahov ClU v podzemnej vode – mazutová kotolňa, PHM a okolie

Návrh modifikácie počtu monitorovaných objektov v oblasti mazutovej kotolne a okolia

Na základe vyššie uvedeného hodnotenia hydrogeochemickej situácie a blízkosti aktívneho sanačného zásahu navrhujeme po uzatvorení prevádzky EVO ponechať v monitorovacom systému areálu vrty HMK-1, HMK-2, HMK-4, ako aj SAX-II-3 a vrt v blízkosti čerpacej stanice PHM – HAX-I-1 (príloha 6).

8.3 Oblasti s aktívnym sanačným procesom znižovania ER, ZR v potvrdených EZ (kategória B/C v zmysle ISEZ)

8.3.1 Západný okraj prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolie

V priestore areálu Vojany sa v súčasnosti realizuje aktívny sanačný zásah v rámci sanácie EZ západného okraja prevádzkovej budovy EVO I, EVO II a okolia (SK/EZ/MI/2089) (VII.2021) (príl.č.2). Rozsah monitorovania a počty sledovaných objektov zapojených do sanácie podzemnej vody, s cieľom zníženia intenzívneho znečistenia chlórovaných alifatických uhľovodíkov ClU, sú určené rozhodnutím - povolením na osobitné užívanie vôd Okresného úradu Michalovce, odboru starostlivosti o životné prostredie, číslo spisu OU-MI-OSZP-2021/013189-005 (príl.č.8). Sanačné vrty HAX, aplikačné a pozorované sondy radu ASX (príl. č.2) nie sú preto obsahom tohto návrhu, nie je možné špecifikovať objekty pred legislatívnymi postupmi, požadovanými po ukončení sanácie EZ (schválený program posanačného monitorovania MŽP SR pre EZ).

9. NÁVRH MONITOROVANIA PODZEMNEJ VODY PO UKONČENÍ PREVÁDZKY EVO

Koncepcia predkladaného návrhu vychádza z požiadaviek na zabezpečenie dostatočnosti monitorovania kvalitatívnych parametrov podzemnej vody vo vzťahu k potenciálnym environmentálnym stresorom, a to i po ukončení prevádzky EVO.

Návrh monitorovania v svojom rozsahu, a to ako kvalitatívnom, tak aj vo vzťahu k počtu monitorovaných objektov kvantitatívnom rozsahu zabezpečí získavanie údajov a spresnenia informácií o hydrogeologických pomeroch v areáli EVO aj po utlmení činnosti závodu. Modifikácia monitorovania, spočívajúca v navrhovanej redukcii monitorovacích objektov, vychádza z výsledkov dlhodobého pozorovania počas prevádzkovania infraštruktúry elektrární, vrátane influencie sanovaných, eliminovaných, alebo existujúcich starých environmentálnych záťaží.

Získané hydrogeologické informácie počas monitorovacieho obdobia po uzatvorení prevádzky EVO budú kompatibilné na ďalšie hodnotenia trendu vývoja kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov pre podzemnú hydrosféru.

9.1 Špecifikácia, počet a rozsah prác

Geologické práce v rámci monitorovania podzemných vôd v areáli EVO po uzatvorení prevádzky po marci 2024 budú pozostávať z nasledovných prác:

- vzorkovacie práce,
- terénne merania,
- laboratórne (analytické) práce,
- vlastné geologické práce (sled, riadenie, koordinácia a záverečné spracovanie)

9.2 Vzorkovacie práce a terénne merania

Odbery vzoriek podzemnej a povrchovej vody budú v areáli EVO po uzatvorení budú realizované v rozsahu a frekvencii v predkladanom návrhu prác. Lokalizácia navrhovaných odberných miest (monitorovacie objekty – vrty) je uvedená v prílohe č. 6.

V rámci odberu vzoriek podzemnej vody budú realizované terénne merania so zameraním základných parametrov – teplota vody, teplota ovzdušia, pH, elektrolytická vodivosť, obsah kyslíka, hladina podzemnej vody.

V rámci terénnych meraní budú priebežne v rámci kvartálnych odberov vzoriek podzemných vôd merané aj úrovne hladín podzemnej vody vo vrtoch navrhovanej monitorovacej siete areálu, z nameraných údajov v jednotlivých monitorovacích objektoch budú zostrojené mapy hydroizopiez za jednotlivé kvartály.

9.3 Laboratórne práce a návrh monitorovacích objektov

Chemické analýzy vzoriek podzemnej a povrchovej vody budú zamerané na škálu potenciálnych znečisťujúcich látok a ukazovateľov, vychádzajúcich z predchádzajúcich výsledkov realizovaných prác monitorovania podzemnej vody EVO (2006 - 2023), hodnotených rámcovo i v kapitole 8. predkladaného návrhu.

Modifikácia počtu monitorovaných objektov po uzavretí prevádzky a zníženia potenciálneho vplyvu infraštruktúry na dotknuté zložky životného prostredia umožní i pri ich redukcii hodnotiť trendy kvalitatívneho vývoja prioritných environmentálnych stresorov v podzemnej vode areálu. Rozsah ukazovateľov, stanovovaných v odobratých vzorkách vôd a frekvencie monitorovania podzemných a povrchových vôd v areáli EVO po ukončení prevádzky je uvedený v tab.č.3.

Monitorovací systém na sledovanie kvality podzemnej vody bude pozostávať z nasledovných monitorovacích objektov (príloha č. 6):

- monitorovacie hydrogeologické vrty radu VX: VX-1, VX-2, VX-7, VX-8, VX-11, VX-12, VX-14 a VX-15,
- starší monitorovací vrt S-1A,
- monitorovacie hydrogeologické vrty radu HAX: HAX-I-1, HAX-IV-1, HAX-V-1, HAX-VII-2, HAX-VII-3, HAX-X-1, HAX-XI-1,
- monitorovacie diagnostické sondy radu SAX: SAX-II-3, SAX-IV-2, SAX-IX-5, SAX-IX-6;
- monitorovacie hydrogeologické vrty radu HMK: HMK-1, HMK-2, HMK-4.

Tabuľka č. 3: Návrh rozsahu a frekvencie monitorovania podzemných vôd v areáli EVO po ukončení prevádzky

Monitorované objekty	Frekvencia	Rozsah sledovaných ukazovateľov

9 vrtov: **VX-1, VX-2**, **VX-7, VX-8, VX-11, VX-12**, **VX-14, VX-15**, **S-1A**	4 x ročne	**Podzemná voda:** ➢ fyzikálno-chemický rozbor (pH, vodivosť, $CHSK_{Mn}$, tvrdosť vody, celková mineralizácia M, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+, Fe^{2+}, Mn^{2+}, SO_4^{2-}, NO_2^-, NO_3^-, F^-, PO_4^{3-}, HCO_3^-), ➢ stopové prvky (Be, Pb,Al, Mo, V), ➢ bór (B), ➢ nepolárne extrahovateľné látky NEL-GC, ➢ chlórované alifatické uhľovodíky – 1,1-dichlóretén, 1,2-dichlóretán, 1,2-dichlóretény cis, trans, 1,1,2-trichlóretén, 1,1,2,2-tetrachlóretén, trichlórmetán (chloroform).
14 vrtov: **HAX-I-1, HAX-IV-1, HAX-V-1, HAX-VII-2, HAX-VII-3, HAX-X-1, HAX-XI-1,** **SAX-II-3, SAX-IV-2, SAX-IX-5, SAX-IX-6, HMK-1, HMK-2, HMK-4**	4 x ročne	**Podzemná voda:** ➢ nepolárne extrahovateľné látky NEL-GC, ➢ chlórované uhľovodíky chlórované alifatické uhľovodíky – 1,1-dichlóretén, 1,2-dichlóretán, 1,2-dichlóretény cis, trans, 1,1,2-trichlóretén, 1,1,2,2-tetrachlóretén, trichlórmetán (chloroform), chlóretén (vinylchlorid).
2 vrty: **VX-2, VX-14**	4 x ročne	**Podzemná voda:** ➢ celková objemová aktivita α a β, ➢ chloridy.
6 vrtov: **VX-2, , VX-8, VX-12, VX-15, SAX-IV-2, S-1A**	4 x ročne	**Podzemná voda:** ➢ BTEX
5 vrtov: **VX-2, VX-8, VX-15**, **SAX-IV-2, S-1A**	4 x ročne	**Podzemná voda:** ➢ PAU (benzoapyrén, fluorantén, naftalén, fentantrén, antracén, chryzén, benzoantracén)

10. ZÁVERY A ODPORÚČANIA

Monitorovanie podzemných vôd a povrchových vôd v areáli závodu EVO, špecifikované v návrhu zabezpečí na lokalite aj po uzavretí prevádzky komplexné hydrodynamické a hydrochemické monitorovanie podzemnej a povrchovej hydrosféry. Chemické zloženie podzemnej vody je v skúmanom území dlhodobo ovplyvňované pôsobením antropogénnych činiteľov, ktoré sú subsekventne príčinou zvýšenia obsahov niektorých zložiek vôd. Podzemná voda je naďalej v rámci diferentných oblastí areálu v dôsledku rôznej intenzity vplyvu týchto činiteľov charakterizovaná rôznym stupňom ovplyvnenia všeobecných základných ukazovateľov podzemnej vody a prítomnosťou nežiaducich látok. Vzhľadom na rozdelenie areálu na oblasti s rôznym počtom monitorovacích objektov a elimináciu anomálnych výkyvov obsahov bol spracovaný trend vývoja z geometrického priemeru obsahov tej ktorej znečisťujúcej látky v objektoch príslušných k oblasti. Ovplyvňovanie hydrogeochemickej situácie závisí i od zmien hydrodynamických pomerov v rámci skúmaného územia, hydraulických gradientov a tým i prípadných zmien mobility znečisťujúcich látok, navrhovaný rozsah monitorovania umožní i po uzatvorení prevádzky EVO hodnotiť trendový vývoj a možné odklonenia od neho.

Monitorovacie objekty, určené pre obdobie po uzatvorení prevádzky EVO sú lokalizované v každej z oblastí areálu, reflektujú ako kvalitatívne a kvantitatívne zmeny environmentálnych stresorov v podzemnej hydrosfére, tak aj prítomnosť potenciálnych vplyvov EZ.

11. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. Atlas Krajiny SR, 2002: Ministerstvo životného prostredia, Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, 1. Vydanie, 344 s.
2. Auxt, A. et al., 2005: Vojany – EVO riziková analýza znečistených území. Záverečná správa. HES-COMGEO, spol. s.r.o., Banská Bystrica.
3. Auxt, A., Hronec, B., Ingár, K., 2010: Vojany – riziková analýza lokalít mazutového hospodárstva v areáli EVO. HES-COMGEO, spol. s.r.o., Banská Bystrica.
4. Baňacký, V. et al., 1987: Vysvetlivky ku geologickej mape Severnej časti Východoslovenskej nížiny 1: 50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

5. Baňacký, V. et al., 1987: Geologická mapa Severnej časti Východoslovenskej nížiny. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
6. Baňacký, V. et al., 1989: Vysvetlivky ku geologickej mape Južnej časti Východoslovenskej nížiny a Zemplínskych vrchov 1:50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
7. Baňacký, V. et al., 1989: Geologická mapa Južnej časti Východoslovenskej nížiny a Zemplínskych vrchov 1: 50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
8. Pramuk, V., 2003: Doplnkový geologický prieskum činiteľov životného prostredia. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
9. Pramuk, V., 2003: Doplnok č.1 k záverečnej správe. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
10. Pramuk, V., 2004: Doplnkový geologický prieskum činiteľov životného prostredia. Doplnok č.1 k záverečnej správe. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
11. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2005: Štúdia realizovateľnosti pre staré ekologické záťaže – EVO Vojany. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
12. Pramuk V., Jakubíková, A, 2005.: Monitoring kvality a prúdenia podzemných vôd - Slovenské elektrárne, a.s. - závod Elektrárne Vojany (SE-EVO) – areál závodu - monitoring 2005. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
13. Pramuk, V., 2005: Dobudovanie monitorovacieho systému a identifikácia kontaminovaných lokalít v SE, a.s.- EVO. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
14. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2006: Sanačné a dekontaminačné práce in-situ na lokalite mazutová kotolňa EVO Vojany. Čiastková správa. Doplnkový prieskum. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
15. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2006: Monitoring kvality a prúdenia podzemných vôd - Slovenské elektrárne, a.s. - závod Elektrárne Vojany (SE-EVO) – areál závodu - monitoring I. polrok 2006. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
16. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2006: Komplexný monitorovací program pre monitorovanie objektov objednávateľa (SE, a.s.), a to elektrárne Vojany, závod – areál závodu - monitoring II. polrok 2006. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
17. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2007: Komplexný monitorovací program pre monitorovanie objektov objednávateľa (SE, a.s.), a to elektrárne Vojany, závod – areál závodu - monitoring 2007. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.

18. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2008: Komplexný monitorovací program pre monitorovanie objektov objednávateľa (SE, a.s.), a to elektrárne Vojany, závod – areál závodu - monitoring 2008. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
19. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2009: Monitoring kvality a prúdenia podzemných vôd – SE - závod Elektrárne Vojany (SE-EVO) – areál závodu - monitoring 2009. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
20. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2010: Monitoring kvality a prúdenia podzemných vôd – SE - závod Elektrárne Vojany (SE-EVO) – areál závodu - monitoring 2010. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
21. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2011: Monitoring kvality a prúdenia podzemných vôd – SE - závod Elektrárne Vojany (SE-EVO) – areál závodu - monitoring 2011. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
22. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2012: Monitoring podzemných vôd v závode SE-EVO a rozvodne – areál závodu – monitoring 2012. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
23. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2013: Monitoring podzemných vôd v závode SE-EVO a rozvodne – areál závodu – monitoring 2013. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
24. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2014: Monitoring podzemných vôd v závode SE-EVO a rozvodne – areál závodu – monitoring 2014. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
25. Pramuk, V., Tischlerová, L., 2015: Monitoring podzemných vôd EVO a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2015. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
26. Pramuk, V., Tischlerová, L., 2016: Monitoring podzemných vôd EVO a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2016. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
27. Pramuk, V., Tischlerová, L., 2017: Monitoring podzemných vôd EVO a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2017. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
28. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2018: Monitoring podzemných vôd EVO a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2018. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.

29. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2019: Monitoring podzemných vôd závodu Elektrárne Vojany a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2019. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
30. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2020: Monitoring podzemných vôd závodu Elektrárne Vojany a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2020. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
31. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2021: Monitoring podzemných vôd závodu Elektrárne Vojany a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2021. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
32. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2022: Monitoring podzemných vôd závodu Elektrárne Vojany a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2022. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
33. Pramuk, V., Jakubíková, A., 2023: Monitoring podzemných vôd závodu Elektrárne Vojany a rozvodne Považská Bystrica a Dobšiná – areál závodu – monitoring 2022. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
34. Pramuk, V. et al., 2009: Sanácia znečistenej vody EVO – doplnkový geologický prieskum životného prostredia. Záverečná správa. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
35. Pramuk, V., Adzimová, K., 2009: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.1, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
36. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2009: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.2, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
37. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2010: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.3, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
38. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2010: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.4, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
39. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2011: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.5, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
40. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2011: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.6, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
41. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2012: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.7, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.

42. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2012: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.8, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
43. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2013: Sanácia znečistenej vody EVO – Etapová správa č.9, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
44. Pramuk, V., 2013: Likvidácia nadzemných častí nádrží a ďalších stavebných objektov v lokalite mazutová kotolňa EVO I, sanácia in-situ blízkeho okolia a hlbšieho podložia. Etapová správa č. 1. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
45. Pramuk, V., Adzimová, K., Grexová, S., Hodáková, M., 2013: Riziková analýza pre lokalitu skládka uhlia EVO. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
46. Pramuk, V., Adzimová, K., Jakubíková, A., Nalepovič, J., 2014: Záverečná správa - Sanácia znečistenej vody EVO, GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
47. Pramuk, V., Adzimová, K., 2014: Záverečná správa zo sanácie in situ – Likvidácia nadzemných častí nádrží a ďalších stavebných objektov na lokalite mazutová kotolňa EVO I, sanácia in-situ blízkeho okolia a hlbšieho podložia, EBA, s.r.o., Bratislava
48. Pramuk, V., Adzimová, K., 2017: Podrobný geologický prieskum vybraných lokalít v areáli závodu EVO. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.
49. Pramuk, V., Adzimová, K., Tischlerová L., Potančok, L., Pramuk, B., Nalepovič, J., 2016: Podrobný geologický prieskum environmentálnej záťaže – Odkalisko TPZ EVO. GEO Slovakia, s.r.o., Košice.