

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021.

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**

**Részleges teljesítményértékelés**





2021. április

*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)

	<p><b>NATURAQUA</b>  Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató Zrt.  1124 Budapest, Németvölgyi út 97.  Tel: +36-1-205-3680  Fax: +36-1-205-3681  e-mail: info@naturaqua.hu  web: www.naturaqua.hu</p>	<p><b>ISO 9001: 2015</b>  <b>ISO 14001: 2015</b></p>   
---	--	--

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**

**Részleges teljesítményértékelés**

2021. április

*Megrendelő adatai*

*Neve:*

HUNGAROPEC Zrt.

*Címe:*

1124 Budapest, Bűrök utca 34-36.

*Vállalkozó adatai*

*Vezérigazgató:*

Ali Tamás Gábor

*Tervező:*

Bagyinszki György

Bakos Gergely

*Ellenőr:*

Budai Tímea

## T A R T A L O M J E G Y Z É K

1.	Bevezetés.....	5
1.1.	Előzmények .....	5
1.2.	Vizsgálati célok .....	8
2.	Alapadatok.....	9
2.1.	A vizsgált terület.....	9
2.2.	A terület tulajdonosainak és használóinak adatai .....	10
2.3.	A jelentés készítőinek adatai .....	11
3.	A vizsgált terület bemutatása.....	12
3.1.	Földrajzi elhelyezkedés és morfológia .....	12
3.2.	A területhasználat története .....	12
3.3.	A terület jelenlegi használata.....	13
3.4.	Természeti adottságok, védendő értékek .....	13
3.5.	A terület érzékenységi besorolása .....	14
4.	A feltárás módszertana .....	15
4.1.	A feltárás megkezdésekor rendelkezésre álló információk, korábbi felmérések, vizsgálatok, tanulmányok eredményei.....	15
4.2.	A feltárás végrehajtását befolyásoló körülmények és adottságok .....	18
4.3.	A feltárás koncepciója .....	20
4.3.1.	Geodéziai, geofizikai és egyéb vizsgálatok.....	20
4.3.2.	A feltárás létesítményei .....	21
4.3.3.	Mintavételek .....	24
4.3.4.	Analitika .....	24
4.3.5.	Helyszíni mérések, vizsgálatok .....	25
4.3.6.	Az eredmények értékeléséhez, feldolgozásához használt szoftverek, eszközök.. ..	26
5.	A feltárás eredményeinek értékelése .....	27
5.1.	Földtani felépítés .....	27
5.2.	Hidrogeológiai, vízföldtani helyzet .....	30
5.3.	Szennyező anyagok minősége és mennyisége.....	32
5.3.1.	A 2021. január-februárban vett talajvíz minták vizsgálatának eredményei .....	32
5.3.2.	Általános vízkémiai vizsgálatok eredményének értékelése.....	42
5.3.3.	Fémek és félfémek vizsgálati eredményeinek értékelése .....	70
5.3.4.	Szerves szennyezők vizsgálati eredményeinek értékelése .....	100
5.3.5.	Stabil izotópok vizsgálatának eredményei és értékelésük.....	101
6.	Összefoglaló értékelés .....	106

## I R A T J E G Y Z É K

- |              |  |
|--------------|--|
| 1. melléklet | Áttekintő térképek                                   |
| 2. melléklet | Archív légifotók 1966-2018                           |
| 3. melléklet | Fúrásnaplók  |
| 4. melléklet | Mintavételi jegyzőkönyvek                            |
| 5. melléklet | Laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyvek               |
| 6. melléklet | Szakvélemény stabil izotóp vizsgálatok eredményeiről |



## 1. BEVEZETÉS

A Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Miskolci Járási Hivatala BO-08/KT/08334-43/2018. ügyiratszámú határozatával módosította a Hungaropec Zrt. Suhogy 06/13 hrsz-ú ingatlanon lévő veszélyes hulladék lerakó telepére vonatkozó, többször módosított 10156-49/2002. számú egységes környezethasználati engedélyt, amivel egyúttal engedélyezte a lerakó üzemeltetését.

2020-ban megváltozott a Hungaropec Zrt. tulajdonosi köre. A cég új vezetése megbízta a NATURAQUA Zrt-t a telephelyen és annak környezetében található felszín alatti víz állapotának felmérésével és értékelésével, az átvételt követően „jellemző” állapotra vonatkozó ismeretek összegzésével.

A terepi munkálatok és a laboratóriumi vizsgálatok lezárása után lefolytatott hatósági konzultációt követően a Hungaropec Zrt. pontosította a megbízást: a Suhogyi veszélyes hulladék lerakó telep működésének a felszín alatti vízre gyakorolt hatását feltáró és a lerakó környezetében a felszín alatti víz állapotának megismerését célzó teljesítményértékelést kért.

### 1.1. Előzmények

A HUNGAROPEC Zrt. a Suhogy közigazgatási területén található, 06/13 hrsz-ú ingatlanon ipari hulladékok lerakással történő ártalmatlanítására alkalmas telephelyet alakított ki. A tevékenység 2002-ben indult az Észak-magyarországi Környezetvédelmi Felügyelőség 10156-49/2002. számon kiadott egységes környezethasználati engedélyében foglaltak alapján.

Az üzembe helyezést követően az eredeti engedélyt az alábbi határozatok módosították:

- ÉMI-KTVF 639-30/2008. sz. határozata,
- ÉMI-KTVF 639-33/2008. sz. határozata (a 639-30/2008. sz. határozat kijavítása),
- ÉMI-KTVF 12072-4/2010. sz. határozata (a tervezett rudabányai veszélyeshulladék-égető műről szóló részek törlése),
- ÉMI-KTVF 11495-30/2011 sz. határozata.
- ÉMI-KTVF 1759-5/2012. sz. határozata.

Az eredeti engedély 8000 m<sup>3</sup> hulladék átvételét és lerakását tette lehetővé évente, nem korlátozta a lerakásra szolgáló medencék számát, sem a telep maximális kapacitását.

A 639-30/2008. számú módosító határozat az éves szinten átvehető hulladék mennyiségét 40 000 m<sup>3</sup>-re növelte, a létesítmények leírásakor pedig csupán az I. és II. számú medencékre vonatkozóan tett utalást, nem szabályozva az azok megtöltését követő időszakban szükséges lerakóhelyek kialakítására vonatkozó körülményeket.

Az egységes környezethasználati engedély 1759-5/2012. számú módosító határozatában az ÉMI-KTVF elutasította a III. medence több ütemben történő megvalósítását, a telephelyen lerakható hulladékok maximális mennyiségét pedig 300 000 m<sup>3</sup>-ben határozta meg.

A jogszabályban meghatározott rendszeres felülvizsgálat első időpontja a 10156-49/2002. számú egységes környezethasználati engedély szerint 2008. december 31. volt.

A 2013-ban esedékes újabb felülvizsgálatnak különös aktualitást adott a HUNGAROPEC Zrt. szuhogyi tevékenységével kapcsolatosan 2013 januárjában indult környezetvédelmi hatósági eljárás. Ennek során az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség 2250-2/2013. számú, 2013. január 22-én kelt végzésében felfüggesztette a cég tevékenységét, valamint megtiltotta a telephelyre történő bejutást. A végzés indoklásában a hatóság szerint a HUNGAROPEC Zrt. tevékenységét a „hulladékkezelési engedélyek előírásaitól eltérően végzi. Ezen tevékenységével környezetszennyezést idézett elő”.

Ezt követően a cég felügyeletét a Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség vette át.

A KDV-KTVF 11452-11/2013. számú végzésében a 2013. márciusában benyújtott – a kapacitás bővítésére vonatkozó – kérelem elbírálásához ismételt teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálat benyújtását írta elő.

A létesítmény hatósági felügyelete időközben visszakerült az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőséghez, így a 2013. évi – 5 éves időszakra vonatkozó – felülvizsgálati dokumentáció elbírálását már ez a szervezet végezte.

Az ÉMI-KTVF 13849-25/2013. számú határozatában a környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentációt elutasította, és új környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció benyújtását írta elő.

Ezt követően 2013-ban, valamint 2016-ban került sor felülvizsgálati dokumentáció benyújtására, a telephelyen folytatandó tevékenység engedélyezése szempontjából eredménytelenül.

A Hungaropec Zrt. képviseletében eljáró Három Kör Delta Környezetgazdálkodási Kft. 2018. július 09-én kérelmet nyújtott be a környezetvédelmi hatóságra a hulladéklerakó telep egységes környezethasználati engedélyének módosítására, valamint a telep hulladékgazdálkodási és levegőtisztaság-védelmi engedélyének kiadására, melyhez mellékelte a telep újraindításához szükséges teljes körű felülvizsgálati dokumentációt.

A benyújtott teljeskörű környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentáció alapján a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Miskolci Járási Hivatala BO-08/KT/08334-43/2018. ügyiratszámú határozatában a környezetvédelmi felülvizsgálatot elfogadta és a hulladéklerakó telep működését az egységes környezethasználati engedély módosításával engedélyezte.

2013. január 22-én az észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség rendkívüli helyszíni ellenőrzést tartott a területen. Az ellenőrzés során felszíni víz, felszín alatti víz, szennyvíz és hulladék minták megvételére került sor. A mintákat a

Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség Mérőközpontjának Kémiai és Biológiai Laboratóriuma elemezte. A felszín alatti víz tekintetében célirányosan az S-9 jelű kútra fordította figyelmét a hatóság. A vizsgálatok számottevő szennyeződést mutattak ki az S-9 jelű kútban, ami alapján a hatóság a telep nem megfelelő működését feltételezte.

A környezetvédelmi hatóság 2013. május 13-án kelt, KTVF 12841-13/2013. számú határozatával a telephelyen észlelt talajvíz-szennyezettség kármentesítéséhez részletes tényfeltárás végzését rendelte el.

A részletes tényfeltárás elvégzésére a GEO-ENVITECH Geotechnikai és Környezetvédelmi Mérnöki Iroda Kft. kapott megbízást. A GE-21/SZV/2013. munkaszámon készített részletes tényfeltárási záródokumentáció 2013. október 4-én került benyújtásra a környezetvédelmi hatósághoz. A 2013. november 6-i keltezéssel kiegészített részletes tényfeltárási záródokumentációt – fellebbezés, bírósági eljárás és megismételt hatósági eljárást követően – a BO/16/1155-6/2016. számú határozatával fogadta el a környezetvédelmi hatóság, és a telepre vonatkozó monitoring terv készítését rendelte el.

A Suhogyi Ipari Hulladékkezelő Telep – kiépített monitoring rendszerének felülvizsgálatára vonatkozó – monitoring tervdokumentációt a Három Kör DELTA Környezetgazdálkodási Kft készítette el 2016. júniusában, amit a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztálya BO/16/11604-13/2016. iktatószámú határozatával fogadott el, egyúttal 2020. december 31-ig tartó kármentesítési monitoring tevékenység végzését rendelte el.

A Hungaropec Zrt. a monitoring feladatok elvégzésével és a 2016-2020 évek eredményeinek értékelésével (kármentesítési monitoring záródokumentáció) a Három Kör Delta Kft-t bízta meg. A 2020. novemberi keltezésű értékelő dokumentáció 2021. január 27-én került benyújtásra a környezetvédelmi hatóságra.

A Suhogy 06/13 hrsz-ú ingatlanon lévő veszélyes hulladék lerakó telep 10156-49/2002. számú egységes környezethasználati engedélyének BO-08/KT/08334-43/2018. ügyiratszámú módosító határozata 9. fejezetének 14. pontjában a környezetvédelmi hatóság előírta, hogy a felszín alatti vízben kimutatott magas bromid koncentráció eredetét meg kell vizsgálni, és a vizsgálatokról, valamint azok eredményeiről összefoglaló jelentést kell benyújtani a hatóságra. A Naturaqua Zrt. által M802/2021. munkaszámon készített jelentést a Hungaropec Zrt. 2021. február 15-én nyújtotta be a hatóságra.

## 1.2. Vizsgálati célok

Az elvégzett vizsgálatok – összhangban a Hungaropec Zrt. vezetésének elvárásaival – a következő kérdések megválaszolását célozták:

- Az üzemelés korábbi időszakában bekövetkezett rendkívüli események milyen hatással voltak a terület felszín alatti vizének állapotára, és az ismertté vált szennyezések következményei milyen formában és mértékben mutathatók ki jelenleg?
- Feltételezhető-e a lerakó műtárgyainak szivárgása, illetve a felszín alatti víz veszélyeztetése a lerakó területén folytatott tevékenység következtében?
- A terület talajvizében természetes módon is magas koncentrációban jelen lévő szulfát milyen mértékben köthető a lerakási tevékenységhez?
- A lerakó területén és annak környezetében található talajvíz állapotának felmérése és jellemzése.

## 2. ALAPADATOK

## 2.1. A vizsgált terület

## Szuhogyi ipari hulladéklerakó telep

Címe: 3734 Szuhogy, hrsz. 06/13

3734 Szuhogy, Pf.: 7.

Az ingatlan teljes területe: 24.2057 m<sup>2</sup>

A lerakó területét 30 m-es sávban védőerdő veszi körül, a tényleges tevékenység által igénybe vett, kerítéssel körbekerített terület 167 486 m<sup>2</sup>

Művelés alól kivett terület elnevezése:

kivett szemétlerakó telep  
kivett saját használatú út

A hulladékkezelő területének sarokpont koordinátái:

EOV Y [m]	EOV X [m]
768776,52	336959,48
768788,96	337013,18
768856,02	337049,55
769003,17	337193,59
769058,63	337211,94
769342,21	337140,11
769451,93	336982,15
769423,09	336868,32
769108,45	336875,40
768784,89	336964,58

Településazonosító törzsszám: 24606

KTJ: 101021640

KTJ létesítmény: 101623606 – I. hulladéklerakó medence

100723110 – II. hulladéklerakó medence

102350325 – III. hulladéklerakó medence

101843743 – párologtató medence

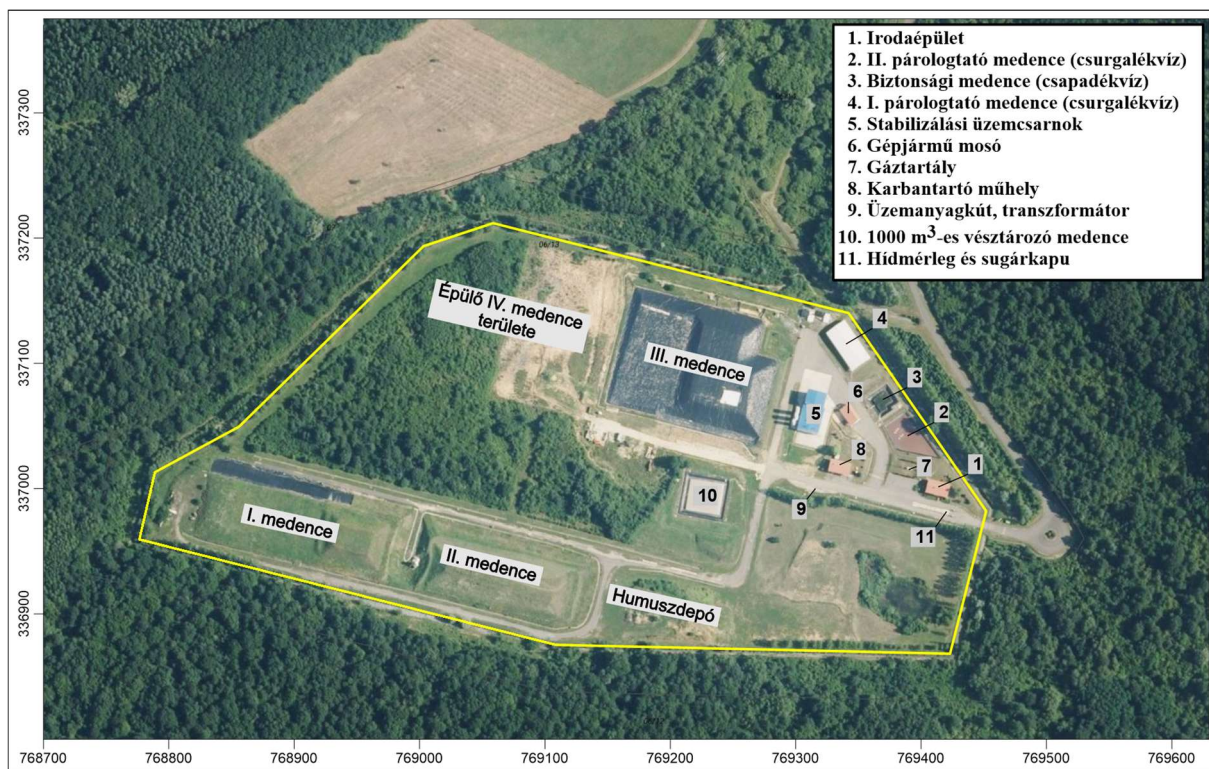
101843754 – biztonsági medence

101843765 – üzemanyag-töltő állomás

A 2002. óta működő veszélyeshulladék-kezelő telep Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, a Putnoki-dombság kistáj területén, Suhogy és Rudabánya között, Suhogy település közigazgatási területén, a Suhogy-patak völgyében helyezkedik el. A Suhogy községtől délnyugatra kb. 1500 m távolságban található hulladéklerakó megközelítése közúton a

Rudabányát Szuhogyon át Szendrővel összekötő 2611. számú út 3+470 km szelvényébe csatlakozó bekötőúton lehetséges. A bekötőút híd műtárggyal keresztezi a Szuhogy-patakot.

A vizsgálattal érintett terület elhelyezkedését, valamint a telephely környezetét bemutató átnézetes topográfiai, és ingatlan-nyilvántartási térkép az **1. mellékletben** látható. A vizsgált területről 1966-2018 között készült légifotók **2. mellékletben** találhatók. A telephely jelenlegi létesítményeit az alábbi helyszínrajz szemlélteti:



1. ábra A hulladékkezelő telep helyszínrajza

## 2.2. A terület tulajdonosainak és használóinak adatai

A terület tulajdonosa:	HUNGAROPEC Ipari Hulladékkezelő Zrt.
Tulajdonos rövid neve:	HUNGAROPEC Zrt.
Tulajdonos székhelye:	1124 Budapest, Bűrök utca 34-36.
Elektronikus levélcím:	info@hungaropec.hu
Telefonos elérhetőség:	+36-70/415-48-33

Kapcsolattartó személyek a feltárás során:

Lukács Péter	Vezérigazgató
Nagyné Bartha Jolán	Telepvezető
Zsoldos Péter	Környezetvédelmi megbízott

### 2.3. A jelentés készítőinek adatai

A társaság teljes cégneve:	NATURAQUA Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató Zártkörűen Működő Részvénytársaság
A társaság rövidített cégneve:	NATURAQUA Zrt.
Székhelye:	1124 Budapest, Németvölgyi út 97.
Képviselője:	Ali Tamás Gábor
Telefon:	+36-1-205 3680
Fax:	+36-1-205 3681
E-mail cím:	info@naturaqua.hu
Adószáma:	26767385-2-43
Cégjegyzék száma:	01-10-140353

A munkában résztvevők a NATURAQUA Zrt. részéről

Témafelelős: Bagyinszki György vegyészmérnök, környezet-analitikai szakmérnök

Mérnöki kamarai nyilvántartási szám 01-8344 (<https://mmk.hu/nevjegyzek?id=10782>)

Közreműködő: Bakos Gergely környezetkutató-geológus

A mintavételeket a NATURAQUA Zrt. mintavételi csoportja végezte, amely a NAH által NAH-7-0033/2016. számon akkreditált mintavételi szervezet.

([https://nah.gov.hu/uploads/attachment/file/7854/RO\\_3\\_-20190313-7-0009-2016\\_F2.pdf](https://nah.gov.hu/uploads/attachment/file/7854/RO_3_-20190313-7-0009-2016_F2.pdf))

Az akkreditáció érvényessége 2021. május 17.

A minták analitikai vizsgálatát a Wessling Hungary Kft. Környezetanalitikai Laboratóriuma végezte, amely a NAH által NAH-1-1009/2019. számon akkreditált mintavételi szervezet.

(<https://nah.gov.hu/uploads/attachment/file/8343/RO1-191017-1-1009-2019-K%C3%81-10772452-alairt.pdf>)

Az akkreditáció érvényessége 2024. október 17.

A feltárás időszaka (helyszíni munkálatok): 2021. január 14 - február 04.

A jelentés készítésének időszaka: 2021. március 14 – április 15.

### 3. A VIZSGÁLT TERÜLET BEMUTATÁSA

#### 3.1. Földrajzi elhelyezkedés és morfológia

Az ipari hulladéklerakó telep Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, Szuhogy és Rudabánya között, Szuhogy település közigazgatási területén, a Szuhogy-patak völgyében helyezkedik el (lásd **1. és 2. melléklet**). A lerakó Szuhogy községtől délnyugatra kb. 1500 m távolságban, a Szuhogy-patak völgyét kísérő domb észak-északkelet felé lejtő oldalán található.

A telephely a domboldal bevágásában teraszosan került kialakításra. A magasságkülönbség a telep legmagasabb és legalacsonyabb pontja között mintegy 25 m. A terepadottságokat kihasználva a kiszolgáló létesítmények a telep északkeleti részén szintben lépcsőzve helyezkednek el. A legmélyebb részen a csapadék- és csurgalékvíz-gyűjtő medencék találhatók.

#### 3.2. A területhasználat története

A telephely létesítése előtt a területen cserjésedő legelő volt, amit a **2. mellékletben** látható, 1966-ban, illetve 1981-ben készült légifelvételek, valamint az 1985-ös felújítású topográfiai térkép igazol.

A telephely kijelölése az 1980-as évek végén, az 1990-es évek elején országos program keretein belül történt. Ezen program célja az volt, hogy kijelöljenek olyan területeket, amelyek földtani, mérnökgeológiai viszonyai alkalmasak veszélyes-hulladék lerakó létesítésére. Az elvégzett feltáró fúrások és a talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei alapján a Magyar Állami Földtani Intézet és a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kar Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tanszék szakértői a területet alkalmasnak találták lerakó létesítésére.

A Hungaropec Zrt. a 2000. május 8-án jogerőssé vált környezetvédelmi engedély birtokában kezdte meg a Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó Telep létesítéséhez szükséges tevékenységet, az első hulladékbeszállítás 2002 szeptemberében történt.

Az I. medencét 2002-ben helyezték üzembe. A medence feltöltése nyugatról kelet felé haladva fokozatosan történt. A hulladéklerakás aktuális helyszínén a csapadékvíz kizárását és a kiporzás csökkentését egy 47 x 45 m méretű, acél szerkezetű, gördíthető tető szolgálta, ami a depónia közel harmadát letakarta. A depónia lefedése, rekultivációja a feltöltött részeken folyamatos zajlott. A medence végleges lezárására 2012 nyarán került sor, a tető elbontásra került.

A II. medencét 2007-ben helyezték üzembe, hulladékelhelyezés 2010-ig történt keletről nyugat felé haladva. A depónia rekultivációja 2011-ben fejeződött be. A 2002 óta eltelt időszak tapasztalatai szerint a fedett medence üzemeltetése nehézkes volt, emellett az elhelyezett hulladék fajlagos mennyisége is alacsony volt. A 2007-ben bevezetett hulladék beágyazási technológia sokkal hatékonyabb térkihasználást tett lehetővé, ugyanakkor feleslegessé tette a tető alkalmazását, így a II. medence már nem rendelkezett gördülő tetővel.

A III. hulladéklerakó medence első ütemének megépítésére a HUNGAROPEC Zrt. 2009-ben kapott engedélyt, 2009-ben ideiglenes, 2012-ben pedig végleges használatbavételi engedélyt.



A III. medencében rendelkezésre álló lerakó kapacitás csökkenése miatt szükségessé vált a IV. medence tervezése és megépítése. Jelenleg zajlik a IV. medence kialakítása az egységes környezethasználati engedély BO-08/KT/09645-24/2019. ügyiratszámú módosítása (IV. számú medence létesítésének engedélyezése) alapján.

### 3.3. A terület jelenlegi használata

A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó Telepen Magyarországon keletkezett veszélyes ipari hulladékok kezelését, lerakással történő ártalmatlanítását, valamint bizonyos nem veszélyes hulladékok hasznosítását végzik, a környezetvédelem szempontjából többszörös biztonságot nyújtó megoldások alkalmazásával.

A telephelyen folytatott fő tevékenységi körök TEÁOR száma:

- 3812** Veszélyes hulladék gyűjtése
- 3822** Veszélyes hulladék kezelése, ártalmatlanítása
- 3811** Nem veszélyes hulladék gyűjtése
- 3821** Nem veszélyes hulladék kezelése, ártalmatlanítása
- 3832** Hulladék újrahasznosítása

A hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről szóló 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet 4. § (1) c) pontjának megfelelően a létesítmény besorolása:

C kategóriájú – veszélyes hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakó

### 3.4. Természeti adottságok, védendő értékek<sup>1</sup>

**A hulladékkezelő telep országos és/vagy helyi jelentőségű természetvédelmi területeket nem érint.** A hulladéklerakó környezetében az Ökológiai Hálózat ökológiai folyosónak jelölt területei fekszenek, amelyek mintegy körbeveszik a telep területét. **Natura 2000 területek csak távolabb, több (legközelebb 2-3) kilométer távolságra fekszenek.**

A hulladékkezelő telep környezetében cseres-tölgyesek váltakoznak erősen cserjésedő, a beerdősülés különböző fázisaiban lévő gyepes részekkel. A cseres-kocsánytalan tölgyesek legnagyobb kiterjedésben a telep déli D-i oldalán, majdnem a külső övárak csaknem a telepet határoló kerítésig húzódnak le. A teleptől ÉNy-ra fekvő domboldal korábban erdőborított részein, korábban szántóként hasznosított, jelenleg erősen cserjésedő legelő húzódik, amely felnyúlik egészen a gerincig, ahol éles határral az erdő veszi át az uralmat. A teleptől északra a

<sup>1</sup> Átvéve a Három Kör DELTA Környezetgazdálkodási Kft. 52/2018. munkaszámon készített „Szuhogyi ipari hulladékkezelő telep, teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálat” anyagából.

Szuhogyi-patak völgye – forrásterülete – fekszik, ahol bokorfüzesek, kisebb részben füzesek váltakoznak mocsárrétekkel, magassásosokkal. Állományaikban lápi magaskórós fajok is megjelennek. Ezeknek a nedves élőhelyeknek a még kedvező természeti állapotát az utóbbi években szárazodás, a kaszálás elmaradása és a jelekből ítélve a túlszorodott vadállomány is veszélyezteti. Még felfedezhetők kisebb mezofil rétfoltok, elsősorban a hulladéklerakó szűkebb környezetében, amelyeknek napjainkban a cserjésedés a legnagyobb ellensége, de az évenkénti tavaszi gyújtogatások sem tesznek jót természetesebb fajkészletüknek.

Természetesség tekintetében a telepen belül erősen és közepesen leromlott állapotú élőhelyekről beszélhetünk. Sok a zavarástűrő faj, a bolygatottabb felszíneken a gyomnövények is elszaporodnak, amelynek visszaszorítása érdekében évente legalább egyszer kaszálják az érintett területeket. A kerítésen kívül, elsősorban a Suhogyi-patak völgye irányába még természetközeli állapottal rendelkező élőhelyek (mocsárrétek, magaskórósok, cserjésedő gyepek felszínek) fordulnak elő, ahol számos érdekes, nemegyszer védett növény találja meg életfeltételeit. **A terület – egyben a vizsgált térség – legértékesebb részeit ezek a völgyalji, változó természetességi állapotú bokorfüzes-mocsárrét-magaskórós dominanciájával jellemezhető élőhelykomplexek képezik!**

Az értékesebb élőhelyek utalhatnak a terület gazdagabb faunájára is, ennek kiderítése a jövő feladata. A korábbi felmérések (1992, 1999) eredményei szerint a jelenleg változatos, patak völgyekkel tagolt dombsági táj számos védett gerinces és gerinctelen faj élőhelye. Értékes, ritka, indikátor fajok – 1999-ben többek között előkerült értékes faunaelemek: *Maculinea teleius*, *Lycanea dispar hungarica* lepkék, *Carabus scheidleri pseudopreyssleri*, *Carabus violaceus* bogarak – zömmel a patak völgy vízhez kötődő társulásaiban fordulhatnak elő. Az 1999. évi részletes tanulmány értékelő fejezete ezt írta: „Az elvégzett vizsgálatok alapján elsődleges fontosságú a területen átfolyó patakok és az azok mellett található ligetes, bokros erdők védelme, azok természetközeli állapotának fenntartása.”

### 3.5. A terület érzékenységi besorolása

A felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet 7 §-a és a 2. számú melléklete szerint, valamint a felszín alatti vizek állapota szempontjából érzékeny területeken levő települések besorolásáról szóló 27/2004. (XII.25.) KvVM rendelet melléklete alapján a vizsgált terület a felszín alatti víz állapota szempontjából érzékeny.

## 4. A FELTÁRÁS MÓDSZERTANA

### 4.1. A feltárás megkezdésekor rendelkezésre álló információk, korábbi felmérések, vizsgálatok, tanulmányok eredményei

A feltárást megelőzően a terület talajvizének állapotáról az alábbi jelentések, dokumentációk álltak rendelkezésünkre:

Sorszám	Dátum	Szerző	Cím, Leírás
1	2003-2020	Három Kör <i>DELTA</i> Kft	Éves értékelő jelentések a HUNGAROPEC Zrt. Suhogyi Ipari Hulladékkezelő Telepén működő monitoring rendszer éves vizsgálati eredményeiről 2003-2020
2	2007. április	Három Kör <i>DELTA</i> Kft.	HUNGAROPEC Zrt. Suhogyi Ipari Hulladéklerakó Összefoglaló jelentés 2006. év
3	2008. április	Három Kör <i>DELTA</i> Kft.	HUNGAROPEC Zrt. Suhogyi Ipari Hulladéklerakó Összefoglaló jelentés 2007. év
4	2009. április	Három Kör <i>DELTA</i> Kft.	HUNGAROPEC Zrt. Suhogyi Ipari Hulladéklerakó Összefoglaló jelentés 2008. év
5	2013. augusztus	GEO-ENVITECH Kft.	A HUNGAROPEC Ipari Hulladékkezelő Zrt. Suhogyi Ipari Hulladéklerakó Telepén feltételezett talaj- és talajvíz szennyezés részletes tényfeltárása
6	2015. július	GEO-ENVITECH Kft.	HUNGAROPEC Zrt. Suhogy 06/13 hrsz. alatti telephelye tényfeltárási záródokumentációjával kapcsolatos tényállás tisztázása
7	2018. június	Három Kör <i>DELTA</i> Kft.	Szuhogyi Ipari Hulladékkezelő Telep teljes körű környezetvédelmi felülvizsgálat
8	2020. november	Három Kör <i>DELTA</i> Kft	Értékelő jelentés a HUNGAROPEC Zrt. Suhogyi Ipari Hulladékkezelő Telepén működő kármentesítési monitoring rendszer 2016-2020. évi vizsgálati eredményeiről
9	2021. február	NATURAQUA Zrt.	A felszín alatti vízben kimutatott magas bromid koncentráció eredete

A lerakó felszín alatti vizeinek minőségét feldolgozó első átfogó értékelés, ami a terület földtani, vízföldtani viszonyait is figyelembe vette, a Geo-Envitech Kft. által készített részletes tényfeltárási dokumentációban található. Az azt megelőzően készített monitoring- és éves jelentések rögzítették ugyan a határérték túllépések tényét, de nem vizsgálták a földtani, vízföldtani jellemzőkkel összefüggésben a határértéket meghaladó koncentrációk lehetséges okait.

A tényfeltáró záródokumentáció szerzői felhívták a figyelmet arra, hogy a monitoring rendszer elemeinek 2002-ben elvégzett alapállapot-vizsgálatában született eredményekből megállapítható volt, hogy a felszín alatti víz minőségét szennyezettségi határérték feletti ólom, nikkel, kobalt cink és higany koncentráció jellemezte, pedig az alapállapot-vizsgálat időszakában még semmilyen tevékenységet nem folytattak a területen. Kiemelték emellett, hogy a vízminőségi adatokban trendszerű változás az üzemeltetési időszakban nem volt kimutatható. Bizonyos időszakokban egyes paraméterek magasabb értéket mutattak, de a következő mintavétel során már határérték alatt voltak az eredmények.

A dokumentáció részletesen értékelte a lerakó területén addig végzett talajmechanikai- és feltáró fúrások, geofizikai- és penetrációs vizsgálatok eredményeit, melynek összegzéseként a szerzők a következő megállapítás tették: „A területen végzett kutatások eredményei alapján tehát megállapítható, hogy a különféle (sovány, közepes, kövér) agyagos képződmények jelentős vastagságban települnek a felszín közelében. Az agyagkőzetek a fúrások tanúsága szerint egymással minimális hidraulikai kapcsolatban lévő, szeszélyesen települő finom homokos, homoklisztes lencsékkel, erekkel tarkítottak, éppen ezért valódi, egységes talajvíztükörről nem is lehet beszélni a területen. A lemélyített fúrások között egzakt rétegszelvény nem szerkeszthető. A szerzők azt a szennyeződés-terjedés szempontjából fontos tény is kihangsúlyozták, hogy a víztároló lencsékben lévő talajvíz nyomás alatti. A talajvíz nyomása és a kapilláris nyomás a felszíni eredetű szennyeződés gravitációs szivárgása ellen hat.”

A felszín alatti víz minőségével kapcsolatban a tényfeltáró záródokumentáció megállapítja, hogy „a hulladékkezelő telep 2012. év végéig bizonyosan nem szennyezte el a talajvizeket, azok minősége megfelelő, néhány paraméter ugyan kisebb mértékben a vonatkozó határértékek fölötti koncentrációban volt jelen a talajvízben, azonban ezek egyrészt a telep területére érkező vizekben mutathatók ki, valamint már a tevékenység megkezdése óta tapasztalhatók, azaz ezek az értékek háttér-koncentrációnak minősíthetők.”

A tényfeltárás keretében végzett vizsgálatok eredményei alapján a záródokumentáció készítői azokra a – vitatható – megállapításokra jutottak, hogy

- nem feltételezhető, nem igazolható közvetlen kapcsolat a csurgalékvíz és az S-9 jelű kút vize között,
- a bromid koncentráció utalhat csak az S-9 kút térségének lokális szennyeződésére,
- a bromid regionálisan jelenlévő szennyező paraméter,
- az általános vízkémiai vizsgálatok eredményei nem mutatják azt, hogy a hulladék lerakásból szennyező anyagok kerülnének a felszín alatti vízbe,
- a csurgalékvízre jellemző fémek (B, Cu, Pb, Mo, Cd, Zn) nem jelentek meg a felszín alatti vízben határérték feletti koncentrációban,
- a felszín alatti víz minősége a földtani környezet által meghatározott, a lerakóhelyen kimutatott, szennyezőnek vélt komponensek földtani eredetűek.

A Geo-Envitech Kft. által készített tényfeltárási dokumentációt a Borsod-Abaúj Zemplén Megyei Kormányhivatal BO/16/1155-6/2016. számú határozatában fogadta el. Tekintettel a kimutatott szennyező anyagok földtani eredetére, „D” kármentesítési célállapot határérték megállapítására nem került sor.

A Három Kör DELTA Kft. 2018-ban készített környezetvédelmi felülvizsgálatában a felszín alatti víz állapotával kapcsolatosan a következő összefoglaló megállapításokat tette:

„A (talaj) vízszinteket egyértelműen a csapadék mennyisége befolyásolja, a téli hidrológiai félévben magasabbak, míg a nyári hidrológiai félévben jellemzően alacsonyabbak a mért

vízszintek. A területen a kutakban regisztrált vízszintek alapján a talajvízáramlás lokális iránya ÉK-i.”

„A 2013.I.-2018.VI. közötti 5 és fél éves időszakban elvégzett felszín alatti víz mintavételezések alapján levonható fő következtetés, hogy a mért koncentráció értékek a vizsgált paraméterek többségénél jellemzően a megengedett „B” szennyezettségi határértékek alatt maradtak, és csak kivételes esetekben fordultak elő kiugró adatok.

A határértéket meghaladó általános vízkémiai paraméterek, valamint fémes és félfémes komponensek vizsgálati eredményeit tekintve látható, hogy a határérték-túllépések általában alkalmoszerűek voltak (csak néhány esetben fordultak elő), és nem haladták meg jelentősen a „B” szennyezettségi határértékeket. Fontos megjegyezni, hogy a mért értékek alapján hosszú távú tendenciát (növekedést, csökkenést) nem lehetett kimutatni, a koncentrációk kisebb ingadozásokkal ugyan, de viszonylag állandó értékeket mutattak.

Bizonyos paraméterek esetében a gyakran határértékhez közeli, de azt nem jelentősen meghaladó értékek (pl. a szulfát, nikkel) valószínűsíthetően a földtani közegből eredeztethetők, míg a jellemzően határérték alatti, de egy-egy kiugró értékkel rendelkező (pl. alumínium, higany, nitrát) adatsorok esetén kiugró értékeket a mintavételezés, vagy a laboratóriumi vizsgálat során történt hiba okozhatott.

A vizsgálati eredmények tükrében kijelenthető, hogy a telephely térségében a felszín alatti vízkészlet alapvetően szennyeződés-mentes, tisztának minősíthető.”

A 2016-2020 évi vizsgálatok eredményei alapján készített kármentesítési monitoring záródokumentációban a Három Kör *DELTA* Kft. alábbi megállapításai olvashatók:

„A vizsgálati eredményekben számszerűsíthető tendenciák általában nem voltak kimutathatók.”

„Az S-10-es kútban jelentkező *bromid*-koncentráció határozott növekedésének hátterére vonatkozó vizsgálatok jelen dokumentáció készítésével párhuzamosan folynak.”

„A vizsgált 5 éves időszak alatt a „B” szennyezettségi határértéket említésre érdemes mértékben a *szulfát, klorid és ammónium*, valamint a *bromid* koncentrációk haladták meg.”

A Naturaqua Zrt. által készített „A felszín alatti vízben kimutatott magas bromid koncentráció eredete” című dokumentáció megállapításait ezen jelentés 5.3.2. fejezetében, a bromid koncentrációk értékeléséhez kapcsolódóan ismertetjük.

## 4.2. A feltárás végrehajtását befolyásoló körülmények és adottságok

Lerakással ártalmatlanított hulladékok csurgalékvizei komoly környezeti veszélyforrást jelentenek. A hulladékból szivárgó csurgalékvíz különféle szerves és szervetlen szennyezőanyagokat tartalmaz, amelyek jelentős környezeti és egészségügyi kockázatot jelenthetnek, ha eljutnak a környező felszíni és felszín alatti vizekbe. Hulladéklerakók környezetében ezért kiemelten fontos a csurgalékvizekkel való szennyeződés megelőzése a felszíni és felszín alatti vizek jó állapotának megőrzése érdekében.

Mivel a lerakó működése során a fő veszélyforrás a keletkező csurgalékvíz, ennek vizsgálata mindenképpen szükséges, hogy a veszélyt és az okozott hatást értékelni lehessen.

A csurgalékvíz koncentráltan és tartósan jelenik meg a csurgalékvíz gyűjtő aknában, az akna potenciális veszélyforrásként kezelendő. Az akna esetleges sérülése vagy szivárgása következtében közvetlenül a talajvízbe kerülhet a csurgalékvíz, ezért az akna környezetének vizsgálata mindenképpen indokolt. Az akna környezetében felszín alatt futó közmű vezetékek miatt a fúrás mélyítése előtt kézi feltárássra volt szükség.

A lezárt I. és II. lerakó medencék, illetve a jelenleg üzemelő III. medence közötti területen futó mélyszivárgó nagy területről gyűjti össze a felszín alatti vizet, így egyfajta területi átlagot képvisel. A mélyszivárgó vize nagy területről ad információt, ezért ezt is vizsgálni szükséges.

A lerakó területén korábban végzett vizsgálatok során készült ideiglenes mintavételi pontok közül az előzetes bejárás során hármát mintavételre alkalmas állapotban találtunk. Ezeknek a pontoknak az elhelyezkedése illeszkedett vizsgálati terveinkhez, ezért ezeket a pontokat is bevontuk a mintázandó pontok körébe.

A felszín alatti víz állapotának értékelésekor fontos, hogy elválaszthatók legyenek a háttér felől érkező hatások a területen folytatott tevékenység következményeitől. A korábbi vizsgálatok feltárták a terület földtani felépítésének összetettségét, azt, hogy a talajvíztartó összletek nem tekinthetők homogén hidraulikai rendszernek. Ebből kiindulva, a háttér irányából érkező vizek minőségének jobb megismerése érdekében szükségesnek tartottuk a meglévő monitoring elemeket kiegészíteni további mintavételi pontokkal.

A lerakással ártalmatlanított hulladékok heterogenitása és többnyire ismeretlen összetétele miatt nehéz meghatározni azt, hogy melyek azok a jellemző komponensek, amik megjelenése vagy hiánya alapján egyértelműen eldönthető, hogy a lerakó működése veszélyezteti-e a felszín alatti vagy felszíni vizeket. Ezért a talajvíz minőségi állapotának alaposabb megismerése érdekében a 14/2005.(VI.28.) KvVM rendelet szerinti szűrővizsgálatokat elvégzését, valamint az illékony és nem illékony szerves vegyületek GC-MS áttekintő vizsgálatát javasoltuk.

A lerakott hulladékban számos olyan folyamat lejátszódik, ami a stabil környezeti izotópok arányának megváltozását eredményezi, akár a csurgalékvízben, akár a keletkező gázokban. A hulladékban lejátszódó folyamatok előrehaladásának követésére és a lerakott hulladék felszín alatti vizekre gyakorolt hatásának ellenőrzésére a hagyományosan használt szennyező komponensek vizsgálata mellett az izotóparányok vizsgálata jelenthet előrelépést. A

szennyezőanyagok izotóp összetétele gyakran olyan jellegzetes, hogy a környezeti izotópok módszere felhasználható a szennyezés forrásának lokalizálására, a különböző forrásokból származó szennyezőanyagok arányának meghatározására, a szennyezésért felelős azonosítására és a szennyezés terjedésének megakadályozására tett erőfeszítések eredményességének monitorozására. A szennyezők jellegzetes izotóp „ujjlenyomata” hulladéklerakók szennyező hatásának vizsgálatában is használható. Konzervatív nyomjelzőként a vízben található stabil nehéz hidrogén (deutérium,  $^2\text{H}$ ) és oxigén-18 ( $^{18}\text{O}$ ) izotópok feldúsulása korai indikátora lehet a hulladékból származó csurgalékvíz talajvíz szennyező hatásának. A hazai gyakorlatban újszerűnek számító stabil izotóp vizsgálatoktól azt reméltük, hogy segítenek a csurgalékvíz felszín alatti vizet szennyező hatásának feltárásában vagy kizárásában.

Az alapállapot vizsgálatok eredménye szerint a vizsgált terület talajvíze magas koncentrációban tartalmaz természetes eredetű (szulfidos ércek oxidációjának következtében keletkező) szulfátot. Az áramlási irány szerint a hulladéklerakó medencék alatti helyzetben lévő figyelőkutak vizében megjelenő magas szulfát-ion koncentráció eredete minden esetben kérdésként merült fel. A feltárás egyik megválaszolandó kérdése volt, hogy játszik-e szerepet a magas szulfát koncentráció kialakulásában – és ha igen mennyiben – a lerakott hulladék, illetve a hulladéktestben képződő csurgalékvíz. A kérdés megválaszolásában a 34 tömegszámú stabil kén izotóp, és a szulfátban található 18 tömegszámú oxigén izotóp arányának vizsgálatától reméltünk segítséget kapni.

### 4.3. A feltárás koncepciója

Korábbi vizsgálatok igazolták, hogy a terület felszín alatti vizei nem alkotnak egységes hidraulikai rendszert. Több, lencseszerűen elkülönült, egymással minimális hidraulikus kapcsolatban álló porózus víztartó képződmény tárolja a felszín alatti vizet, emiatt az átfogó értékeléshez a lehető legtöbb ponton történő mintavétel szükséges. Ezt figyelembe véve, a meglévő figyelőkutak mellett, a 2013. évi tényfeltárás és a 2018. évi felülvizsgálat során létesült, és használható állapotban fennmaradt 3 db mintavételi ponton is terveztünk mintavételt.

A meglévő mintavételi pontok elsősorban az esetleges szennyező hatások korai észlelését hivatottak biztosítani. A megalapozott értékelés érdekében, a háttér irányából érkező felszín alatti víz minőségének ellenőrzését lehetővé tevő kutak hézagos elhelyezkedését korrigálandó, három darab, a felszín alatti víz ismételt mintavételére alkalmas mintavételi pont kialakítását és mintázását terveztük.

További egy mintavételi pontot alakítottunk ki a jelenleg működő III. medencéből elvezetett csurgalékvíz átemelő aknája mellett.

A kutak, a meglévő és új mintavételi pontok mintázása mellett a mélyszivárgóban összegyűjtött víz, valamint a keletkező csurgalékvíz mintavételét és vizsgálatát terveztük.

A vizsgált terület felszín alatti vizeinek általános és egységes szempontok szerinti jellemzése érdekében valamennyi vízmintában elvégeztettük az általános vízkémiai komponensek, valamint a 6/2009.(IV.14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet szerinti fémek és félfémek koncentrációjának meghatározását.

A lerakott hulladék heterogenitása és ismeretlen összetétele miatt a 14/2005.(VI.28.) KvVM rendelet szerinti szűrő vizsgálatokat végeztettünk a mélyszivárgóval összegyűjtött vízből és a lerakó medencékhez legközelebb eső, azok felszín alatti vízre gyakorolt hatását figyelő S-9 és S-10 jelű kutak vizéből. Ugyanezen mintákban, valamint a csurgalékvízben GC-MS áttekintő vizsgálatot is végeztettünk az előforduló – határértékkel nem szabályozott – illékony- és nem illékony szerves vegyületek azonosítására.

A csurgalékvíz felszín alatti vizekben való megjelenését stabil környezeti izotópok ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{34}\text{S}$ ) arányának vizsgálatával terveztük igazolni vagy kizárni.

#### 4.3.1. Geodéziai, geofizikai és egyéb vizsgálatok

A feltárás során létesített mintavételi pontok, valamint a korábbi feltárásokból használható állapotban megmaradt észlelőkutak geodéziai bemérését GNSS hálózatra támaszkodva Leica GS 09 mérőállomással végeztük. A mérési eredményeket a feltárás létesítményeit bemutató **4.3-1. táblázat** tartalmazza.



#### 4.3.2. A feltárás létesítményei

A vizsgálatokhoz 4 db (SZ-1 – SZ-4 jelű) fúrás mélyült, melyek ismételt mintavételre alkalmas talajvíz mintavételi ponttá (ideiglenes kúttá) lettek alakítva. A gépi fúrások és ideiglenes kutak kivitelezője a Geokomplex Kft. volt.

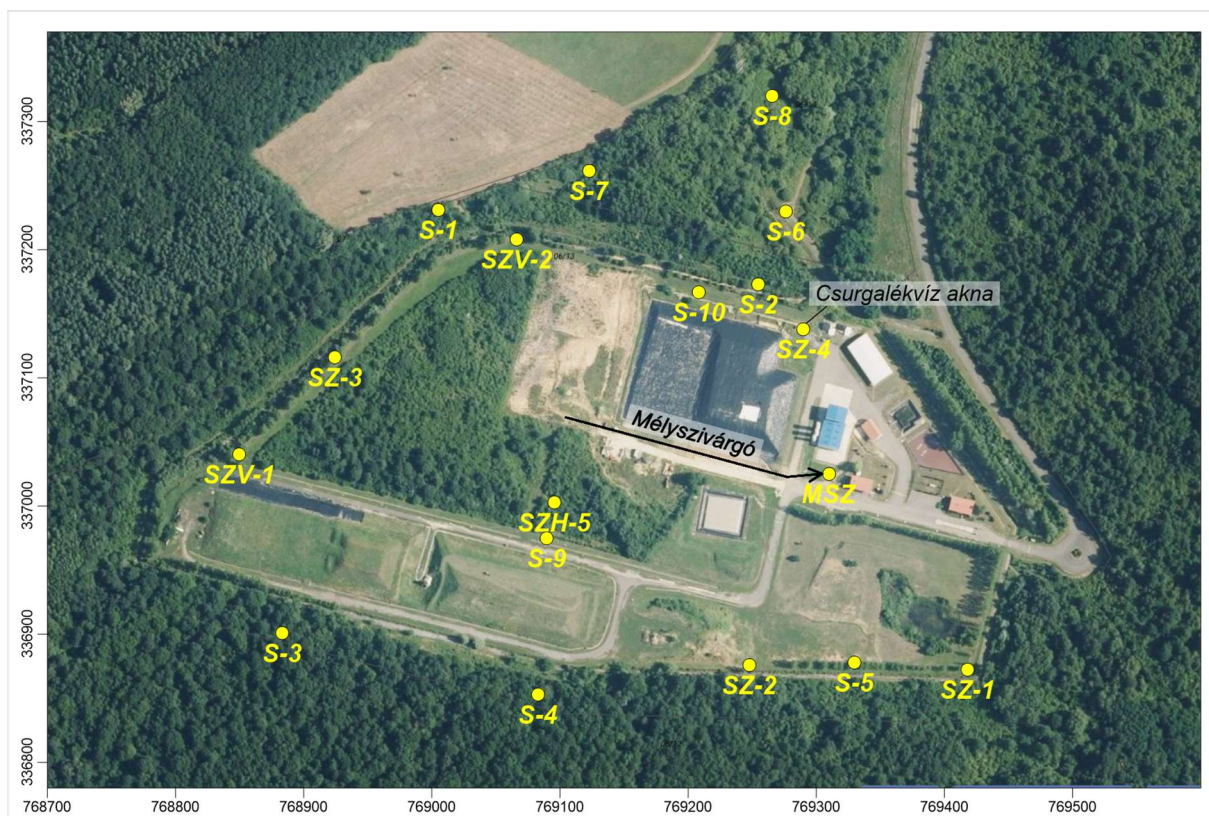
Az SZ-1 és SZ-2 fúrások a háttér irányából érkező víz minőségének jobb megismerése érdekében készültek. Ez a két mintavételi pont kiegészítette a meglévő S-3, S-4 és S-5 monitoring kutakat, így a háttér irányából érkező vizek minősége a lerakó déli határa mentén teljes hosszában ellenőrizhetővé vált.

A lerakó kerítése mellett létesült az SZ-3 jelű fúrás, ami kiegészülve az SZV-1 és S-1 pontokkal, a nyugati irányból érkező talajvíz megfigyelésére, ellenőrzésére ad lehetőséget.

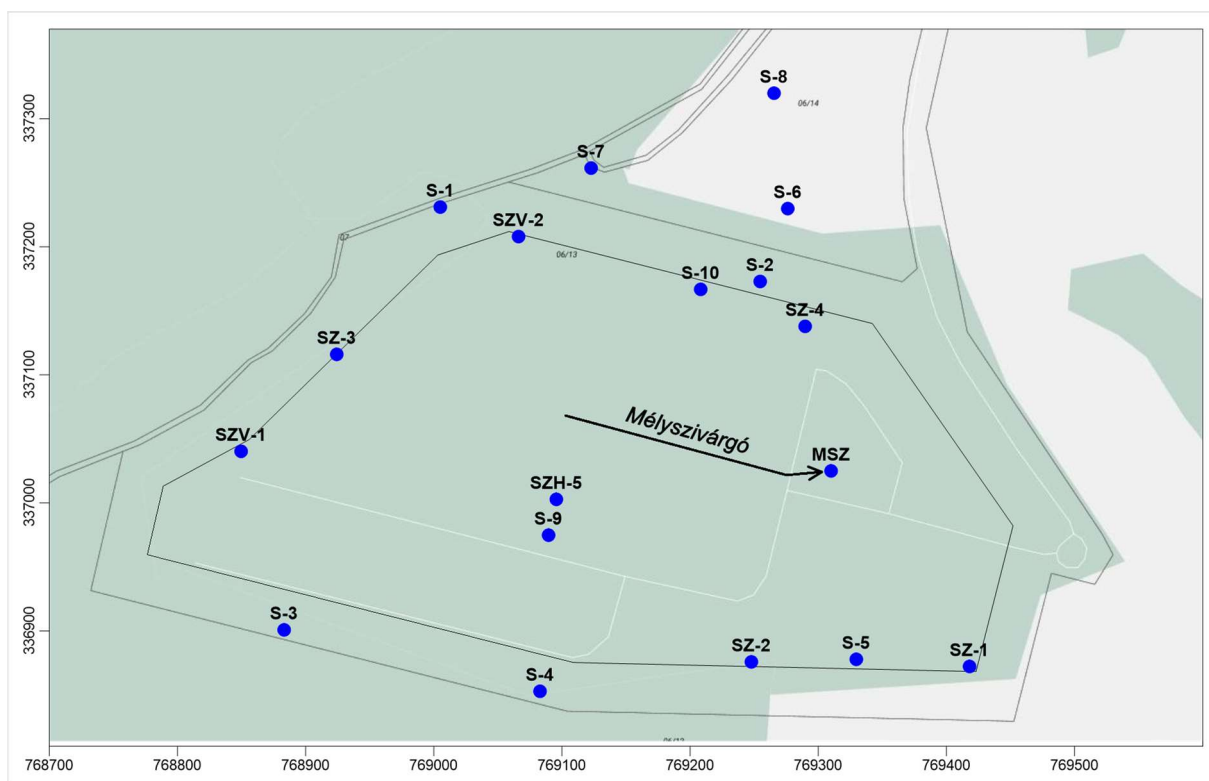
Az S-9 és S-10 jelű kutak a lerakó medencék ellenőrzésére készültek. Az S-9 jelű kúttól északra található SZH-5 jelű mintavételi pont létesítésének célja 2013-ban az volt, hogy lehetőséget biztosítson az S-9 kút környezetében ismertté vált szennyezés lehatárolására. Jelenlegi vizsgálatunkban funkciója a szennyezés elmozdulásának ellenőrzése volt.

Az SZ-4 jelű fúrás célja a csurgalékvíz akna szivárgásmentességének ellenőrzése volt. A gépi fúrást megelőzően az SZ-4 jelű mintavételi ponton kézi közműfeltárás történt 1,5 m mélységig.

A fúrási és mintavételi pontok helye a **2. és 3. ábrákon** látható. A fúrásnaplót a **3.**, a mintavételi jegyzőkönyveket a **4. melléklet** tartalmazza. A feltárás létesítményeinek műszaki jellemzőit a **4.3-1. táblázatban** foglaltuk össze.



2. ábra A fúrási és mintavételi pontok elhelyezkedése



3. ábra A fúrási és mintavételi pontok elhelyezkedése

**4.3-1. táblázat A feltárás létesítményei**

Jelölés	EOV-Y	EOV-X	Terepszint [mBf]	Talpmélység [m] terezsint alatt	Szűrőzött szakasz [m] terezsint alatt	Vízszintmérés alappontja (csőperem) [mBf]	Csőátmérő [mm]	Megjegyzés
SZ-1	769 418,03	336 872,31	199,33	17,0	10,0-15,0	199,827	125/120	
SZ-2	769 247,79	336 875,87	201,31	13,0	9,0-12,0	204,654	125/120	
SZ-3	768 924,29	337 116,04	197,93	15,0	8,0-13,0	198,376	125/120	
SZ-4	769 289,74	337 137,89	187,05	10,4	5,0-8,0	187,564	125/120	
S-1	769 005,06	337 231,03	189,17	10,0	5,0-9,0	190,00	110/100	
S-2	769 254,66	337 172,94	184,55	10,0	5,0-9,0	185,28	110/100	
S-3	768 883,23	336 900,86	221,94	23,0	18,0-22,0	222,82	110/100	
S-4	769 082,88	336 852,92	219,66	22,0	17,0-21,0	220,48	110/100	
S-5	769 329,67	336 877,89	201,34	27,0	20,0-26,0	202,26	110/100	
S-6	769 276,18	337 229,82	182,24	10,0	7,0-9,0	183,07	125/120	
S-7	769 122,75	337 261,46	184,53	10,0	3,0-8,0	185,52	125/120	
S-8	769 265,48	337 319,95	179,78	10,7	3,0-8,0	180,77	125/120	
S-9	769 089,56	336 974,83	206,52	11,7	2,5-10,0	206,93	125/120	
S-10	769 208,25	337 166,77	187,95	11,0	8,0-10,0	188,95	110/100	
SZV-1	768 849,65	337 040,28	205,68	7,0	4,0-6,0	206,28	125/120	2018 évi felülvizsgálat keretében létesültek
SZV-2	769 066,13	337208,01	189,49	7,0	4,0-6,0	189,98	125/120	
SZH-5	769 095,62	337 002,80	200,50	7,0	nem ismert	200,94		2013 évi tényfeltárás során létesült

#### 4.3.3. Mintavételek

A monitoring kutakból, a korábban készült és használható állapotban fellelt, valamint a jelen munka keretében kialakított mintavételi pontokon (lásd **2. és 3. ábra**) 2021. január 21-22-én és február 04-én felszín alatti víz mintavételt végeztünk.

A talajvíz mintavétele az MSZ ISO 5667-11 szabvány előírásai szerint történt. Tisztítószivattyúzás és mintavétel előtt minden ponton nyugalmi vízszintmérést végeztünk, amihez OWI-120 típusú elektromos vízszintmérőt használtunk. A talajvíz mintavételekor tisztító szivattyúzást követően a helyszínen mértük a talajvíz hőmérsékletét, pH-ját és fajlagos elektromos vezetőképességét. A helyszínen mért értékeket a **4. mellékletben** csatolt mintavételi jegyzőkönyvek tartalmazzák.

A csurgalékvízből és a mélyszivárgóval összegyűjtött vízből a mintákat merítéssel vettük a csurgalékvíz gyűjtő rendszer végaknájából és a mélyszivárgó tisztítóaknájából az oda folyamatosan befolyó vízből.

A mintavételeket a NATURAQUA Zrt. (NAH-7-0033/2016.) akkreditált mintavételi csoportja végezte. A mintákat a vizsgáló laboratórium által biztosított edényekbe vettük. A vízmintákat a laboratóriumi átadásig hűtve tároltuk és szállítottuk.

#### 4.3.4. Analitika

A vizsgálati koncepciónak megfelelően valamennyi vízmintában meghatároztuk az általános vízkémiai komponensek, valamint a toxikus fémek és félfémek koncentrációját. Ezek mellett a csurgalékvízből, a mélyszivárgóval összegyűjtött vízből, valamint az S-9 és S-10 jelű kutak vizéből elvégeztük a 14/2005.(VI.28.) KvVM rendelet szerinti szűrő vizsgálatokat. Ugyanezen mintákban GC-MS áttekintő vizsgálat is történt a határértékkel nem szabályozott illékony- és nem illékony szerves vegyületek azonosítására.

Kísérleti jelleggel 6 db mintában stabil izotóp ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{34}\text{S}$ ) vizsgálatokat végeztünk a csurgalékvizek felszín alatti vizekre gyakorolt hatásának feltárására.

Az analitikai vizsgálatokat a Nemzeti Akkreditáló Hatóság által NAH-1-1398/2019 számon akkreditált Wessling Hungary Kft. Környezetanalitikai Laboratórium végezte. Az egyes komponensek mérése során alkalmazott módszerek, illetve szabványok, valamint a mérési eredmények az **5. mellékletben** csatolt vizsgálati jegyzőkönyvekben megtalálhatók.

A feltárás során vett mintákban végzett analitikai vizsgálatokat a **4.3-2. táblázat** mutatja, illetve foglalja össze.

**4.3-2. táblázat A feltárás során vett vízminták és a mintákban végzett analitikai vizsgálatok**

Minta jele	Általános vízkémia	Fémek, félfémek Cr(VI) nélkül	Cr(VI)	Szűrővizsgálat ált. vízkém és fémek nélkül	GC-MS áttekintő illékony és nem illékony	Stabil izotóp vizsgálat
S-1	X	X				
S-2	X	X				
S-3	X	X				X
S-4	X	X				
S-5	X	X				X
S-6	X	X				
S-7	X	X				
S-8	X	X				
S-9	X	X	X	X	X	X
S-10	X	X	X	X	X	X
SZ-1	X	X				
SZ-2	X	X				
SZ-3	X	X				
SZ-4	X	X				
SZV-1	X	X				
SZV-2	X	X				
SZV-3	X	X				
SZH-5	X	X				
Mélyszivárgó	X	X	X	X	X	X
Csurgalékvíz	X	X			X	X

**4.3.5. Helyszíni mérések, vizsgálatok**

A feltáró fúrások mélyítése és a talajvíz mintavételi pontok kialakítása során kitermelt furatanyag (talaj) szemrevételezése és makroszkópos vizsgálata a helyszínen történt. A helyszínen rögzített fúrási rétegsor a fúrásnaplókban (**3. melléklet**) látható.

A monitoring kutakban, a kialakított új, valamint a fellelt korábbi mintavételi pontokon a mintavételt megelőzően talajvízszint mérést végeztünk. A méréshez OWI-120 típusú elektromos vízszintmérőt használtunk. A mérés az ismert magasságú csőperemekhez képest történt, a leolvasás pontossága  $\pm 1$  cm. A mérési eredmények az **5.2. fejezetben** kerülnek bemutatásra.

A vízmintavételek során a helyszínen mértük a talajvíz hőmérsékletét, pH-ját és fajlagos elektromos vezetőképességét. A helyszínen mért értékek a **4. mellékletben** csatolt mintavételi jegyzőkönyvben találhatók.

#### 4.3.6. Az eredmények értékeléséhez, feldolgozásához használt szoftverek, eszközök

A térképi ábrázolásokhoz és illusztrációkhoz, illetve a szennyezőanyagok eloszlásának szemléltetésére a Surfer felület- és eloszlás-modellező programot használtuk.

A mérési eredmények értékelése és feldolgozása a statisztikai célú R program felhasználásával történt.

## 5. A FELTÁRÁS EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE

### 5.1. Földtani felépítés

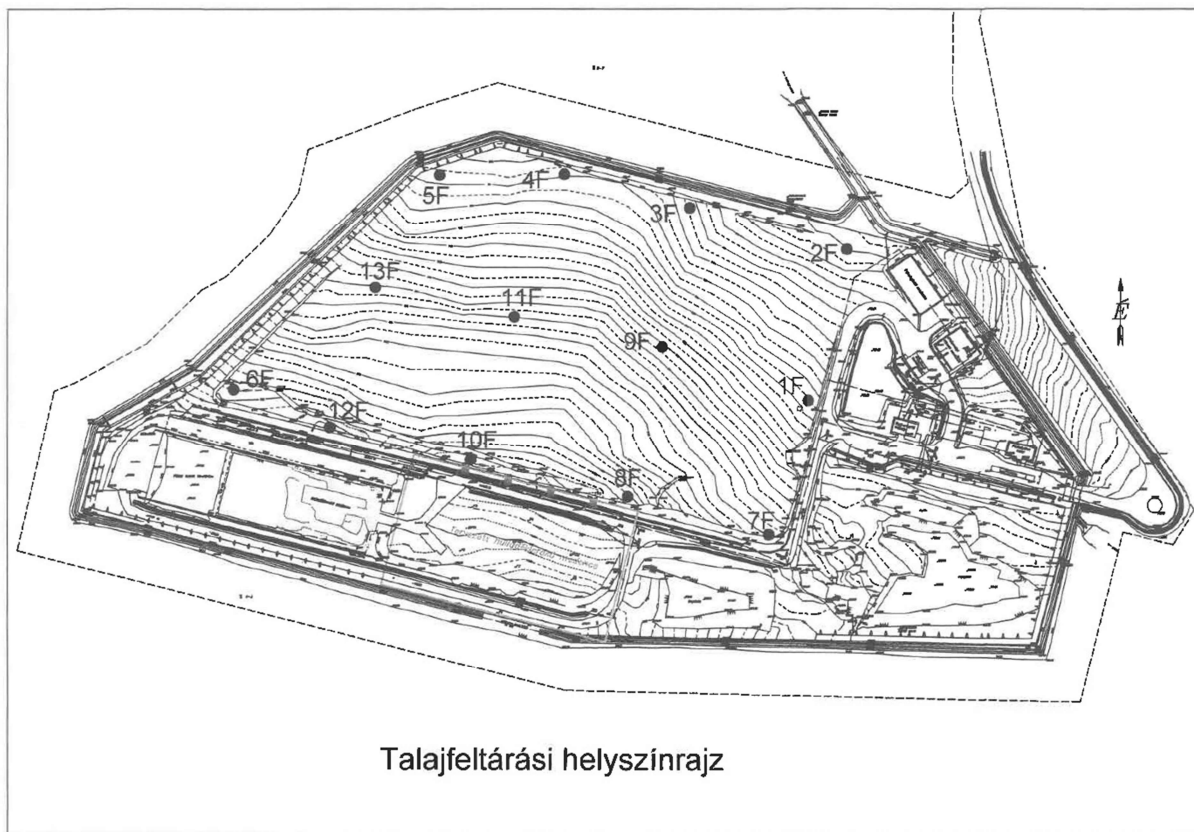
Földrajzi szempontból Szuhogy közigazgatási területe a Putnoki-dombság nevű kistáj része. A település a Rudabányai-hegység és Szendrő-hegység határán húzódik. A közelben található az ÉK-DNy irányú Darnó törésvonal, mely elválasztja a Szendrő-hegység paleozós képződményeit a Rudabányai-hegység triász formációitól. Ezek a rétegek metamorfizált sötétszürke szericités agyagpalából valamint homokkövekből épülnek fel és a területen átlagosan 150-200 m mélyen találhatók. Ere települtek rá a miocén korú csökkent sósvízi képződmények majd tarka agyagok, konglomerátumok, és egyes helyeken áthalmozott riolittufa is közbetelepült. Az ezen elhelyezkedő pannon összletek vastagsága körülbelül 40-50 méter, amelyben kőzetlisztes agyag helyezkedik el agyagos finomhomok lencsékkel. A negyedidőszaki képződmények fedik be a terület rétegsorát melyek vastagsága változó, az alacsonyabb térszíneken elvékonyodó, míg a magasabb területeken kivastagodó törmelékek és áthalmozott betelepülések találhatók. Ezek maximális vastagság 20 méter körüli. Ezen betelepülések helyenként rétegvizeket tárolnak, de nincsen összefüggő víztározó rendszere. A kistáj 200-400 mBf átlagmagasságú, D-i, DK-i csapású völgyekkel tagolt medence dombság. Ezen területekre jellemzőek a lejtős törmelékes tömegmozgások. A felszíni lepusztulás intenzív, különösen a D-i irányultságú lejtőkön. A terület harmadidőszaki üledékeken kialakult barna erdőtalajokkal van borítva, amely elhelyezkedése és vastagsága alapján változatos víztartó képességgel jellemezhető.

A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó Telep helyének kijelölése az 1990-es évek elején kezdődött, a MÁFI kutatásai alapján, melyhez a rendelkezésre álló fúrásokat, térképeket használták fel. Ezek eredménye alapján 1992-ben jelölték ki a mostani területet. A telep kialakítása óta eltelt két évtizedben fokozatosan bővítettek újabb tároló medencékkel a telephelyet, a legutolsó kazetta kialakítása jelenleg is folyamatban van.

A lerakó területén a terepszintek magassága a tengerszint feletti 180 és 220 méter között változik. A tárolómedencéket az északi lejtésű domboldal addigi futásába belevágták, majd terepszint fölé emelték. Az üzemelő medencék betöltésével párhuzamosan rekultiválják a területet, így rendezett terepviszonyok maradnak hátra.

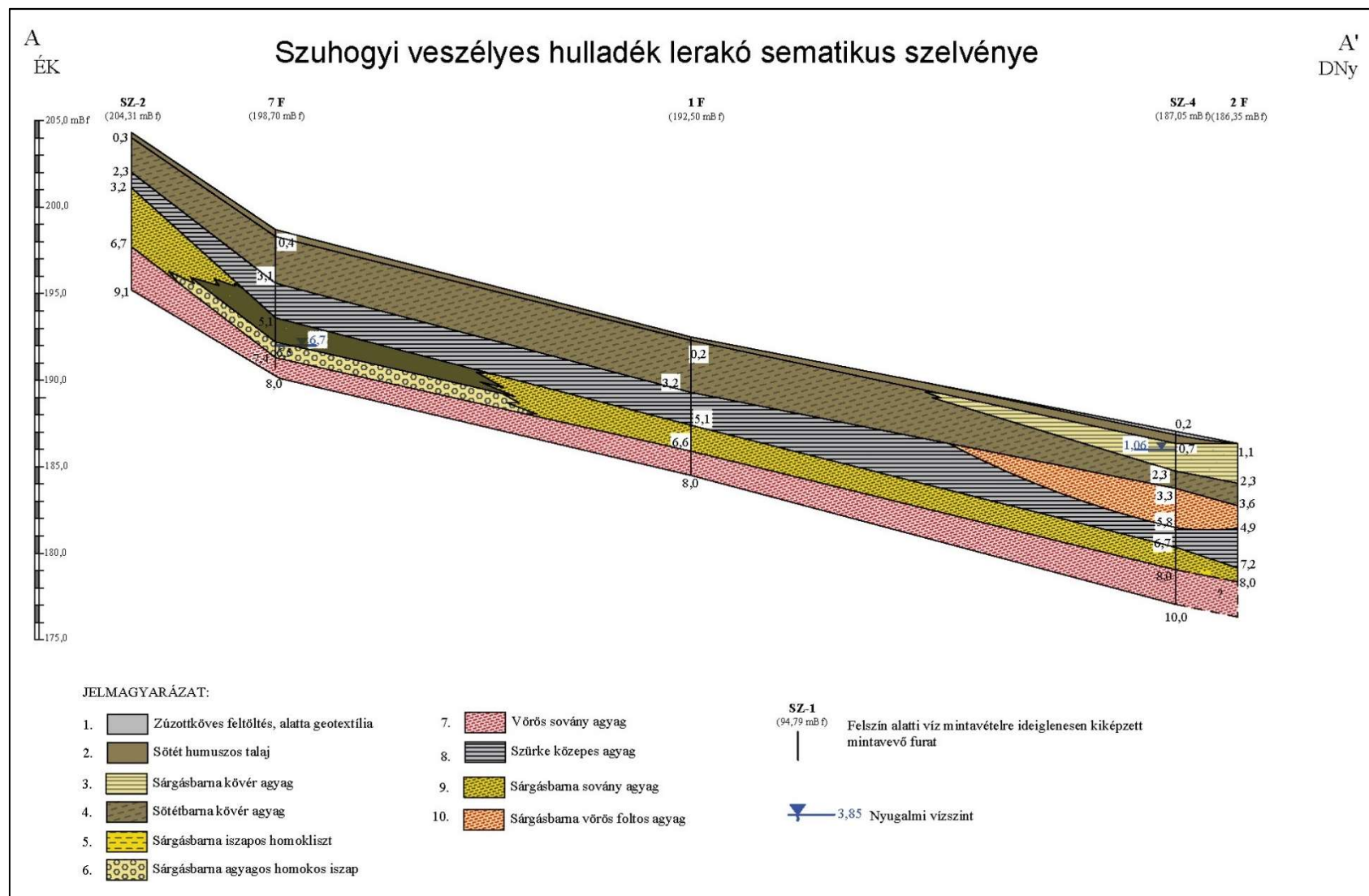
A terület felső részén a lejtő törmeléket felváltják az agyag rétegek, amelyek lépcsőzetesen ereszkedve alakítják ki a tárolómedencék felszínét. A terület északi, alvízi oldalán a Szuhogy patak ereded, ahol a különböző agyagrétegek iszapos homok, és homokos iszap rétegekkel fűződnek össze, amelyek a területen vízáadó rétegnek tekinthetők, bár az itt jelen lévő kutak távolhatása elhanyagolható. A terület fő alkotóelemei a különféle pannon agyagok, amelyek közül a lerakó területén a 7-8 méteres mélységben kezdődő vörös szemcsés szürkésvörös sovány agyag tekinthető fekünek, melyen sem az általunk megrendelt és a Geokopex Kft. által 2021-ben végzett 4 db fúrásnak (SZ-1, SZ-2, SZ-3, SZ-4), sem pedig a korábban szintén a Geokomplex Kft. által mélyített 3 db (SZV-1, SZV-2, SZV-3) fúrásnak nem sikerült áthatolnia. Ez alatt a réteg alatt egy szűkebb területen a II.-es kazetta mellett a Geo-S Bt. egy cementálódott

padot mutatott ki a mélyszivárgó mélységében, melyet a törésvonalból származtatható magasabb sótartalmú vizek feláramlásával jellemeztek. Ezt igazolta a Geos-Stat Kft által végzett CPTu nyomószondázás is 2006-ban. A jelen munka keretében mélyült és korábban végzett feltáró fúrások alapján is megállapítható, hogy a területen a sovány, közepes és kövér agyagok jelentős vastagságban vannak jelen a területen a felszín közelében. Az agyagkőzetek a fúrások alapján minimális vagy elhanyagolható hidraulikai kapcsolatban vannak, melyben a minimális kapcsolatot a változatos elhelyezkedésű finom homokos, homoklisztes lencsék, erek okozzák, így egységes talajvíz nincs a területen, a homoklisztes lencsék vízszintje nem mutat összefüggést. A lemélyített fúrások között egzakt, egységes rétegszelvény nem szerkeszthető. A 2008-ban Geo-Linea Kft által végzett talajmechanikai vizsgálatok során készült feltáró fúrások helyzete a **4. ábra** térképén látható. Az ezekből felhasznált 1F, 2F, 7F fúrások rétegsorából, és az általunk mélyített SZ-2 és SZ-4 feltáró fúrások rétegsoraiból szerkesztett elvi szelvény, ami az ÉÉK-DDNy irányú vonal mentén keresztezi a hulladéklerakó területét, az **5. ábrán** látható.



4. ábra





5. ábra

## 5.2. Hidrogeológiai, vízföldtani helyzet

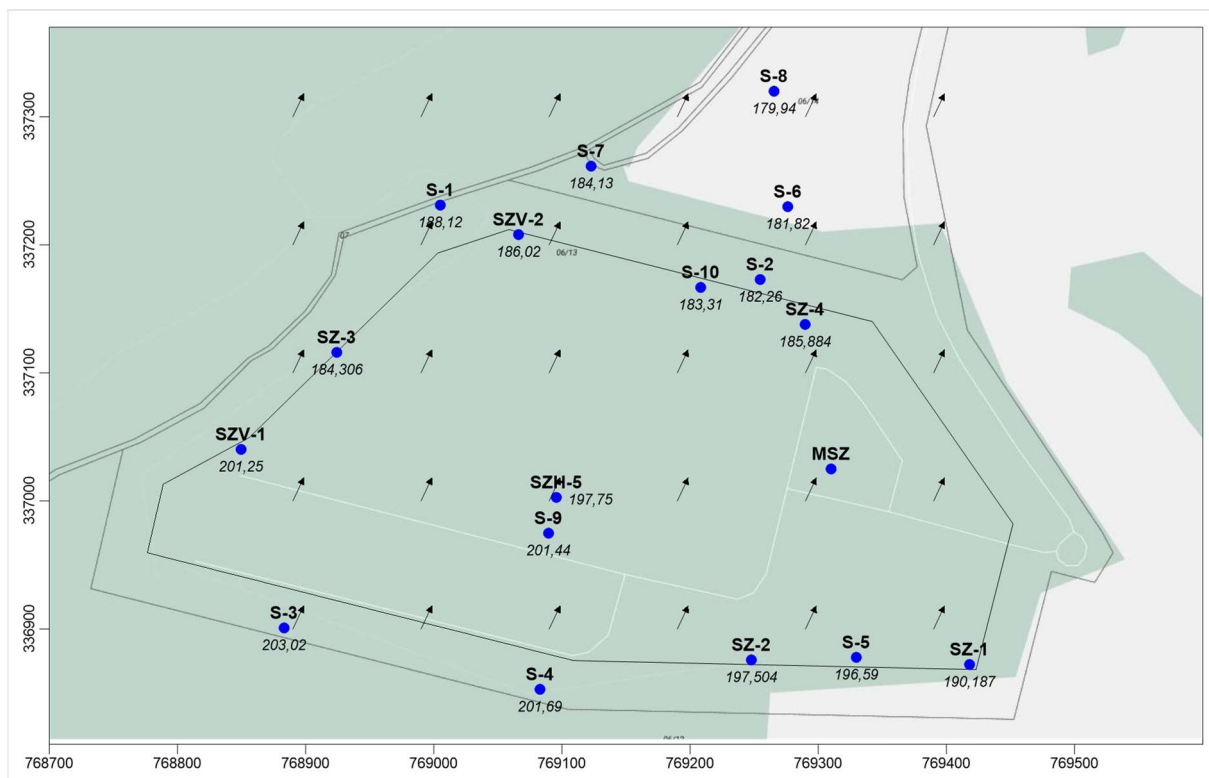
A vizsgált terület környezetében a felszíni lefolyásokat és szivárgó vizeket az Ormos- és a Suhogyi-patakok gyűjtik össze. A Suhogyi-patak a telephelytől É-i irányban kicsivel alacsonyabb térszínen ered, amely ez által egy mocsaras területet alakított ki a völgy aljában. A patak a forrástól Suhogy település irányába folyik, és a Bódva-folyóba torkollik. A patak az év nagy részében gyakorlatilag száraz, vagy alig szállít vizet. A telepet körülvevő – a szennyezett csapadék gyűjtését biztosító – árok vize szintén a patakba van vezetve. A lerakó szűkebben vett környezetében nincs ivóvíz bázis, vagy parti víztermelés.

A vizsgált területen és környezetében a talaj- és rétegvíz negyedkori üledékekben található. Az általában lencsékben elhelyezkedő kőzetlisztes, finomszemcsés homok betelepülések korlátozott kiterjedésűek, eltérő mélységben és utánpótlási viszonyokkal jellemezhetők, amelyek nincsenek, vagy csak minimális hidraulikus kapcsolatban állnak egymással, amit az egymáshoz közeli fúrásokban is tapasztaltunk az eltérő talaj vízszintek által. Ezek a talajvizek a szemcsés rétegekben megtalálhatók, fúrás utáni visszatöltődési idejük, ezáltal vízvezetési képességük is változatos. A negyedkori üledékekben a nyugalmi talajvízszintek a völgy felé, a terep felszínét követve csökkennek. Az alig összefüggő, korlátozottan vízvezető erek és lencsék megütött vízszintje és nyomása a felettük lévő rétegek vízzáróságát igazolja. Ezeket a lencséket nyomás alatt lévő víztest tölti ki, ami a kapilláris nyomással együtt gátolja a gravitációs beszivárgást. Az eddig megfigyelések alapján elmondható, hogy tavasszal az esőzéseknek köszönhetően valamivel magasabb a vízállás. Mivel egybefüggő talajvíz nincs a területen és a kapcsolatok is nagyon korlátozottak a víztartók között, ezért a talajvíznek csak regionális szivárgási iránya van, amely ÉK felé, a völgy irányába mutat. A talajvízszint nyomásértékei az **5.2-1. táblázatban**, a mért értékekre fektethető, a lokális eltéréseket kiegyenlítő sík által meghatározott regionális áramlási irány a **6. ábrán** látható.

Az **5. ábra** szelvényén jól látható, hogy a kőzetlisztes közbetelepüléseknél található vízádók nincsennek közvetlen hidraulikai kapcsolatban. Egyes fúrásokban pedig a talajvíz sem mutatható ki a fekünek tekinthető vörös agyagréteg mélységéig.

**5.2-1. táblázat Nyugalmi talajvízszintek 2021 január 21. - február 4.**

Név	Csőperem [mBf]	Vízszint		Név	Csőperem [mBf]	Vízszint	
		[m]	[mBf]			[m]	[mBf]
S-1	190,00	1,88	188,12	SZ-1	199,83	9,64	190,19
S-2	185,28	3,02	182,26	SZ-2	204,65	7,15	197,50
S-3	222,82	19,8	203,02	SZ-3	198,38	14,07	184,31
S-4	220,48	18,79	201,69	SZ-4	187,56	1,68	185,88
S-5	202,26	5,67	196,59	SZV-1	206,28	5,03	201,25
S-6	183,07	1,25	181,82	SZV-2	189,98	3,96	186,02
S-7	185,52	1,39	184,13	SZH-5	200,94	3,19	197,75
S-8	180,77	0,83	179,94				
S-9	206,93	5,49	201,44				
S-10	188,95	5,64	183,31				



6. ábra Talajvíz szintek és regionális áramlási irány  
a Suhogyi Ipari Hulladéklerakó Telep területén

### 5.3. Szennyező anyagok minősége és mennyisége

#### 5.3.1. A 2021. január-februárban vett talajvíz minták vizsgálatának eredményei

A 2021. január 21 és február 4. között vett talajvízminták vizsgálatának eredményeit az **5.3-1 – 5.3-11. táblázatok** foglalják össze. A mérési eredményeket a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről kiadott 6/2009. (IV.14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet 1-3. mellékleteiben található (B) szennyezettségi határértékekhez (a továbbiakban: (B) határérték) viszonyítva értékeltük. A szennyezettségi határértéket meghaladó értékeket **vastag piros számok** mutatják a táblázatokban.

A táblázatokban a csurgalékvíz minta (ami természetesen nem értékelhető felszín alatti vízként) vizsgálatának eredményét is feltüntettük, hogy látható legyen a különbség a talajvíz és a csurgalékvíz minősége között.

A táblázatok és a későbbiekben bemutatásra kerülő ábrák azt mutatják, hogy az általános vízkémiai komponensek közül pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, valamint klorid-, szulfát- és ammónium-ion tekintetében fordult elő határérték túllépés a vizsgált minták valamelyikében. A fémek és fémfémek csoportjából (B) határérték feletti koncentrációban nikkkel, arzén, higany, bór, antimon és alumínium volt jelen egy-egy mintában.

A szűrővizsgálatba bevont S-9 és S-10 jelű kút vizében, valamint a mélyszivárgó gyűjtőaknájába érkező vízben az alifás- és aromás, illetve alkilaromás szénhidrogének, a policiklikus aromás szénhidrogének, a halogénezett alifás- és aromás szénhidrogének, a fenolok és klórfenolok, valamint az egyéb szerves szennyezők csoportjába tartozó vegyületek koncentrációja nem érte el, vagy éppen csak elérte az alsó méréshatár értékét.

Az illékony és nem illékony szerves vegyületek áttekintő GC-MS vizsgálatának eredményei azt mutatták, hogy a csurgalékvízben előforduló és magas koncentrációban megtalálható vegyületek sem a lerakó medencék melletti S-9 és S-10 kutak vizében, sem pedig a mélyszivárgóval összegyűjtött talajvízben nem fordultak elő mérhető mennyiségben.

5.3-1. táblázat    Általános vízkémiai paraméterek értékei a 2021 január 21 és február 4. között vett vízmintákban

		Mintavételi pont (minta jele)																			Határérték
Komponens	Mértékegység	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	SZ-1	SZ-2	SZ-3	SZ-4	SZV-1	SZV-2	SZH-5	Mélyszivárgó	Csurgalékvíz	(B)
pH		7,06	6,0	6,39	5,97	6,12	6,27	5,42	6,35	6,62	7	7,4	6,96	7,5	7,18	5,16	5,21	5,24	6,97	5,44	pH <6,5 pH >9,0
Vezetőképesség 20 °C-on	µS/cm	1090	623	1980	639	263	1290	150	834	2180	1770	1700	1400	866	2950	302	190	477	1430	158000	2500
KOIps	mg O <sub>2</sub> /L	2,4	1,1	3,2	<0,5	4,9	0,7	3,8	1,3	4,5	2,9	11,4	0,9	1,6	5,4	2	2,4	2	1,2	750	–
p-lúgosság	mmol/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	–
m-lúgosság	mmol/L	5,7	3,1	16,8	6,1	1,7	7,8	0,4	6,5	4,5	7	12,9	9,4	7,6	4,3	1,9	0,4	0,4	8,3	20,5	–
Hidrogén-karbonát	mg/L	348	189	1020	372	104	476	24	397	275	427	787	573	464	262	116	24	24	506	1250	–
Karbonát	mg/L	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	–
Fluorid	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<2	1,5
Klorid	mg/L	6	34	<5	<5	<5	26	<5	11	409	239	66	20	15	454	7	10	80	81	95000	250
Bromid	mg/L	<0,5	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	<0,5	<0,5	11,8	9,5	1,1	0,5	<0,5	20	<0,5	<0,5	1,8	2,7	4400	–
Ortofoszfát	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,5
Szulfát	mg/L	380	140	490	<30	50	400	40	140	290	400	280	400	110	1060	40	50	130	360	2900	250
Ammónium	mg/L	0,07	<0,02	0,81	0,02	0,02	0,03	0,05	1,13	<0,02	<0,02	0,28	0,24	0,74	0,2	0,03	0,02	<0,02	<0,02	780	0,5
Nitrit	mg/L	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,05	0,03	<0,01	0,01	0,02	0,05	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	37,2	0,5
Nitrát	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	9	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	70	50
Összes keménység	mg CaO/L	227	162	764	190	67	394	37	246	354	547	514	499	245	955	73	40	97	450	11400	–
Vas (oldott)	mg/L	5630	1130	5780	14300	210	660	100	2080	<10	40	40	20	50	<10	2620	1200	170	<10	720	–
Mangán (oldott)	mg/L	413	37,1	1020	178	10,1	888	3,9	1160	20	154	164	598	1300	637	755	219	19,4	13,7	4460	–
Nátrium (oldott)	mg/L	59,5	37,3	34,9	15,4	11,7	60,3	5,6	33,8	171	91,6	78,8	36,7	36,6	197	20,1	10,4	37,5	48,9	38500	200
Kálium (oldott)	mg/L	0,5	0,3	8,4	4,1	0,3	2,8	0,5	6,4	85,7	1,9	3,8	7	6,2	10,2	0,4	0,3	1,9	6	20400	–
Kalcium (oldott)	mg/L	113	76,9	343	90,1	31,7	186	16,4	115	186	260	254	255	121	506	34,4	17,8	45,1	211	7400	–
Magnézium (oldott)	mg/L	29,7	23,6	123	27,7	9,6	57,8	6,1	36,7	40,6	79,4	68,8	61,6	32,6	107	10,8	6,7	14,6	67,1	462	–

5.3-2. táblázat Fémek és félfémek koncentrációi a 2021 január 21 és február 4. között vett vízmintákban

		Mintavételi pont (minta jele)																			Határérték
Komponens	Mértékegység	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	SZ-1	SZ-2	SZ-3	SZ-4	SZV-1	SZV-2	SZH-5	Mélyszivárgó	Csurgalékvíz	(B)
Króm (oldott)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2100	50
Króm (VI)	µg/L	–	–	–	–	–	–	–	–	<5	<5	–	–	–	–	–	–	–	<5	–	10
Kobalt (oldott)	µg/L	<0,5	<0,5	1,8	18	<0,5	1,3	<0,5	0,8	<0,5	0,8	0,9	1,8	5,7	0,9	3,4	1,3	<0,5	<0,5	186	20
Nikkel (oldott)	µg/L	1,8	<0,5	20,5	45,1	2	1,2	2,3	0,9	5	4,4	2,7	9,5	25,7	4,7	6,2	4,1	6,5	1,4	809	20
Réz (oldott)	µg/L	1,4	<0,5	<0,5	2,4	1,4	<0,5	1,9	<0,5	3,5	1,1	2	0,7	4,1	1,8	0,7	2,7	1,2	0,9	2410	200
Cink (oldott)	µg/L	2	2,5	17,3	21,1	9,6	<0,5	0,7	<0,5	43	36,8	12,6	14,9	9,3	15,4	3,8	4,5	5,2	11	657000	200
Arzén (oldott)	µg/L	<0,5	<0,5	0,9	26,1	<0,5	1,3	<0,5	1	<0,5	1,1	0,8	1	2	0,6	7,3	0,9	<0,5	<0,5	29,8	10
Molibdén (oldott)	µg/L	0,6	<0,5	<0,5	3,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,3	0,6	0,7	<0,5	4,1	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	578	20
Szelén (oldott)	µg/L	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	2	132	10
Kadmium (oldott)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	4810	5
Ón (oldott)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,5	10
Bárium (oldott)	µg/L	38,4	48,3	65	252	34,3	43,2	33,8	276	42,5	70,4	132	122	182	85,3	28,3	43,1	61,3	40,2	1420	700
Higany (oldott)	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,4	1
Ólom (oldott)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	29600	10
Bór (oldott)	µg/L	40	30	50	40	40	60	20	120	670	40	40	40	60	50	30	30	60	50	29900	500
Ezüst (oldott)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	64	10
Antimon (oldott)	µg/L	0,5	<0,5	1,1	10,6	1,4	<0,5	0,9	0,5	0,7	<0,5	0,7	1,6	8,5	1,4	2,8	3	1,2	0,9	65,7	5
Alumínium (oldott)	µg/L	9	<2	<2	19	204	60	127	26	<2	9	48	<2	31	<2	141	532	249	<2	77	200

**5.3-3. táblázat Alifás- és aromás szénhidrogének mennyisége a vizsgált talajvíz mintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
Benzol	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	1
Toluol	µg/L	<1	<1	<1	20
Etilbenzol	µg/L	<1	<1	<1	20
Xilolok összesen	µg/L	<2	<2	<2	20
Egyéb alkilbenzolok összesen (16)	µg/L	<15	<15	<15	20
VAPH (C6-C12)	µg/L	<20	<20	<20	
n-Hexán	µg/L	<1	<1	<1	
n-Dekán	µg/L	<1	<1	<1	
VALPH (C5-C12)	µg/L	<25	<25	<25	
VPH (C5-C12)	µg/L	<25	<25	<25	
EPH (C10-C40)	µg/L	<25	<25	<25	
Összes alifás szénhidrogén (TPH C5-C40)	µg/L	<50	<50	<50	100

**5.3-4. táblázat Egyéb szerves szennyezők mennyisége a vizsgált talajvíz mintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
2-Propanol	µg/L	<50	<50	<50	1
Piridin	µg/L	<0,25	<0,25	<0,25	0,75
Tetrahydrofuran	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	1
Tetrahydrotiofén	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	1
Etilénglikol	µg/L	<1	<1	<1	1
Propilénglikol	µg/L	<1	<1	<1	
2-Propoxietanol	mg/L	<1	<1	<1	
1,4-Butándiol	mg/L	<1	<1	<1	
Etildiglikol	mg/L	<1	<1	<1	
Butil-glikolát	mg/L	<1	<1	<1	
Dietilénglikol	mg/L	<1	<1	<1	
Dipropilénglikol	mg/L	<1	<1	<1	
2-Hexoxietanol	mg/L	<1	<1	<1	
2-Fenoxietanol	mg/L	<1	<1	<1	
Összes glikol (10)	mg/L	<1	<1	<1	

**5.3-5. táblázat Fenolok mennyisége a vizsgált talajvíz mintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
Fenol	µg/L	<1	<1	<1	20
2-Krezol	µg/L	<1	<1	<1	5
3-Krezol	µg/L	<1	<1	<1	
4-Krezol	µg/L	<1	<1	<1	
Krezolok (3)	µg/L	<1	<1	<1	
Pirotechin	µg/L	<1	<1	<1	5
Rezorcin	µg/L	<1	<1	<1	5
Összes fenol	µg/L	<1	<1	<1	20

**5.3-6. táblázat Klórfenolok mennyisége a vizsgált talajvíz mintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
2-Klórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	5
3-Klórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
4-Klórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
Monoklórfenolok (3)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,6-Diklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	1
2,4-Diklórfenol és 2,5-Diklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
3,5-Diklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,3-Diklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
3,4-Diklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
Diklórfenolok (6)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,4,6-Triklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	1
2,3,6-Triklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,3,5-Triklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,4,5-Triklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,3,4-Triklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
3,4,5-Triklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
Triklórfenolok (6)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	1
2,3,5,6-Tetraklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,3,4,6-Tetraklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
2,3,4,5-Tetraklórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
Tetraklórfenolok (3)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	1
Penta klórfenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Összes klórfenol (19)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	6



**5.3-7. táblázat Illékony halogénezett alifás szénhidrogének koncentrációja a vizsgált talajvízmintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
1,1-Diklóretén	µg/L	<1	<1	<1	10
cisz-Diklóretén	µg/L	<1	<1	<1	
transz-Diklóretén	µg/L	<1	<1	<1	
Diklórmétán	µg/L	<1	<1	<1	10
1,1,2-Trifluortriklóretán (Freon 113)	µg/L	<1	<1	<1	10
1,1-Diklóretán	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	1
1,2-Diklóretán	µg/L	0,5	<0,3	<0,3	
Kloroform	µg/L	<1	<1	<1	5
2-Klóretanol	µg/L	<1	<1	<1	5
Szén-tetraklorid	µg/L	<1	<1	<1	2
1,2-Diklóropropán	µg/L	<1	<1	<1	20
2,3-Diklóropropén	µg/L	<1	<1	<1	20
Brómdiklórmétán	µg/L	<1	<1	<1	30
Triklóretén	µg/L	<1	<1	<1	10
Epiklórhidrin	µg/L	<1	<1	<1	0,1
2-Klóretil-vinil-éter	µg/L	<1	<1	<1	5
cisz-1,3-Diklóropropén	µg/L	<1	<1	<1	10
transz-1,3-Diklóropropén	µg/L	<1	<1	<1	
1,1,2-Triklóretán	µg/L	<1	<1	<1	30
Dibrom-klórmétán	µg/L	<1	<1	<1	30
1,2-Dibrom-etán	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,3
Tetraklóretén	µg/L	<1	<1	<1	10
1,1,2,2-Tetraklóretán	µg/L	<1	<1	<1	10
Összes illékony halogénezett alifás szénhidrogén (23)	µg/L	0,5	<1	<1	40

**5.3-8. táblázat Halogénezett aromás szénhidrogének mennyisége a vizsgált talajvíz mintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
Klórbenzol	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	1
1,2-Diklórbenzol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
1,3-Diklórbenzol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
1,4-Diklórbenzol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
Diklórbenzolok (3)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	
Összes illékony klórbenzol (4)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Brómbenzol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
1-Klórnaftalin és 2-Klórnaftalin	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
1,2,3-Triklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
1,2,4-Triklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	
1,3,5-Triklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	
Triklórbenzolok (3)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	
1,2,3,4-Tetraklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
1,2,3,5-Tetraklórbenzol és 1,2,4,5-Tetraklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	
Tetraklórbenzolok (3)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	
Pentaklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Hexaklórbenzol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Halogénezett aromás szénhidrogének összesen (15)	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	2

**5.3-9. táblázat Policiklikus aromás szénhidrogének koncentrációja a vizsgált talajvízmintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			Határérték (B)
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	
Naftalin	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	2
1-Metilnaftalin	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	
2-Metilnaftalin	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaftilén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,2
Acenaftén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
Fluorén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
Fenantrén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Antracén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
Fluorantén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Pirén	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Benzo[a]antracén	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Krizén	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Benzo[b]fluorantén	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
Benzo[k]fluorantén	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
Benzo[e]pirén	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Indeno[1,2,3-cd]pirén	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Dibenzo[a,h]antracén	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	0,02
Benzo[ghi]perilén	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	0,02

**5.3-10. táblázat Nem illékony szerves vegyületek GC-MS áttekintése a vizsgált talajvízmintákban**

Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	Csurgalékvíz
Megjegyzés		n.d.	n.d.	n.d.	-
Egyéb heteroatom tartalmú alifás/aliciklusos szénhidrogének	µg/L	–	–	–	4500
Egyéb heteroatom tartalmú aromás szénhidrogének	µg/L	–	–	–	1200
Benzaldehid	µg/L	–	–	–	63
Anilin	µg/L	–	–	–	180
Fenol	µg/L	–	–	–	380
Acetofenon	µg/L	–	–	–	31
Benzil-alkohol	µg/L	–	–	–	28
N-metil-2-pirrolidon	µg/L	–	–	–	1300
N-etil-2-pirrolidon	µg/L	–	–	–	500
Tributilamin	µg/L	–	–	–	750
2-Fenilbutironitril	µg/L	–	–	–	47
Kaprolaktám	µg/L	–	–	–	66

n.d.: nem illékony szerves vegyületek a módszerrel nem kimutathatók

**5.3-11. táblázat Illékony szerves vegyületek GC-MS áttekintése a vizsgált talajvízmintákban**

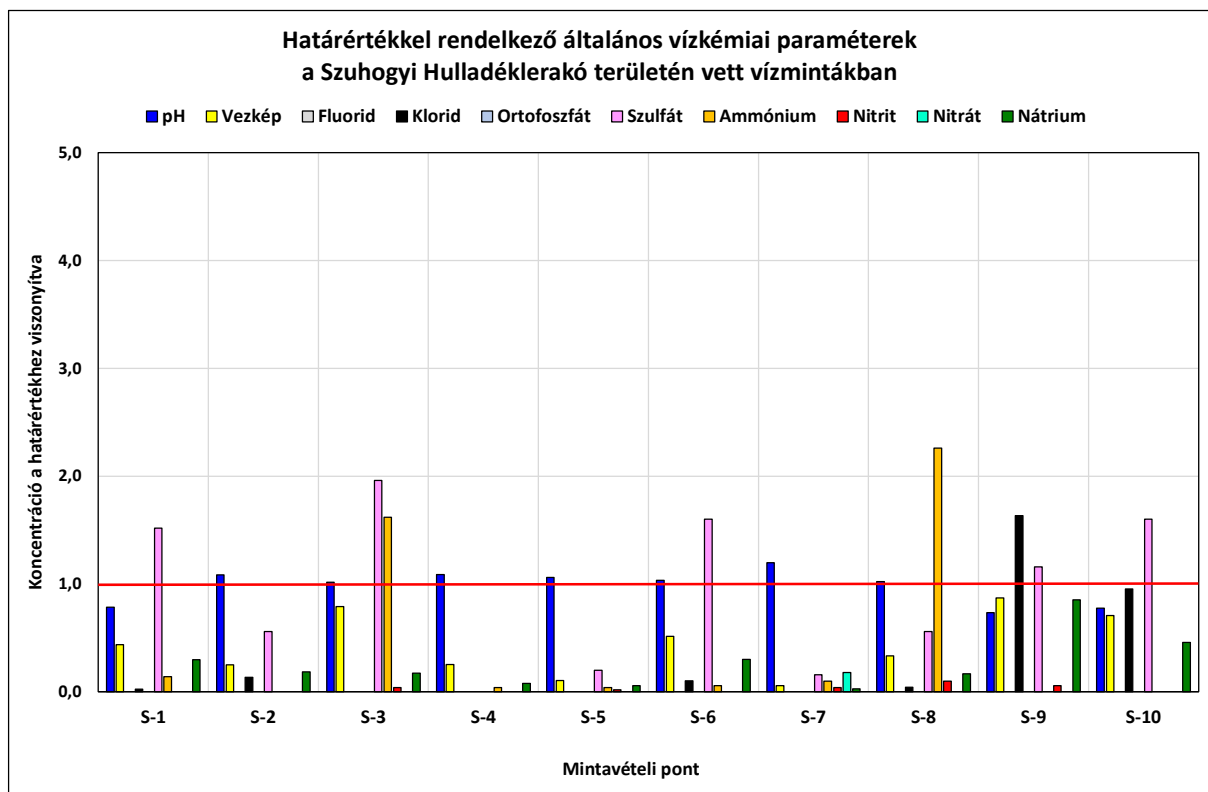
Komponens	Mértékegység	Mintavételi pont (minta jele)			
		S-9	S-10	Mélyszivárgó	Csurgalékvíz
Megjegyzés		–	—	n.d.	–
MTBE	µg/L	–	—	–	400
Benzol	µg/L	–	—	–	2
terc-Butanol	µg/L	–	—	–	1500
Etanol	µg/L	–	—	–	350
2-Propanol	µg/L	–	—	–	460
Aceton	µg/L	–	—	–	1000
Izobutanol	µg/L	–	—	–	400
1-Butanol	µg/L	–	—	–	950
Egyéb alkoholok	µg/L	–	—	–	140
Trimetil-szilanol	µg/L	3	3	–	120
Tetrahidrofurán	µg/L	–	—	–	160
Etil-metil-kezon	µg/L	–	—	–	83
Piridin	µg/L	–	—	–	570
Izobutil-metil-kezon	µg/L	–	—	–	55
Dimetil-szilándiol	µg/L	–	—	–	69
1-Metoxi-2-propanol	µg/L	–	—	–	300
Egyéb glikolok	µg/L	–	—	–	300
1-Propanol	µg/L	–	—	–	55
Ciklohexanon	µg/L	–	—	–	4

n.d.: illékony szerves vegyületek a módszerrel nem kimutathatók

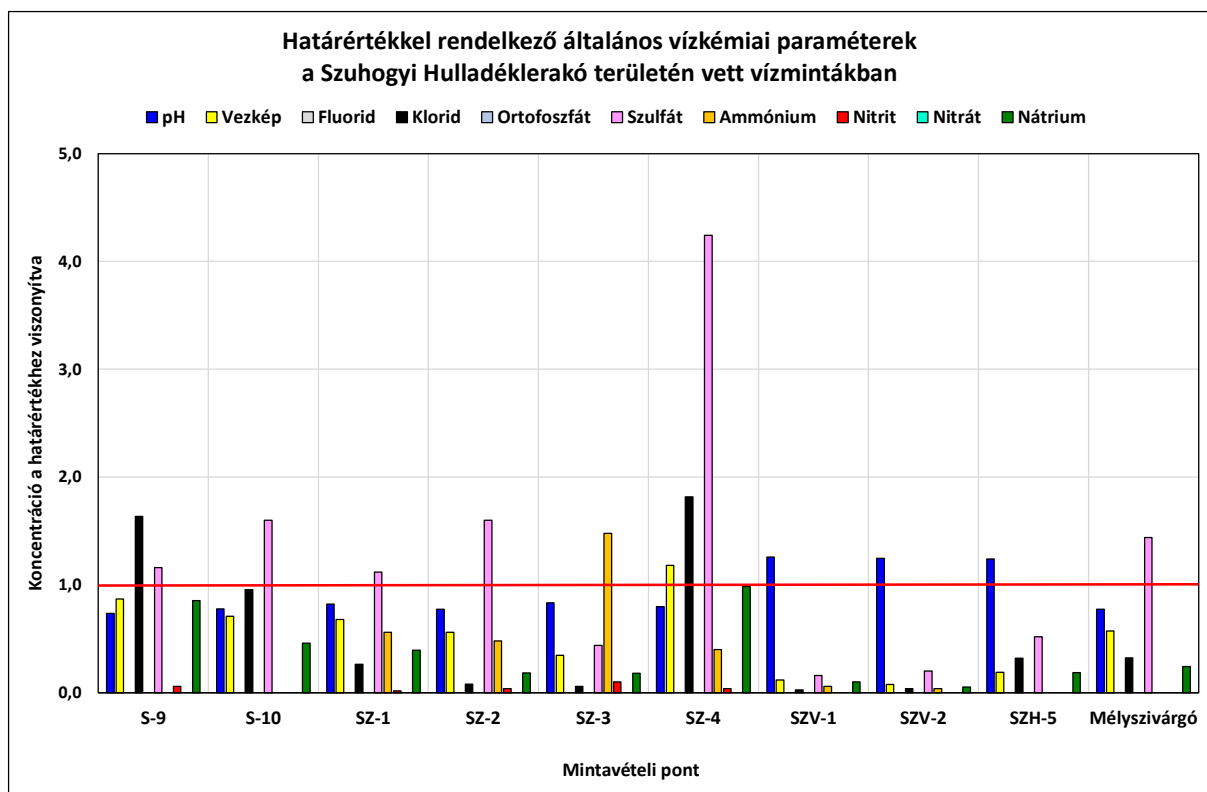
### 5.3.2. Általános vízkémiai vizsgálatok eredményének értékelése

A 2021. január 22. és február 4. között vett minták vizsgálatának eredménye a mintavétel időpontjára jellemző, pillanatnyi állapotról ad információt. A megalapozottabb értékelés érdekében a kapott mérési eredményeket a lerakó üzemeltetése óta végzett monitoring tevékenység során kapott eredményekkel együtt, azokkal összefüggésben (is) vizsgáltuk. Az általános vízkémiai paraméterek vizsgálata 2017-től zajlik negyedéves gyakorisággal, így az értékeléshez ezt a négy éves adatsort használtuk.

A 7 – 8. ábrákon a határértékkel szabályozott általános vízkémiai komponensek koncentrációit láthatjuk a határértékekhez viszonyítva. Ebben az ábrázolásban minden komponens határértéke az 1,0 értékhez tartozik, az egynél nagyobb értékek határérték túllépést jelentenek.



7. ábra

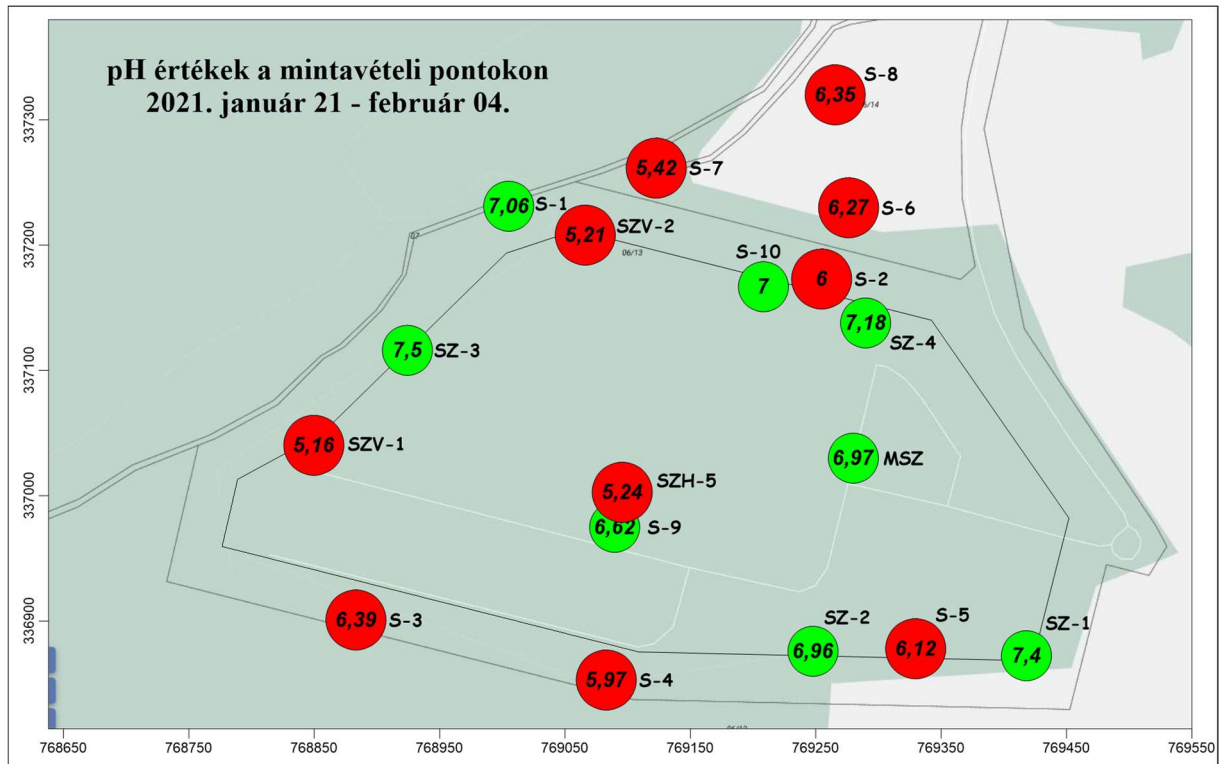


8. ábra

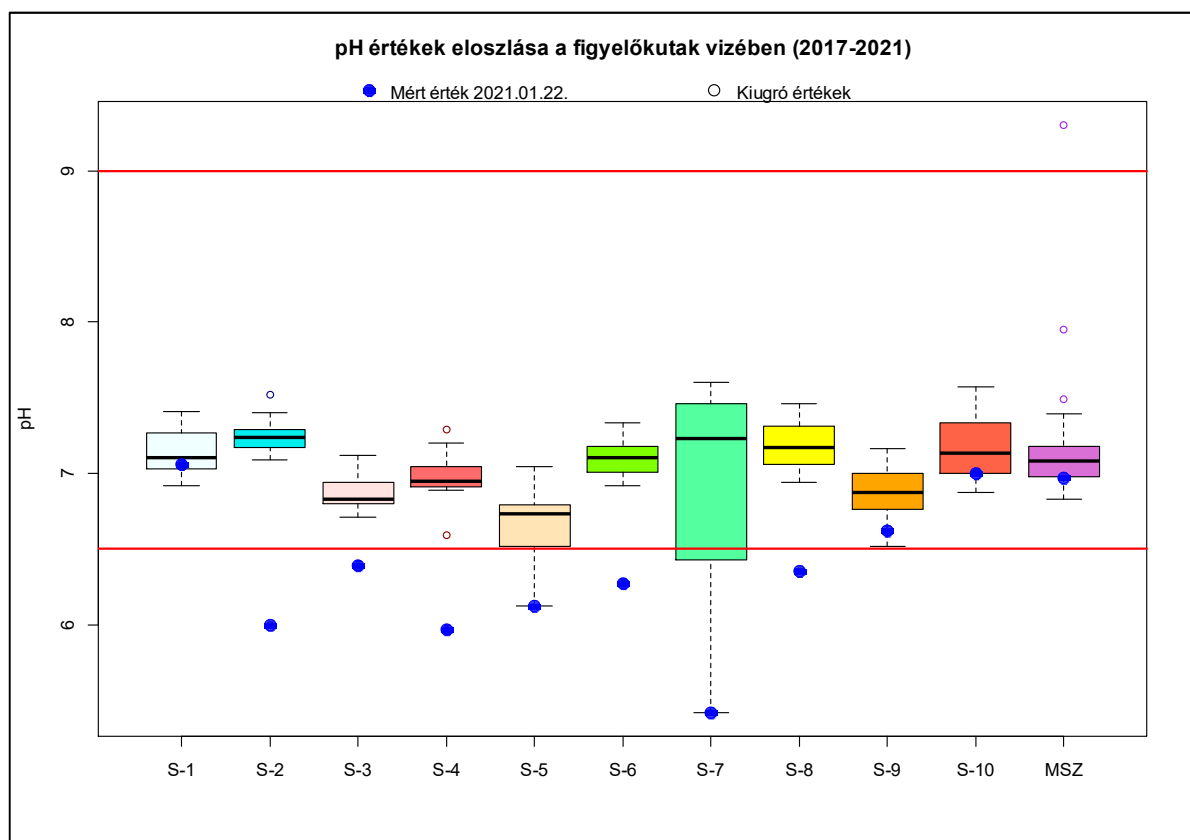
A 2021-es mérési eredményeink szerint a határértékkel szabályozott általános vízkémiai komponensek közül a pH esetében volt a legtöbb határérték túllépés. A 18 mintavételi ponton vett vízmintából tízben kisebb volt pH, mint a (B) szennyezettségi határérték alsó értéke. A rendkívül alacsony pH értékek mind a telephely háttér kútjaiban (S-3, S-4, S-5), mind pedig a telephelytől áramlási irányban található kutakban is (S-2, S-6, S-7, S-8) előfordultak. Az alacsony pH-jú mintavételi pontok elhelyezkedése véletlenszerű (lásd **9. ábra**), a talajvíz gyengén savas kémhatása nem hozható összefüggésbe a lerakó működésével, valószínűbbnek tűnik valamilyen évszakos változás hatásának megjelenése.

A **10. ábrán** látható a figyelőkutak és a mélyszivárgó vizében 2017-2021 években mért pH értékek doboz diagramja. Az ilyen diagramokon ábrázolt „dobozok” vízszintes oldalai az alsó és felső kvartilis<sup>2</sup>, a középen látható vastag vízszintes vonalak a medián értékét mutatják. A dobozból kinyúló függőleges karok tartománya addig a legkisebb és legnagyobb értékig terjed, melynek távolsága az alsó és felső kvartilistól nem nagyobb, mint a belső kvartilisek különbségének 1,5-szerese. Más szavakkal: azokat a szélső értékeket mutatja meg, melyek a doboz aljától és tetejétől nincsenek messzebb, mint a doboz magasságának másfélszerese. A karok végétől távolabb elhelyezkedő pontokat tekintjük kiugró értéknek. Kiugró érték nélküli esetben a tartomány végpontjai a legkisebb és legnagyobb értéknél találhatók.

<sup>2</sup> Az eredmények negyede kisebb, mint az alsó kvartilis (25%) és az eredmények negyede nagyobb, mint a felső kvartilis (75%).



9. ábra



10. ábra



A **10. ábrán** látható, hogy a felmérésünk során kapott pH értékek vagy kiugróan alacsony értékek, vagy az eredmények alsó negyedébe esnek. Ez az egységes kép arra utal, hogy az alacsony pH értékek nem tekinthetők lokális, vagy szennyező hatás eredményének, inkább valamilyen területi hatás érvényesült.

A kutak vizében mért pH értékekben megjelenő trend jellegű változást Mann-Kendall teszt segítségével vizsgáltuk. A Mann-Kendall próba egy nem-paraméteres eljárás trend jellegű változás azonosítására, amely nem magukat az értékeket, hanem az adatok egymáshoz viszonyított értékét veszi figyelembe. Előnye, hogy nem kívánja meg az adatok normális eloszlását, és kezelni tudja a hiányzó-, illetve az alsó méréshatár alatti adatokat is. A teszt eredménye a Kendall-féle  $\tau$  (tau), amely -1 és +1 közötti érték. Pozitív  $\tau$  növekvő, míg negatív előjelű  $\tau$  csökkenő trendet jelez. A  $\tau$  értéke az adatok monotonitásának mértékét jelzi, minél nagyobb a  $\tau$  abszolút értéke, annál inkább monoton módon változnak az adatok.

A szignifikancia teszt alap hipotézise ( $H_0$ ), hogy az adatok függetlenek és véletlenszerű eloszlásúak, az alternatív hipotézis pedig az, hogy az adatok monoton trendet követnek. A Mann-Kendall teszt másik eredménye a  $p$  (kétoldali hiba) értéke, ami az ún. elsőfajú hiba valószínűségét adja meg (azaz mekkora valószínűséggel tévedünk, ha elvetjük az alap hipotézist). A trend meglétének igazolásához ezt a  $p$  értéket viszonyítjuk az elvárt szignifikancia szinthez. A statisztikai gyakorlatnak megfelelően  $p < 0,05$  esetben a teszt eredményét szignifikánsnak tekintjük.

A figyelőkutak vizében a 2017-2021 években mért pH értékekkel elvégzett Mann-Kendall próbák eredményei az **5.3-12. táblázatban** láthatók. A táblázatban a  $\tau$  és a  $p$  értékeket tüntettük fel, a  $p$  értékét színnel is jelöltük:  $p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$ .

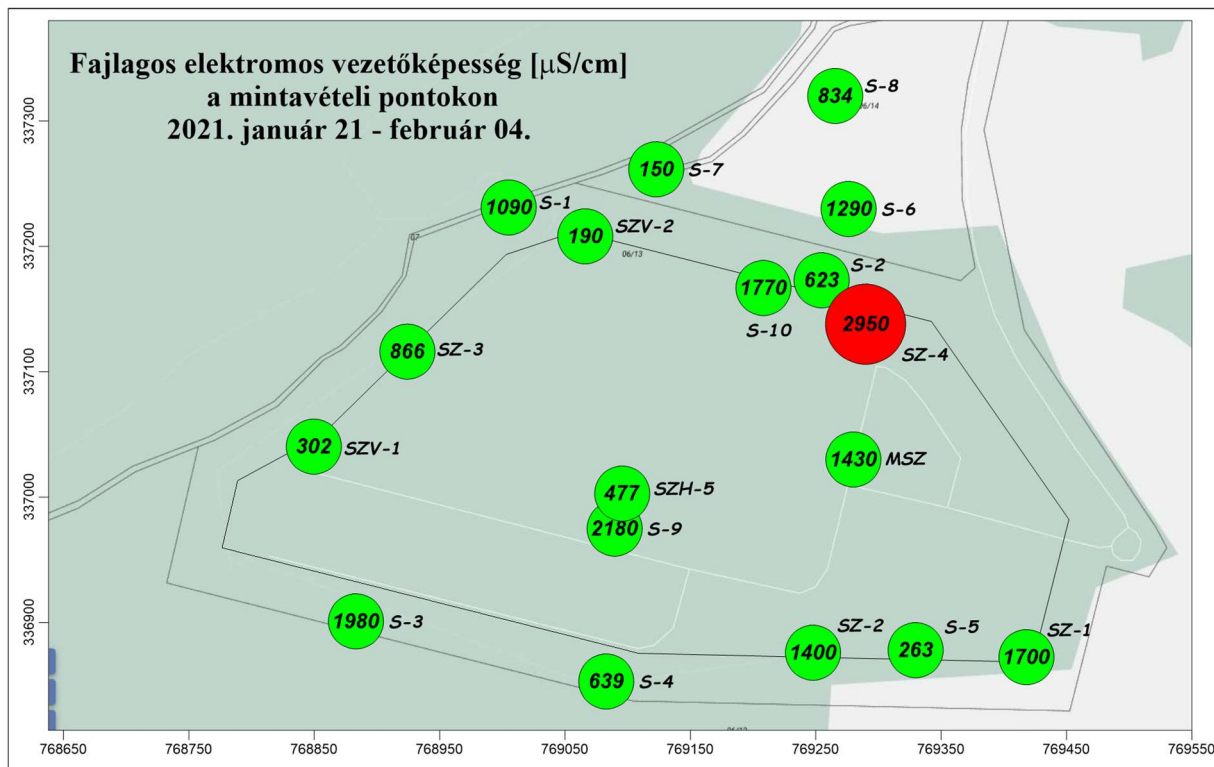
#### 5.3-12. táblázat

##### A 2017-2021 években mért pH értékek Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	-0,3092	-0,2667	-0,2583	-0,1926	-0,2538	-0,3408
$p$	0,0810	0,1487	0,1610	0,3023	0,1723	0,0633
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,0294	-0,2206	-0,1926	-0,2687	-0,0159	
$p$	0,9016	0,2322	0,3023	0,1478	0,9482	

A Mann-Kendall próbában kapott eredmények szerint a monitoring kutak többségére a pH kismértékű csökkenése jellemző ( $\tau$  értéke negatív), de ez a csökkenés nem tekinthető szignifikánsnak ( $p > 0,05$ ).

Az **5.3-1. táblázat** és a **11. ábra** szerint a fajlagos elektromos vezetőképesség csak az SZ-4 jelű mintavételi ponton haladta meg a 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -es (B) határértéket. A vezetőképesség magas értéke az ugyanitt mért magas klorid- és szulfát-ion koncentráció következménye.

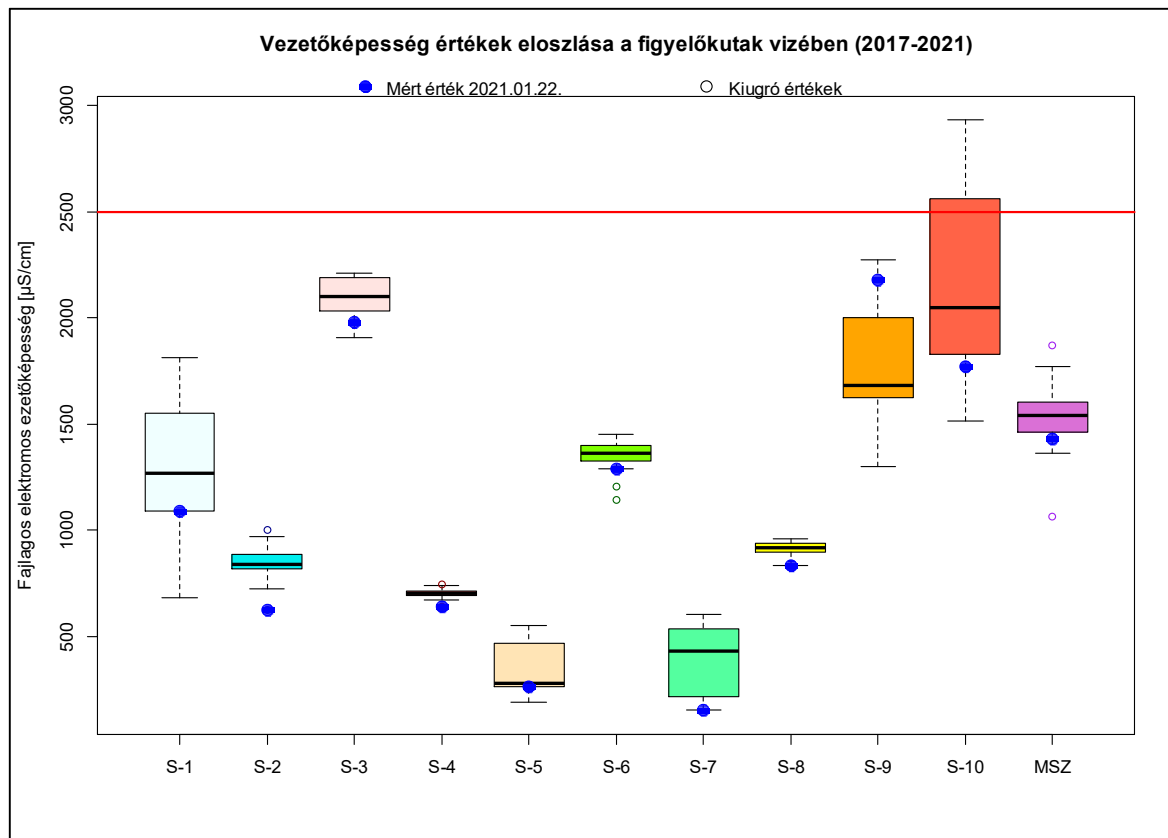


11. ábra

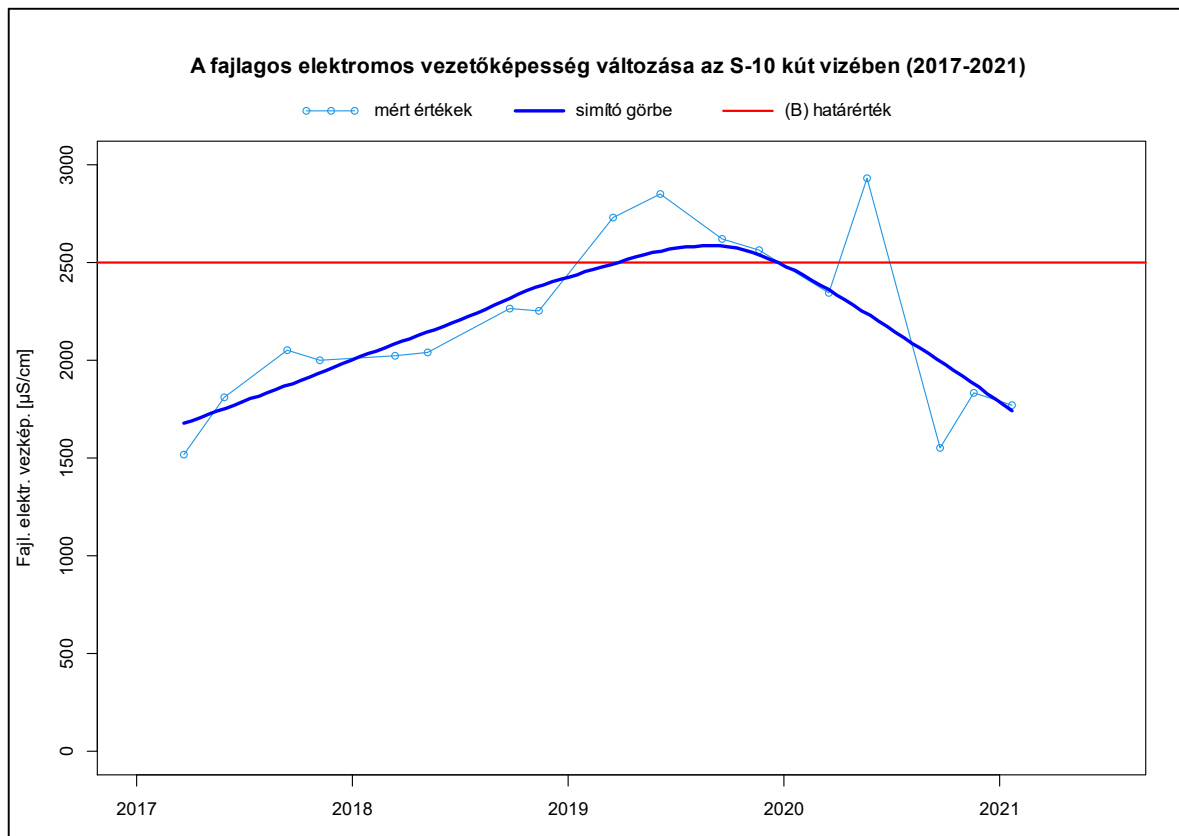
A monitoring rendszer mintavételi pontjain 2017-2021 években mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek eloszlását mutatja a **12. ábra**. Az ábrán látható, hogy az utóbbi négy évben csak az S-10 jelű kút esetében haladta meg a vezetőképesség a (B) értéket.

Az S-10 kút vizében mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek időbeni változását és a mérési pontokra illesztett lokálisan súlyozott simító (Locally Weighted Scatterplot Smoothing) görbét mutatja a **13. ábra**. Az ábra tanúsága szerint a kút vizének elektromos vezetőképessége a korábbi emelkedést követően 2019 óta csökken.

A monitoring pontokon vett vízmintákban mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékekkel elvégzett Mann-Kendall próbák eredményei az **5.3-13. táblázatban** láthatók. A táblázat adatai szerint az S-2 és az S-3 jelű kutak vizének vezetőképességében szignifikánsnak tekinthető emelkedő trend mutatható ki.



12. ábra



13. ábra

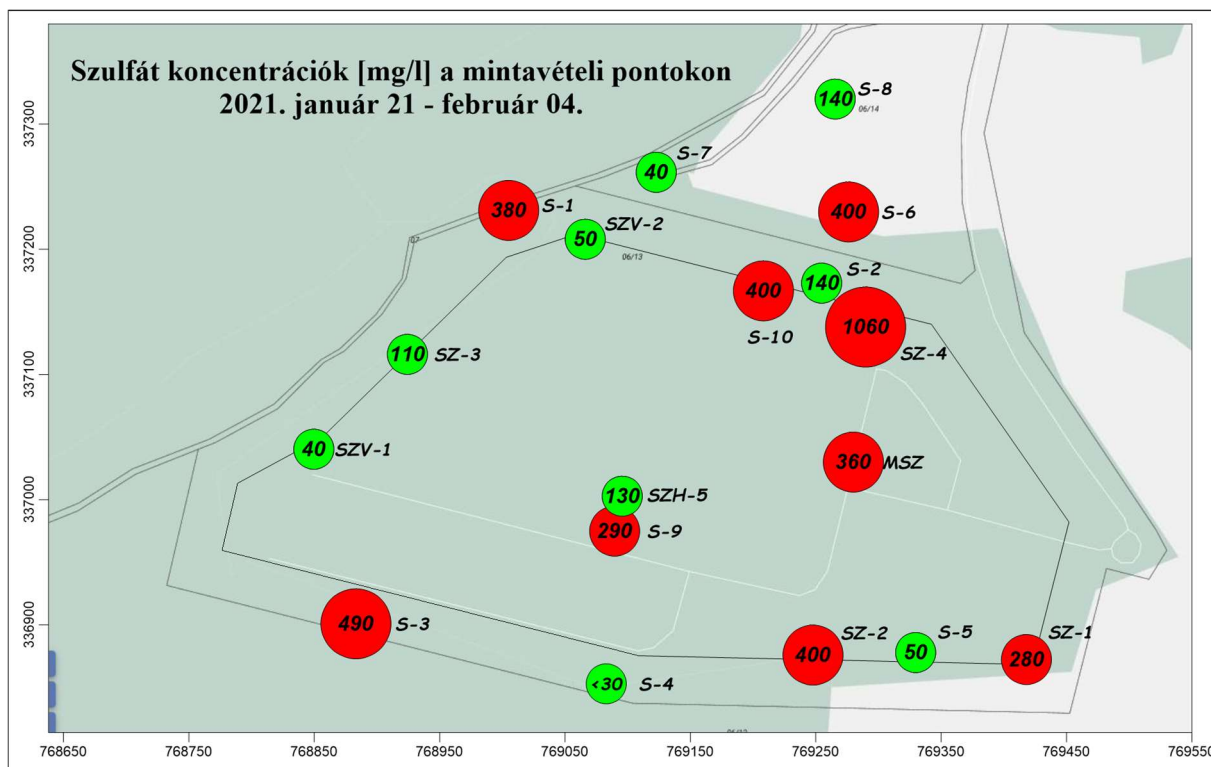
### 5.3-13. táblázat

A 2017-2021 években mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	0,1705	0,4118	0,6317	0,2963	-0,2370	0,1482
p	0,3433	0,0235	0,0006	0,1076	0,2008	0,4330
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,3088	0,0000	-0,0593	0,2353	0,1895	
p	0,0912	1,0000	0,7727	0,2016	0,2561	

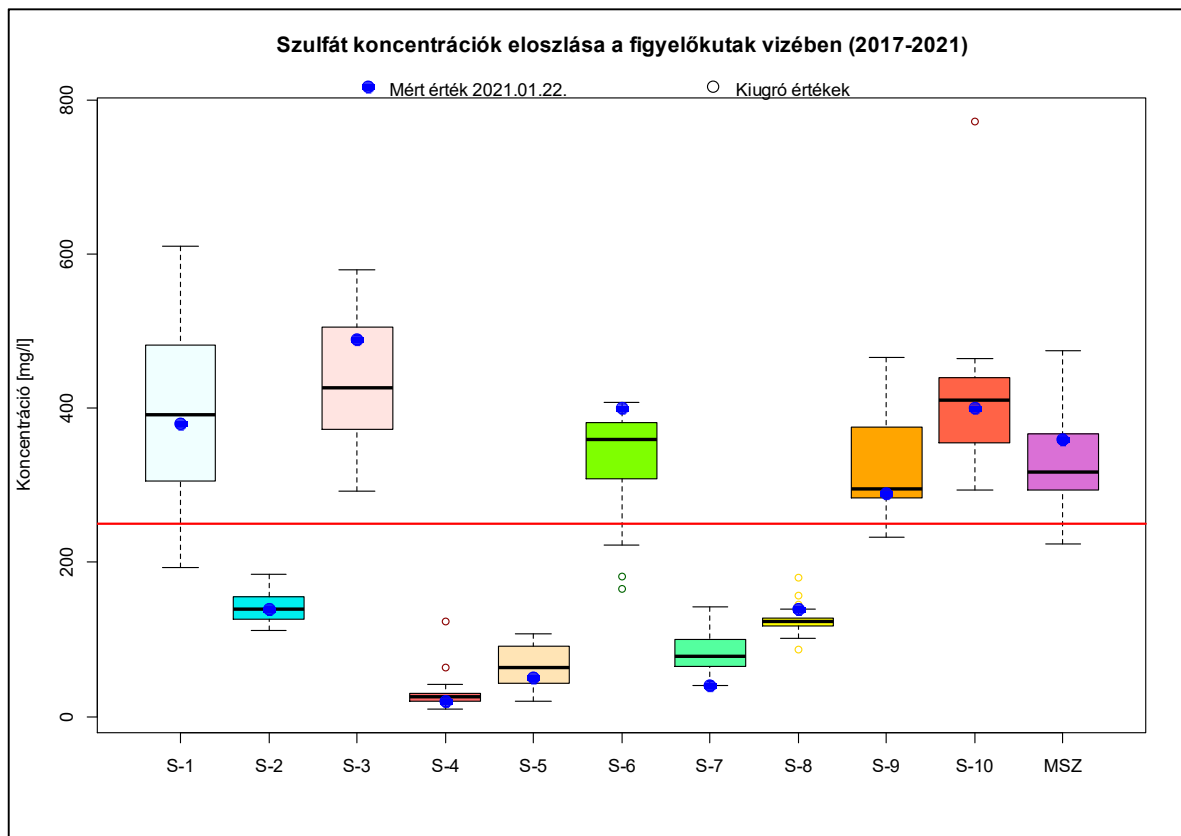
$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

Amint az a 7-8. ábrán és az 5.3-1. táblázatban látható volt, a jelen munka keretében vett vízminták felében a szulfát-ion koncentráció túllépte a szennyezettségi határértéket. (B) érték feletti szulfát tartalom a háttérnek tekinthető terület talajvizére is jellemző, az S-3 – S-4 – SZ-2 – S-5 – SZ-1 pontok alkotta szelvényben a határértéknél kisebb és a határértéket meghaladó szulfát koncentrációk felváltva fordultak elő. A talajvíz szulfát koncentrációjának területi egyenlőtlenségét, a kis távolságon belüli nagy koncentrációkülönbségeket szemlélteti a 14. ábra, ami megerősíti azt a vízföldtani képet, amely szerint a területen a talajvíz egymással nem, vagy csak korlátozott hidraulikai kapcsolatban álló lencsékben és erekben található.



14. ábra

A kapott értékek jól illeszkedtek a korábbi évek eredményeihez, amit a **15. ábra** szemléltet. A **D ábra** jól láthatóan mutatja, hogy a monitoring pontok két csoportra oszlanak. Az S-1, S-3, S-6, S-9 és az S-10 kutak, valamint a mélyszivárgó vizében jellemzően (B) határérték feletti a szulfát-ion koncentrációja, míg az S-2, S-4, S-5, S-7 és S-8 jelű kutak vizének szulfát tartalma jóval határérték alatti.



15. ábra

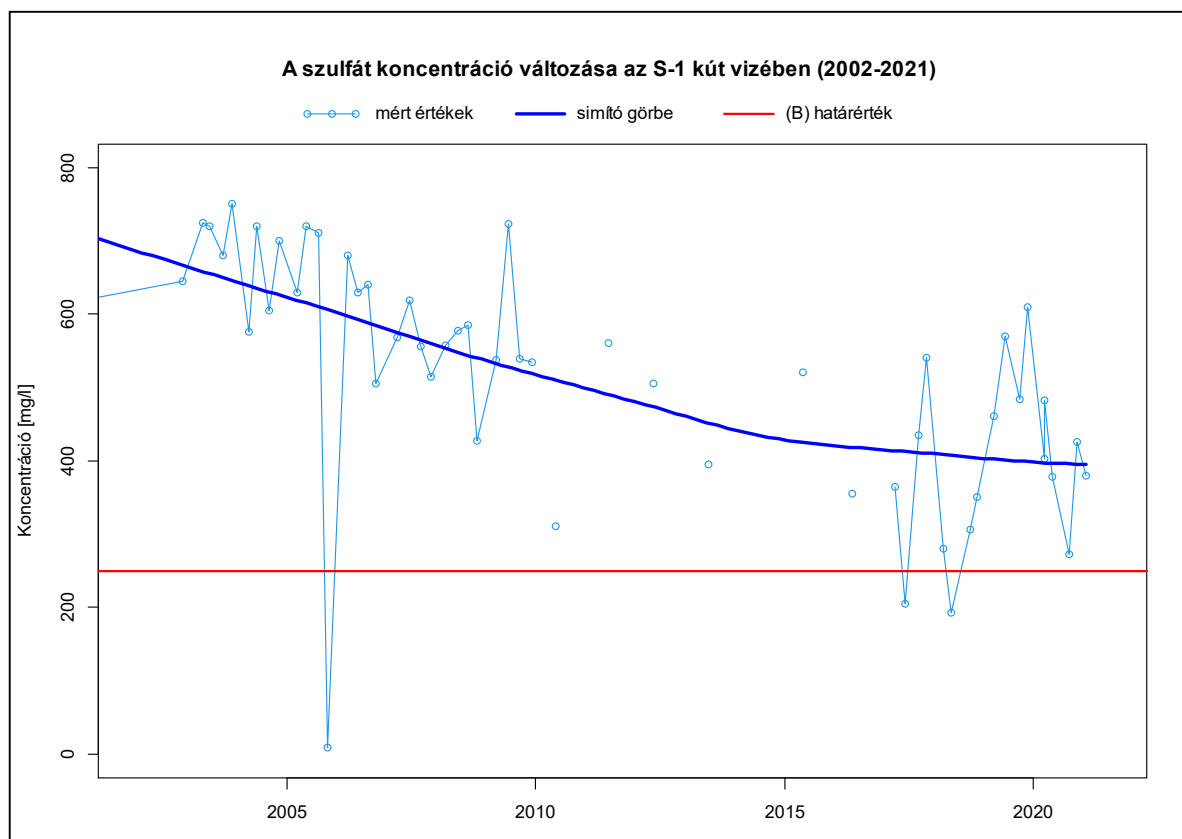
A határérték feletti szulfát koncentrációval jellemezhető S-1, S-3, S-6, S-9 és S-10 kutak, valamint a mélyszivárgó vizében mért szulfát koncentrációk időbeni változását szemléltetik a **16-21. ábrák**.

A **16. ábrán** látható, hogy az S-1 kút vizének szulfát tartalma 2002 és 2015 között jelentősen csökkent, ezt követően a csökkenés tovább folytatódott, de üteme mérséklődött.

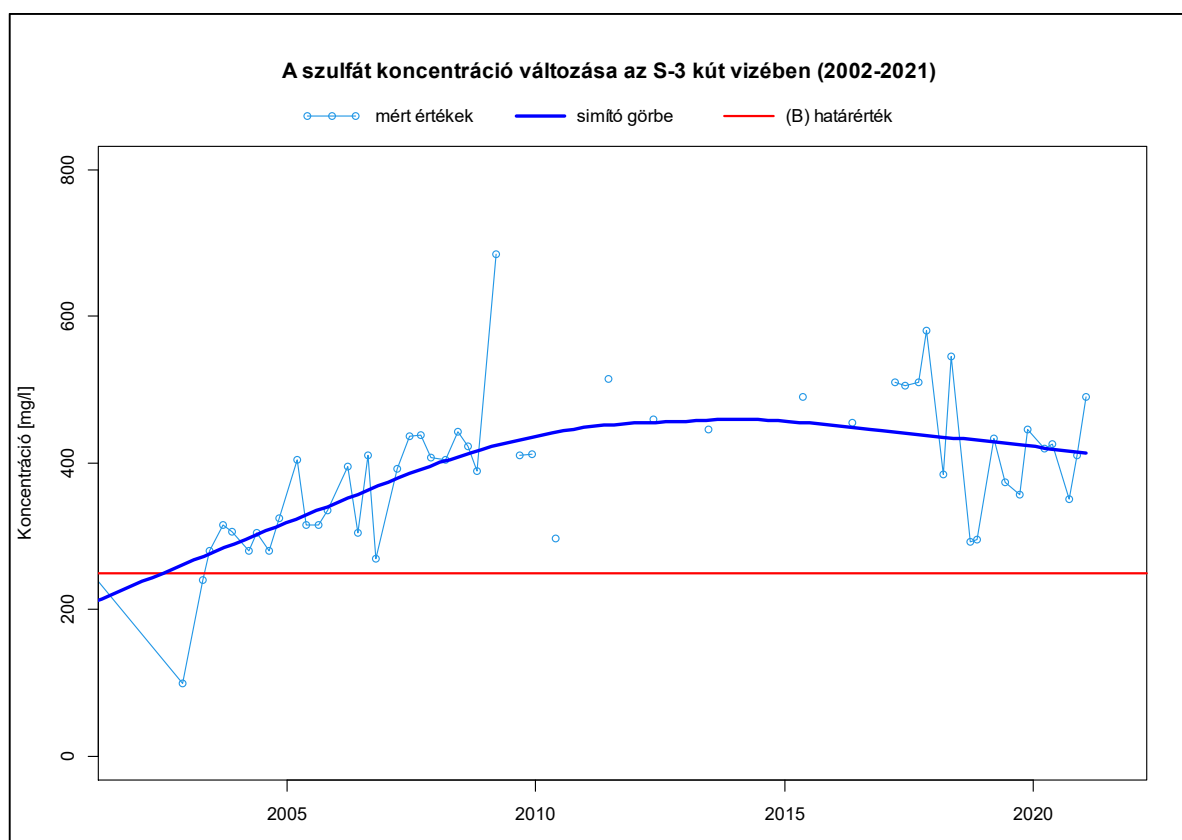
Az S-3 kút vizében a szulfát koncentráció (lásd **17. ábra**) 2015-ig növekvő tendenciát követett, majd ez a tendencia az utóbbi években megfordult.

Az S-6 kút vizében a szulfát koncentráció értékei 2010-ig 400 mg/L közelébe emelkedtek, ezután a koncentrációk csökkenése figyelhető meg. Az utóbbi években jellemzően 300 mg/L körüli a kút vizében a szulfát-ion mennyisége.

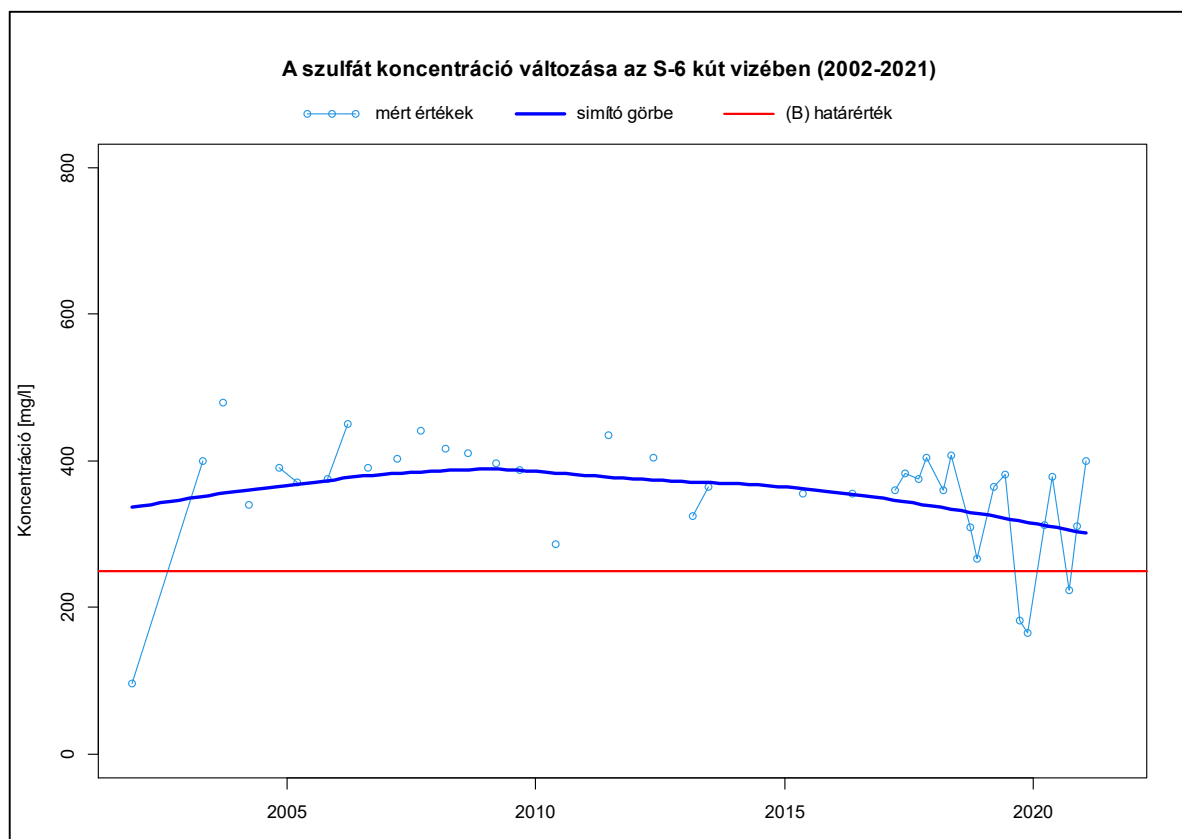
Az S-9 kút később létesült, a rendelkezésre álló adatsor ezért rövidebb. A kút vizének szulfát tartalma a **19. ábrán** látható módon 2016-ig kevéssel a (B) határérték felett volt, a következő két évben azonban 100-200 mg/L-rel megemelkedett. 2019 óta a szulfát koncentráció enyhén csökkenő trendje figyelhető meg.



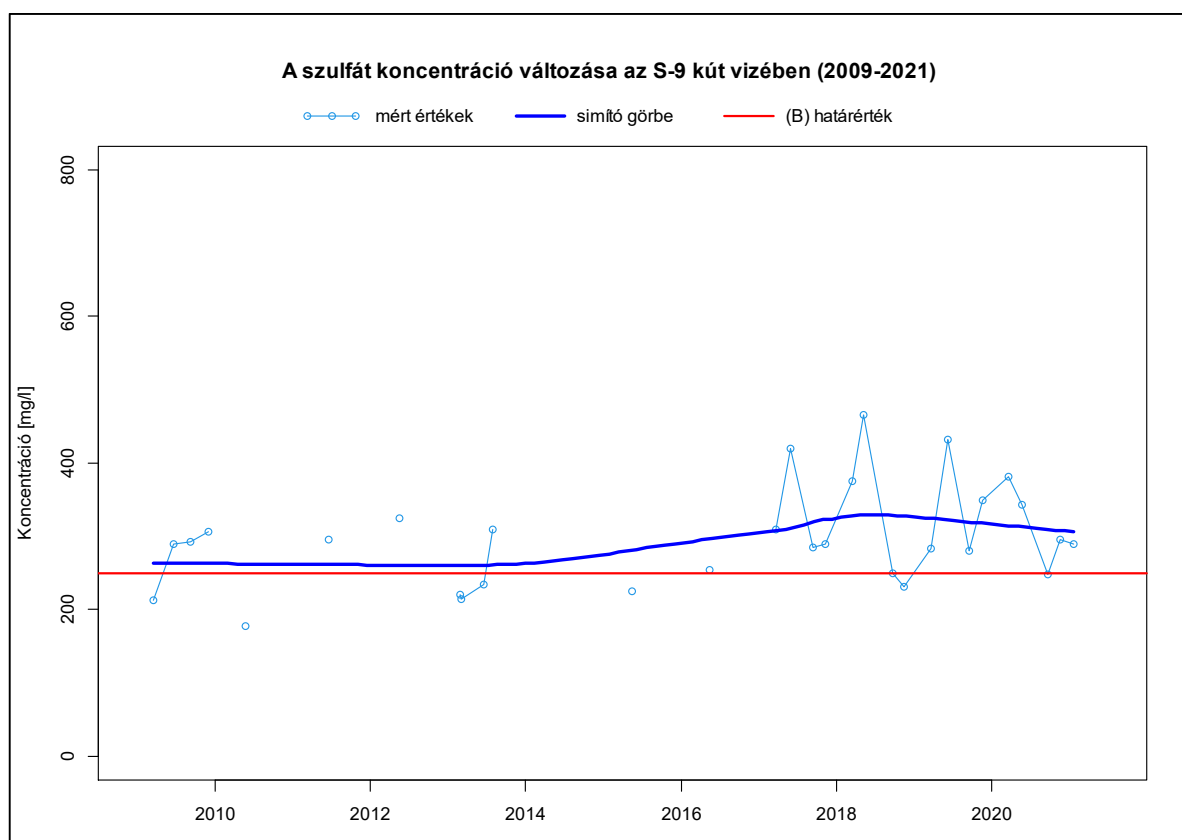
16. ábra



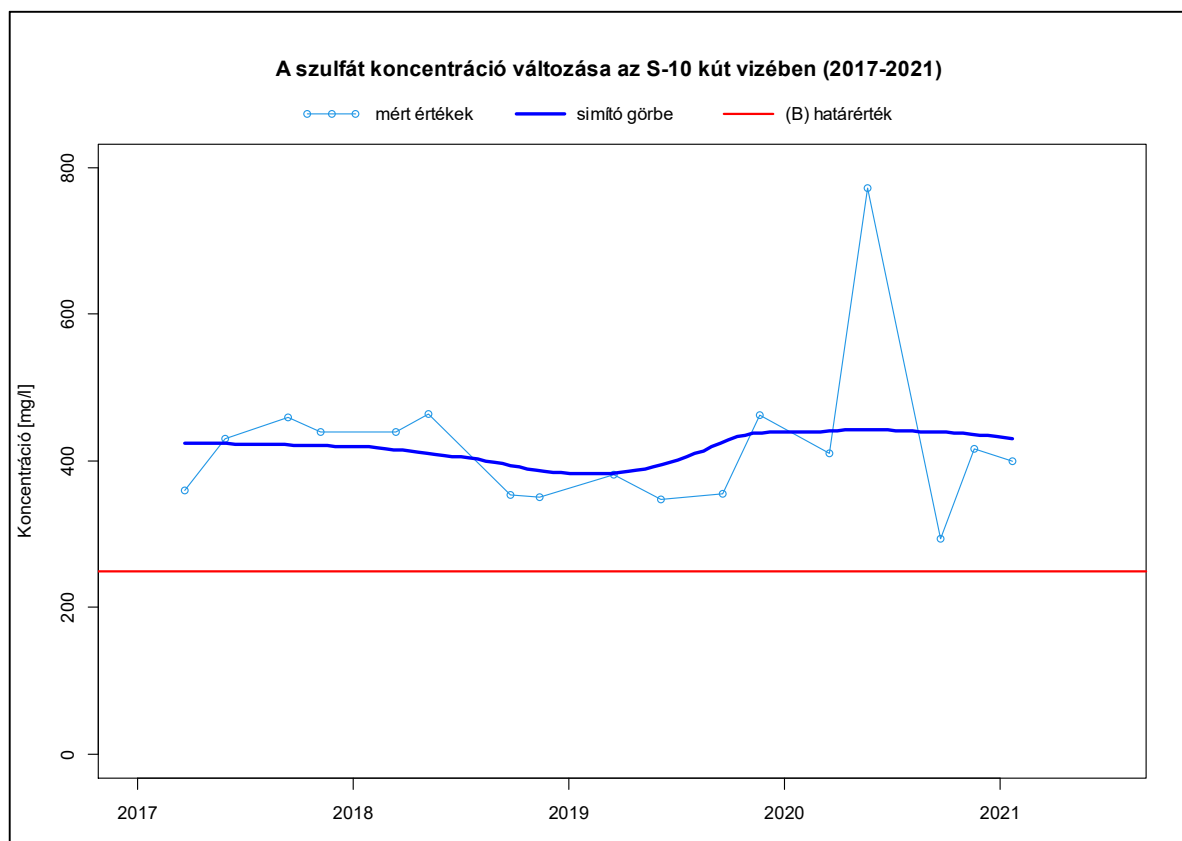
17. ábra



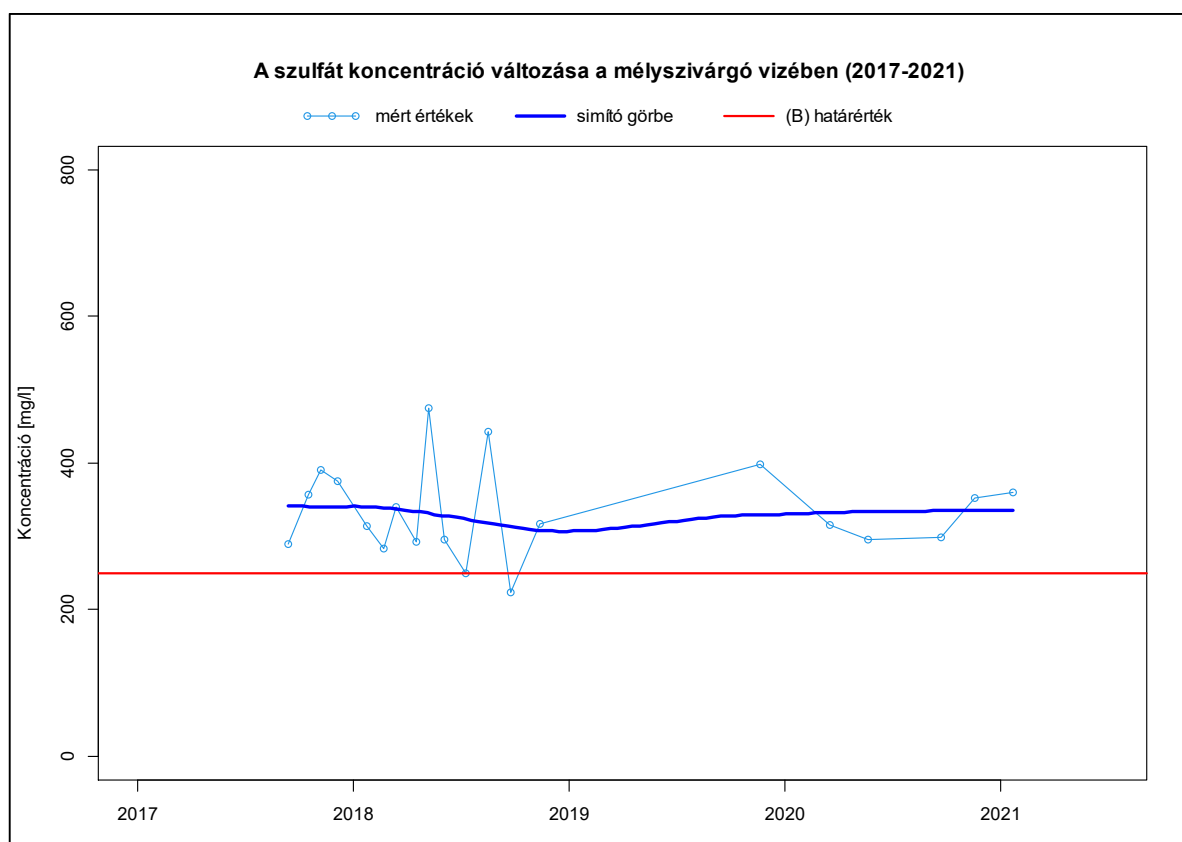
18. ábra



19. ábra



20. ábra



21. ábra



A talajvíz monitorig rendszer legfiatalabb tagja az S-10 jelű kút, vizének minőségéről 2017 óta vannak mérési eredmények. A **20. ábrán** látható szulfát koncentrációk nem mutatnak jelentős változást, a kút vizében a szulfát-ion koncentrációja a 400 mg/L körüli tartományban helyezkedik el.

A mélyszivárgóval összegyűjtött víz minőségéről 2017 óta állnak rendelkezésre mérési eredmények. Ezen eredmények szerint a mélyszivárgó vizében a szulfát tartalom lényegében nem változott, stabilan 300 mg/L körüli érték (lásd **21. ábra**).

A monitoring pontokon mért szulfát koncentrációk Mann-Kendall próbáinak eredménye szerint a szulfát-ion koncentrációjában 2017 és 2021 között trend jellegű változás egyik mintavételi ponton sem mutatható ki.

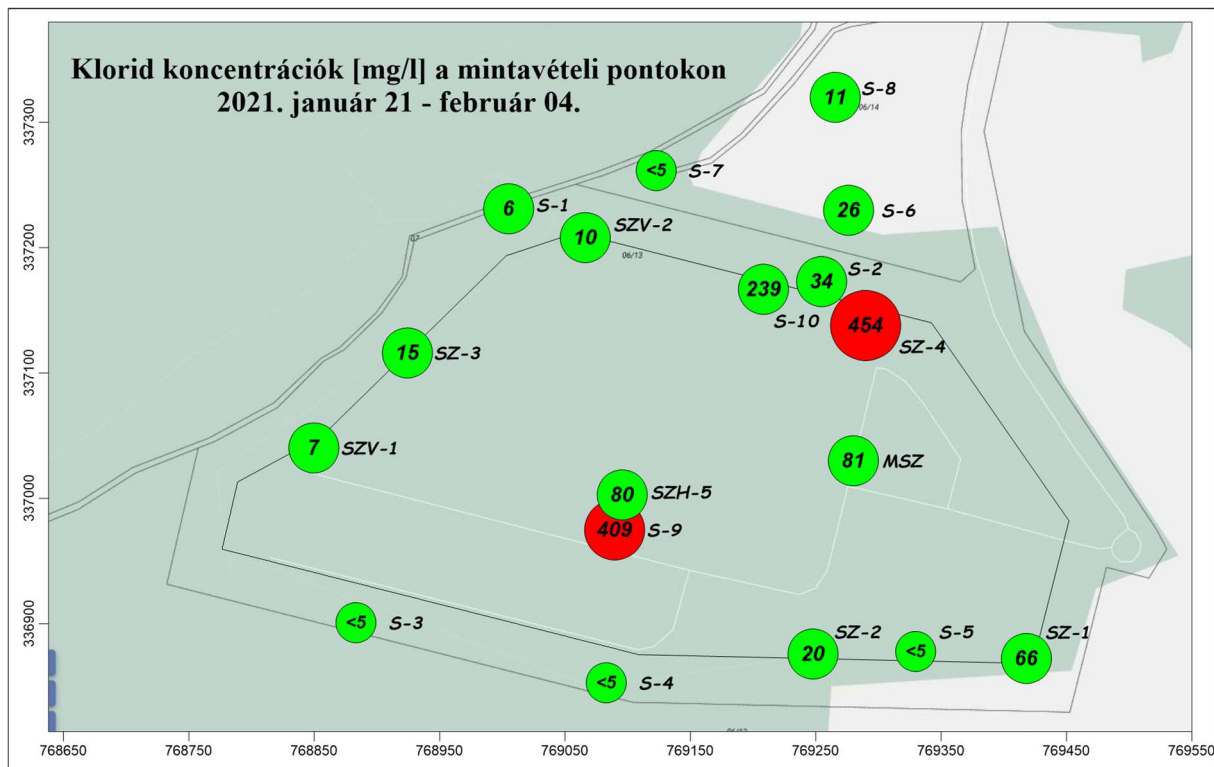
#### 5.3-14. táblázat

A 2017-2021 években mért szulfát koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	0,1503	-0,1845	-0,2288	0,1150	-0,2500	-0,1993
p	0,4047	0,3224	0,2162	0,5582	0,1740	0,2838
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,2288	0,1343	-0,1255	-0,0812	0,0158	
p	0,2162	0,4820	0,5095	0,6801	0,9482	

$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

A klorid-ion koncentrációja két mintában, az S-9 kútból és az SZ-4 mintavételi ponton vett vízben túllépte, az S-10 kút vizében megközelítette a szennyezettségi határértéket (lásd **5.3-1. táblázat** és **7-8.**, illetve **22. ábrák**).



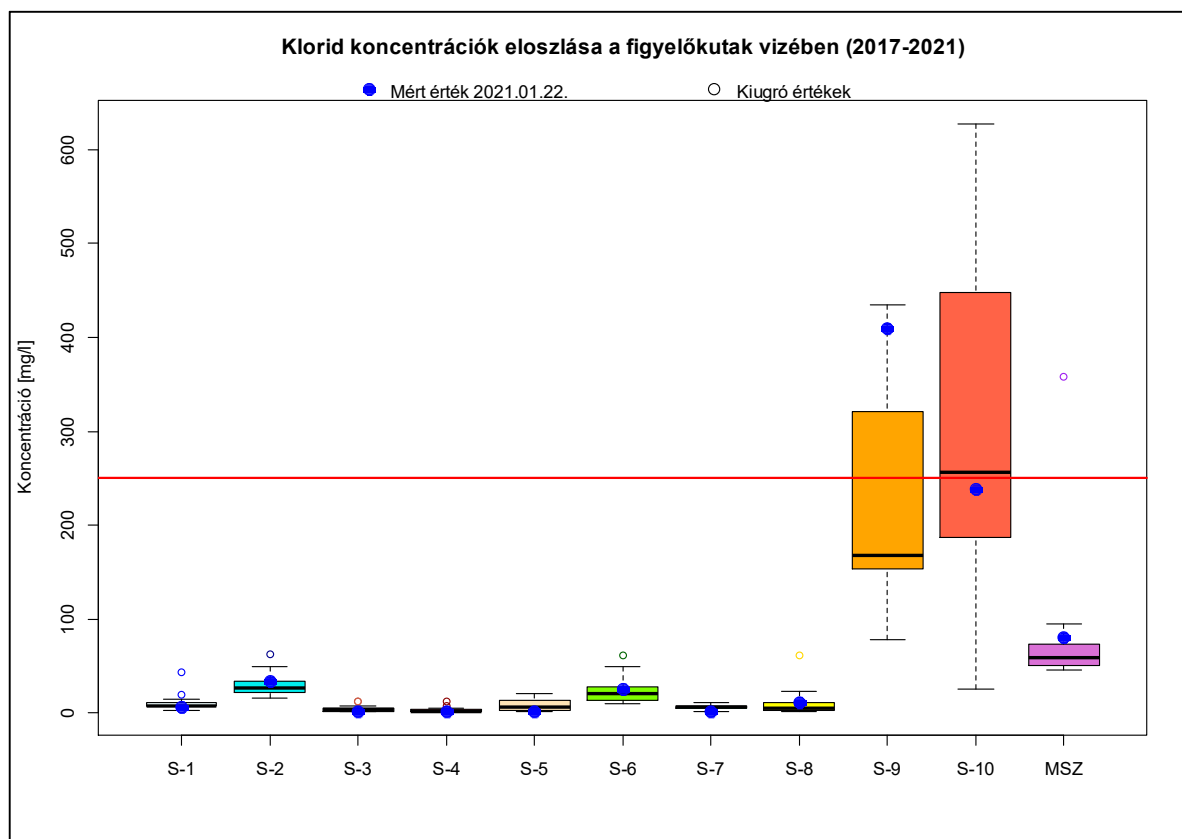
**22. ábra**

A monitoring kutak vizében kapott eredmények megfeleltek a korábbi évek tapasztalatainak, amint az a **23. ábrán** látható. A magas klorid koncentrációk a 2012-ben történt rendkívüli események (csurgalékvíz elfolyások) következményei.

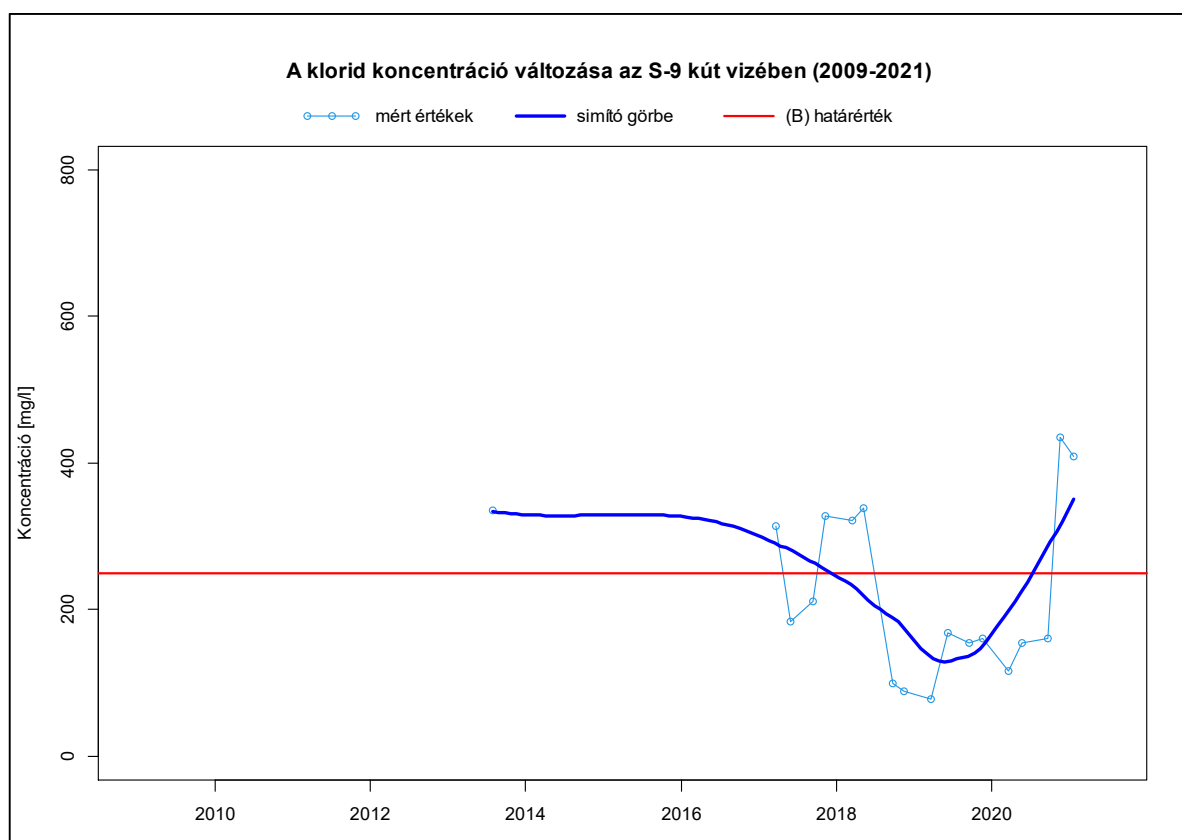
A klorid koncentrációk időbeni változását szemléltetik az S-9 és S-10 kutak vizében a **24.** és **25. ábrák**.

A **24. ábrán** látható, hogy az S-9 kút vizében a klorid-ionok mennyisége a kezdeti, határértéket meghaladó értékről 2018 második felére a (B) határérték alá csökkent, majd 2020 év végén ismét a 250 mg/L-es határérték fölé emelkedett.

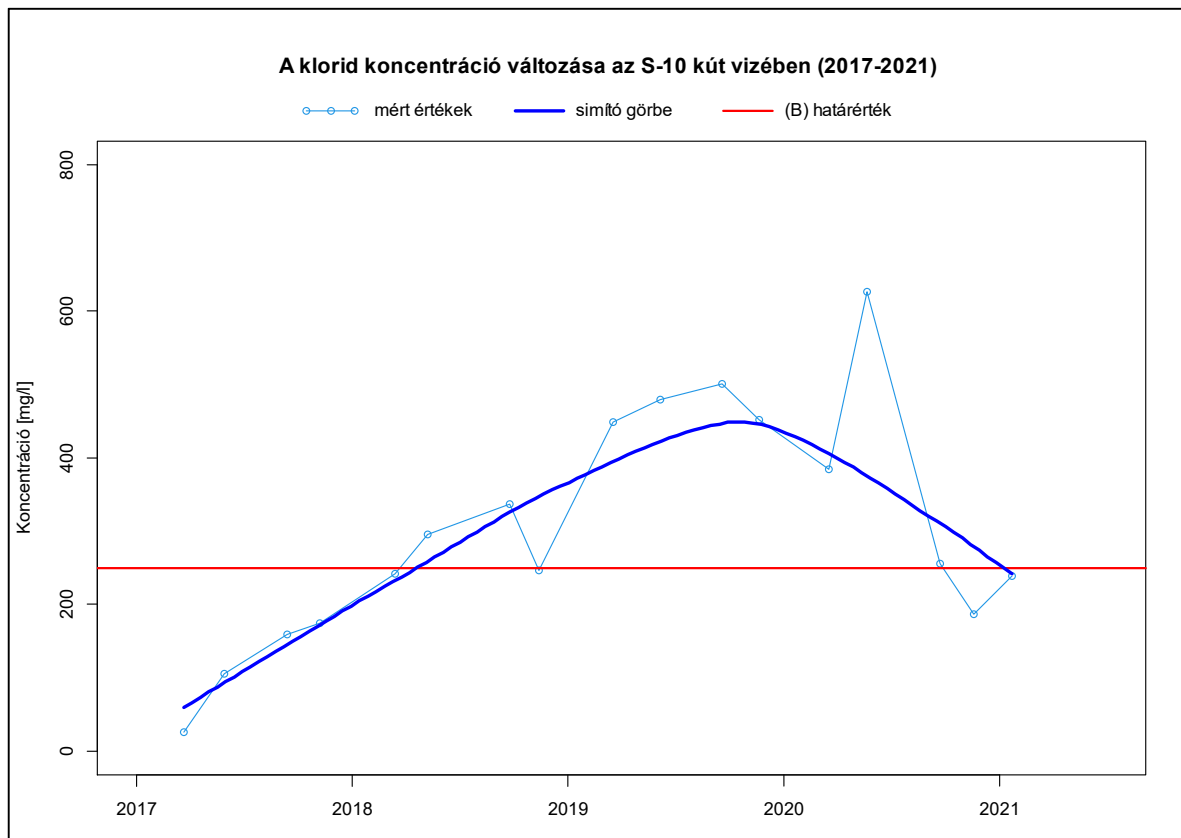
Az S-10 kút vizében a klorid ion koncentráció (**25. ábra**) és a fajlagos elektromos vezetőképesség (**13. ábra**) időbeni változása szembetűnő hasonlóságot mutat. A kút vizének magas vezetőképessége valószínűsíthetően a magas klorid koncentrációnak köszönhető.



23. ábra



24. ábra



25. ábra

A klorid-ion koncentráció 2017 és 2020 közötti időbeni változását vizsgálva, az elvégzett Mann-Kendall próbák eredménye szerint az S-2, S-6, S-10 kutakban és a mélyszivárgó vizében emelkedő klorid-ion koncentrációk valószínűsíthetők. A **25. ábra** azonban már megmutatta, hogy az S-10 kút vizében ez az emelkedő trend 2019-ben megfordult.

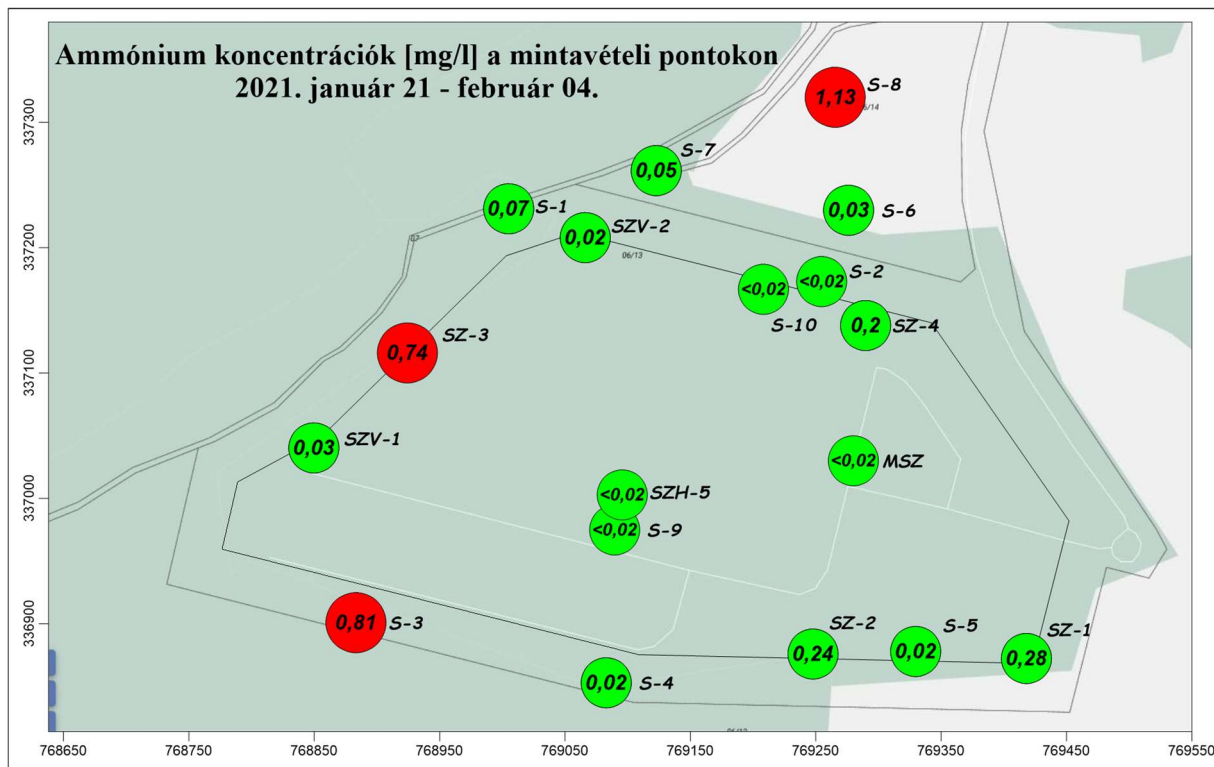
### 5.3-15. táblázat

A 2017-2021 években mért klorid koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	-0,0139	0,7306	0,0000	-0,1925	-0,2991	0,6875
p	0,9692	<b>0,0001</b>	1,0000	0,3441	0,1130	<b>0,0002</b>
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,0546	-0,0380	-0,0296	0,4412	0,4550	
p	0,8015	0,8678	0,9015	<b>0,0151</b>	<b>0,0058</b>	

$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

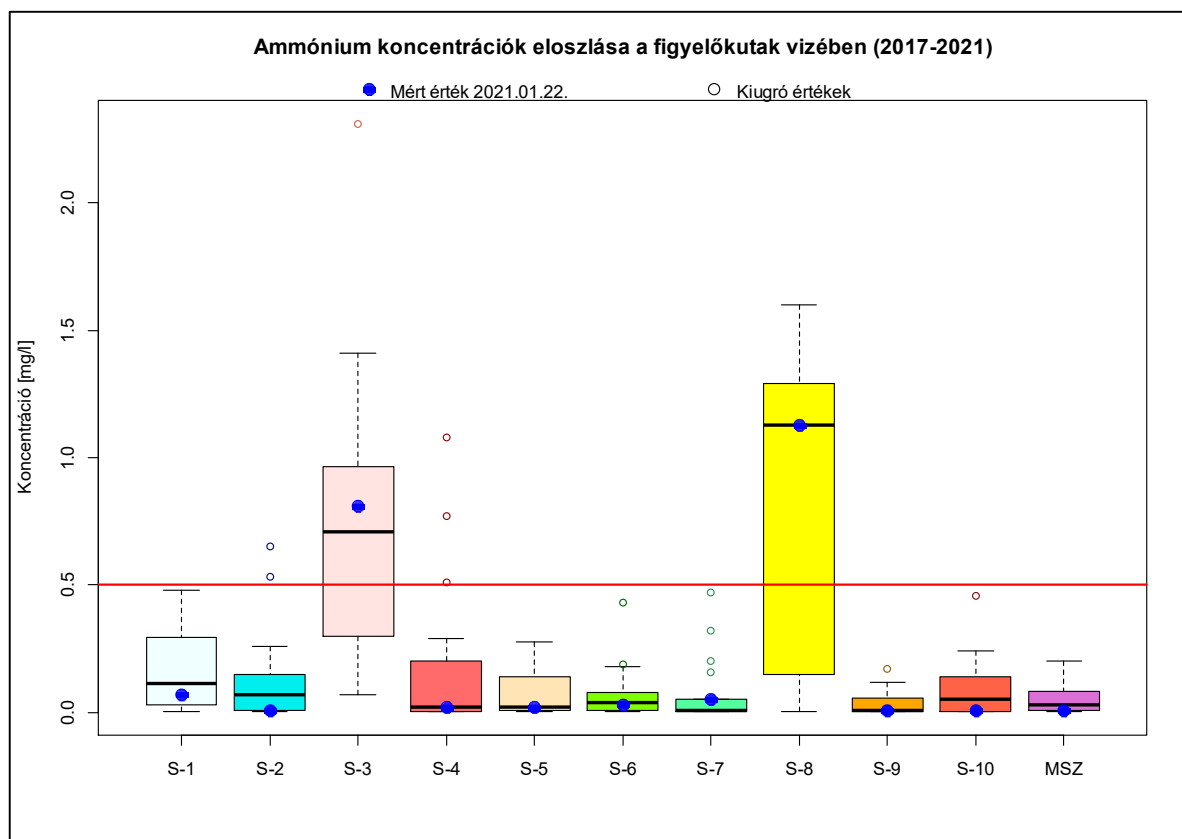
Az ammónium-ion koncentrációja a vizsgálatunk során vett vízminták közül háromban, az S-3 és S-8 kutakból és az SZ-3 ponton vett mintában haladta meg a (B) szennyezettségi határértéket (lásd 26. ábra).



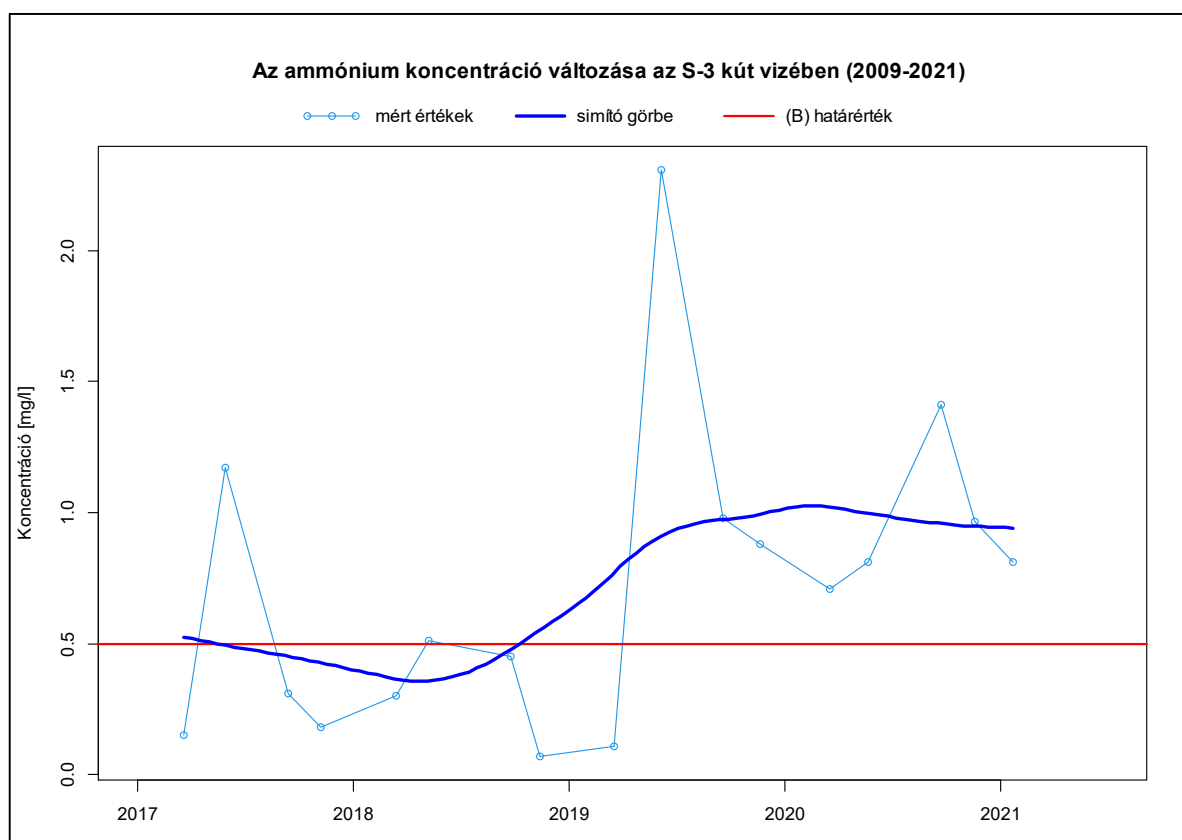
26. ábra

A túllépés mértéke nem jelentős, és a kapott eredmények illeszkednek a korábbi évek tapasztalataihoz, amint az a 27. ábrán megfigyelhető. Mivel a korábban szennyezéssel érintett S-9 és S-10 kutak vizében sem jellemző a határérték feletti ammónium tartalom, az S-3, S-8 és SZ-3 pontokon tapasztalt magasabb ammónium koncentrációk oka vélhetően földtani eredetű.

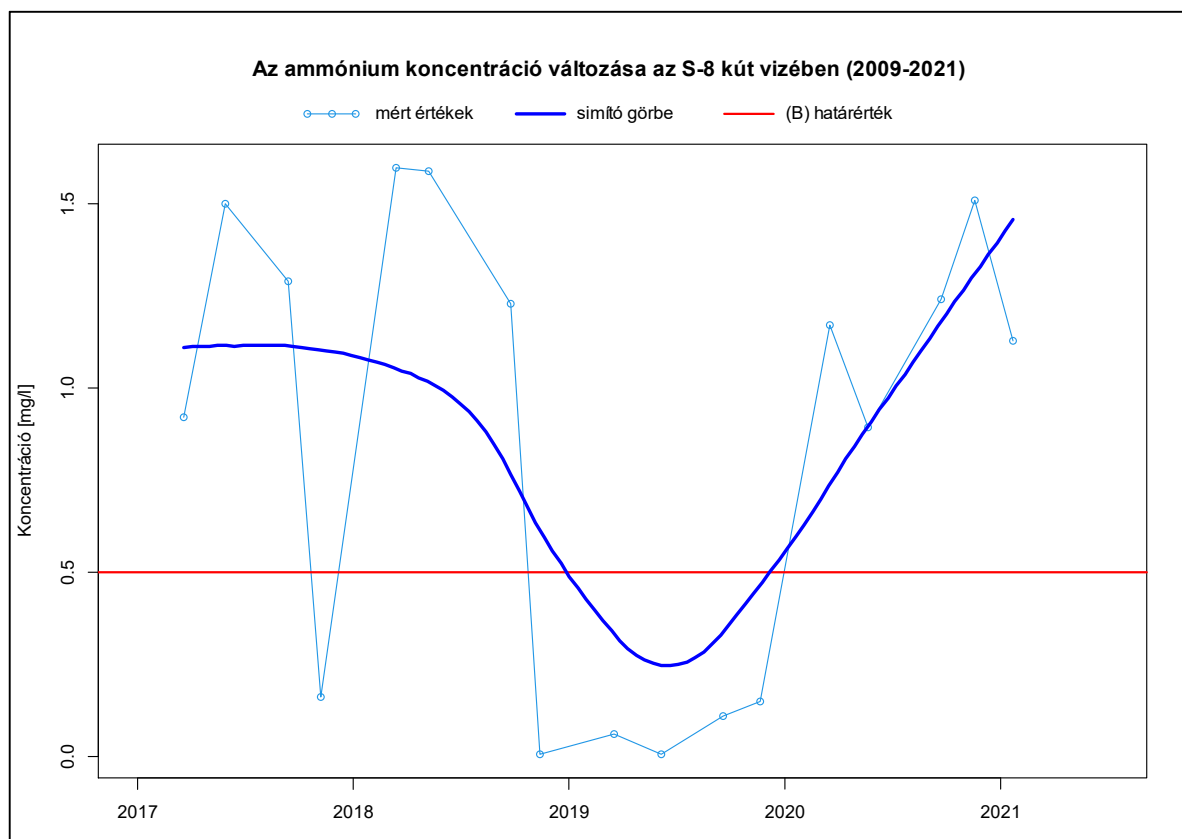
Az elvégzett Mann-Kendall próbák eredményei szerint a monitoring pontokon többségében emelkedő tendencia mentén változik a talajvíz ammónium-ion koncentrációja, ami az S-2, S-5 és S-9 kutakban  $p < 5\%$  szinten, az S-1 és S-3 kutakban  $p < 10\%$  szinten szignifikánsnak tekinthető. Az ammónium-ion koncentráció alakulása az S-3 és S-8 jelű kutak vizében a 28. és 29. ábrán látható. Az ábrákon látható simító görbék alakja összhangban van a Mann-Kendall tesztek eredményével.



27. ábra



28. ábra



29. ábra

### 5.3-16. táblázat

A 2017-2021 években mért ammónium koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	0,3424	0,4431	0,3173	0,2706	0,5067	0,1887
p	0,0566	0,0176	0,0834	0,1541	0,0072	0,3188
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,6421	-0,0517	0,4937	0,0383	0,0000	
p	0,0007	0,8046	0,0110	0,8671	1,0000	

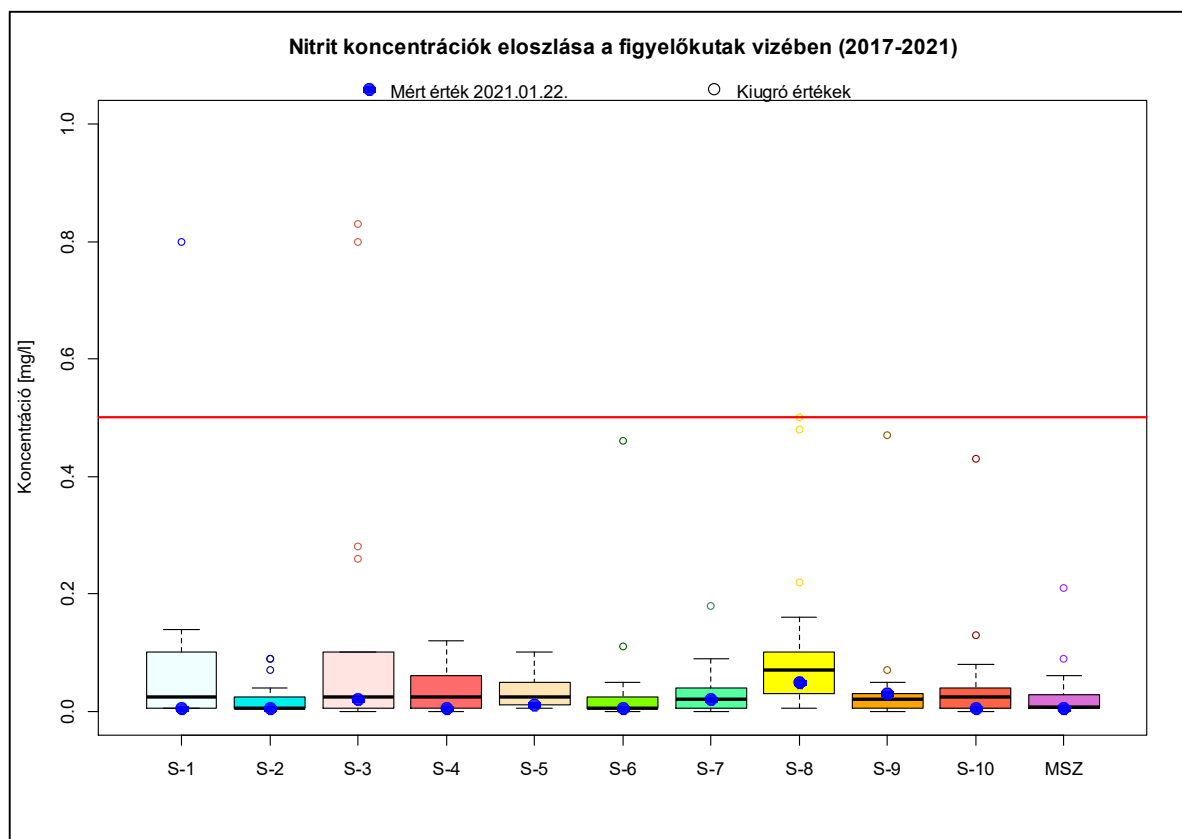
$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

A fluorid-ion koncentráció – összhangban a sokéves tapasztalatokkal – a 2021. január 21. és február 4. között vett talajvíz minták egyikében sem érte el a 0,5 mg/L-es alsó méréshatár értékét. Fluoridot a lerakó üzemelésének kezdete, 2002 óta folyamatosan mérnek a monitoring pontokon – a mindenkor előírások szerinti gyakorisággal. A tíz monitoring kút közel húsz éves adatsorát és a mélyszivárgó vizének 2017-től kezdődő vizsgálati eredményeit áttekintve, mindössze három mérési eredményt találtunk, amely szerint a vizsgált talajvíz minta fluorid koncentrációja meghaladta a (B) határértéket. 2008-ban az S-4 és S-5 háttér kutak vizében mért az akkori vizsgáló laboratórium a korábbi és azt követő eredményekhez képest nagyságrendekkel magasabb fluorid tartalmat. A három hónappal ezt követően, és a későbbiekben vett vízmintákban már ismét jóval határérték alatti fluorid koncentrációkat mértek ezen két kút vizében, így ez a két eredmény feltételezhetően mérési- vagy mintavételi hiba következménye lehetett. A harmadik, a határértéket minimális mértékben meghaladó fluorid koncentráció az S-9 jelű kút vizében fordult elő 2018-ban, de a következő mérések már ebben a kútban is határérték alatti eredményt adtak.

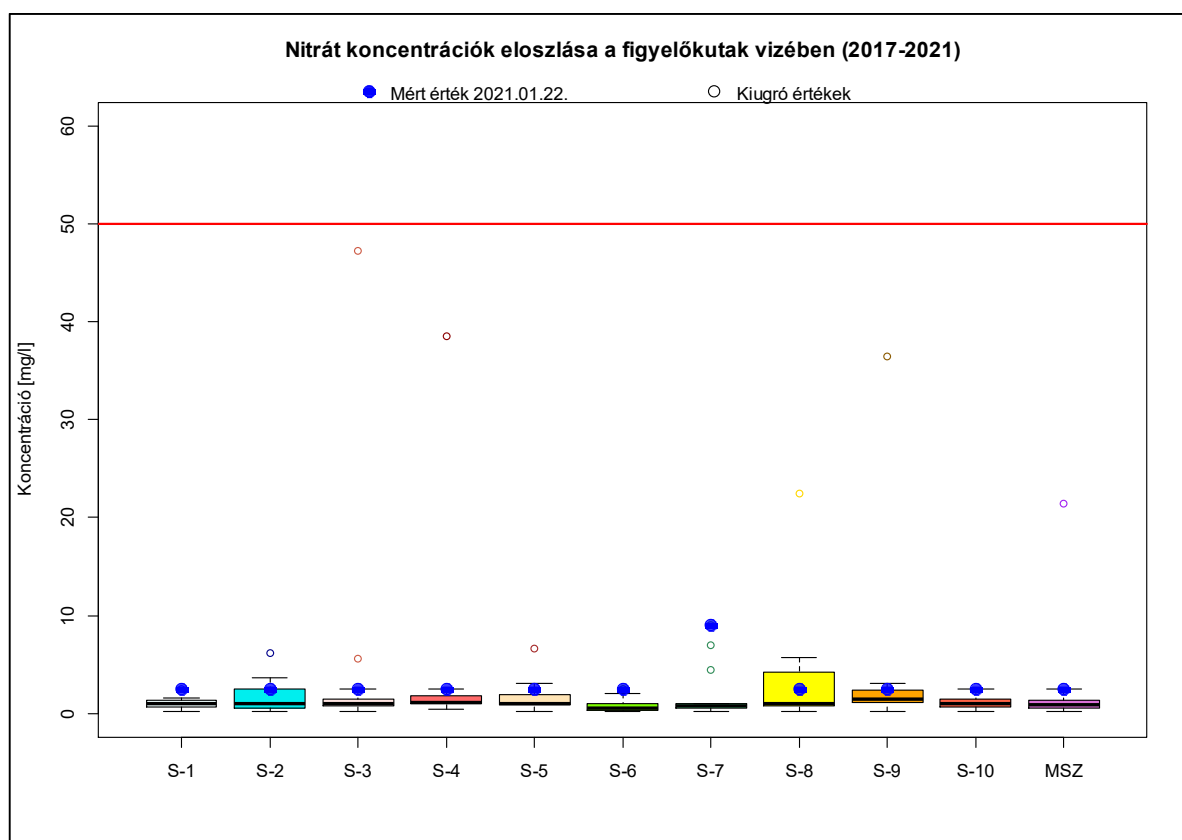
A 2021. január-februári vizsgálatunk során vett talajvíz mintákban a nitrit-, nitrát-, foszfát- és nátrium koncentrációk nem érték el a (B) szennyezettségi határértéket. A 2017-2021 években mért értékek eloszlását szemléltető **30 – 33. ábrák** tanúsága szerint ez általában is jellemző volt a vizsgálatokkal lefedett időszakokra. Ezekben az években a nitrát-ion és a nátrium koncentrációja egyik monitoring pont vizében sem érte el a (B) határértéket. A foszfát koncentráció alakulása nem volt ilyen egyértelmű, egy vagy két alkalommal csaknem mindegyik monitoring ponton meghaladta a (B) értéket, de az esetek döntő részében határérték alatt volt. A nitrit-ion mennyisége csak az S-1, S-8 és S-3 kutakban lépte túl kismértékben a (B) értéket egy, illetve két alkalommal.

A Mann-Kendall tesztek eredményei szerint statisztikailag igazolhatóan ( $p < 5\%$  szignifikancia szinten) növekvő tendencia szerint változik az S-2 és S-9 kutak vizének nitrit tartalma, valamint az S-1, S-6 és S-10 kutak vizének nitrát koncentrációja. A monitoring pontok vizének foszfát koncentrációjában nem mutatható ki trend jellegű változás, míg az S-3, S-5, S-6 kutak nátrium tartalma igazolhatóan csökkenő trend mentén változott (lásd **3.5-17 – 3.5-20. táblázatok**).

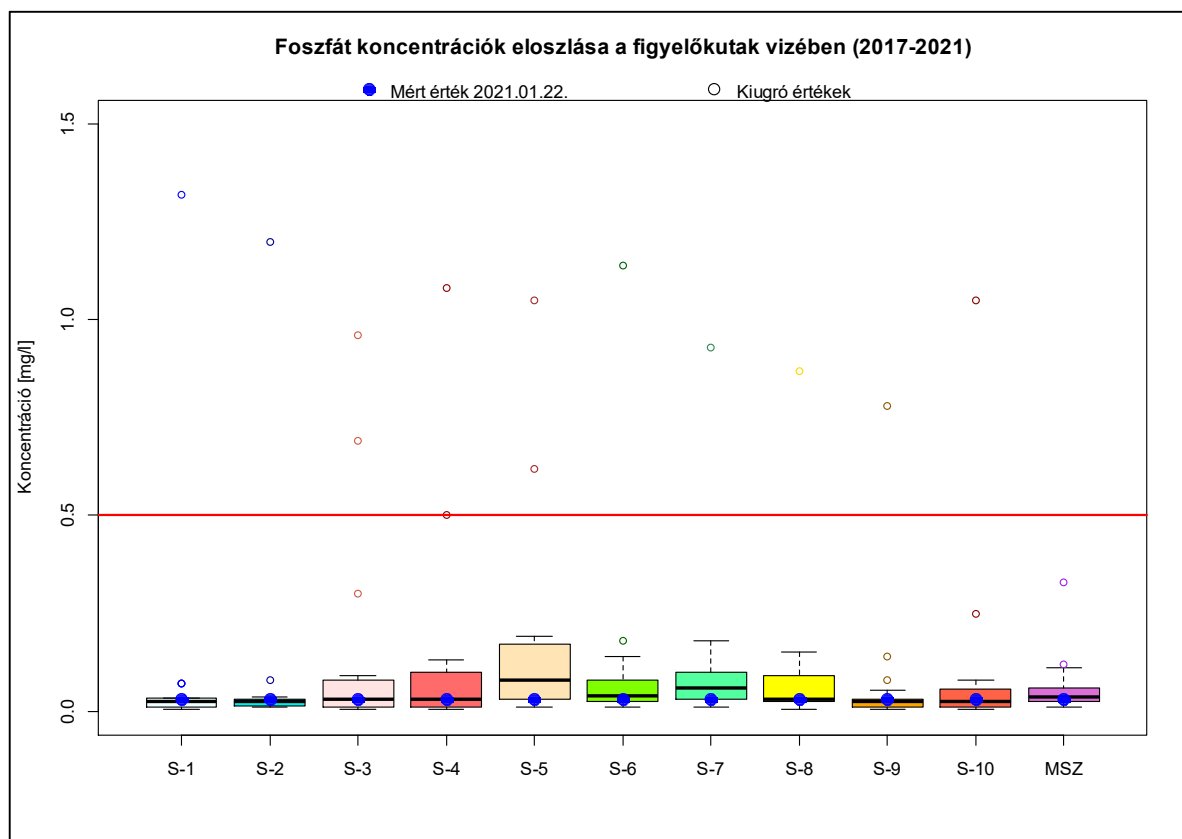




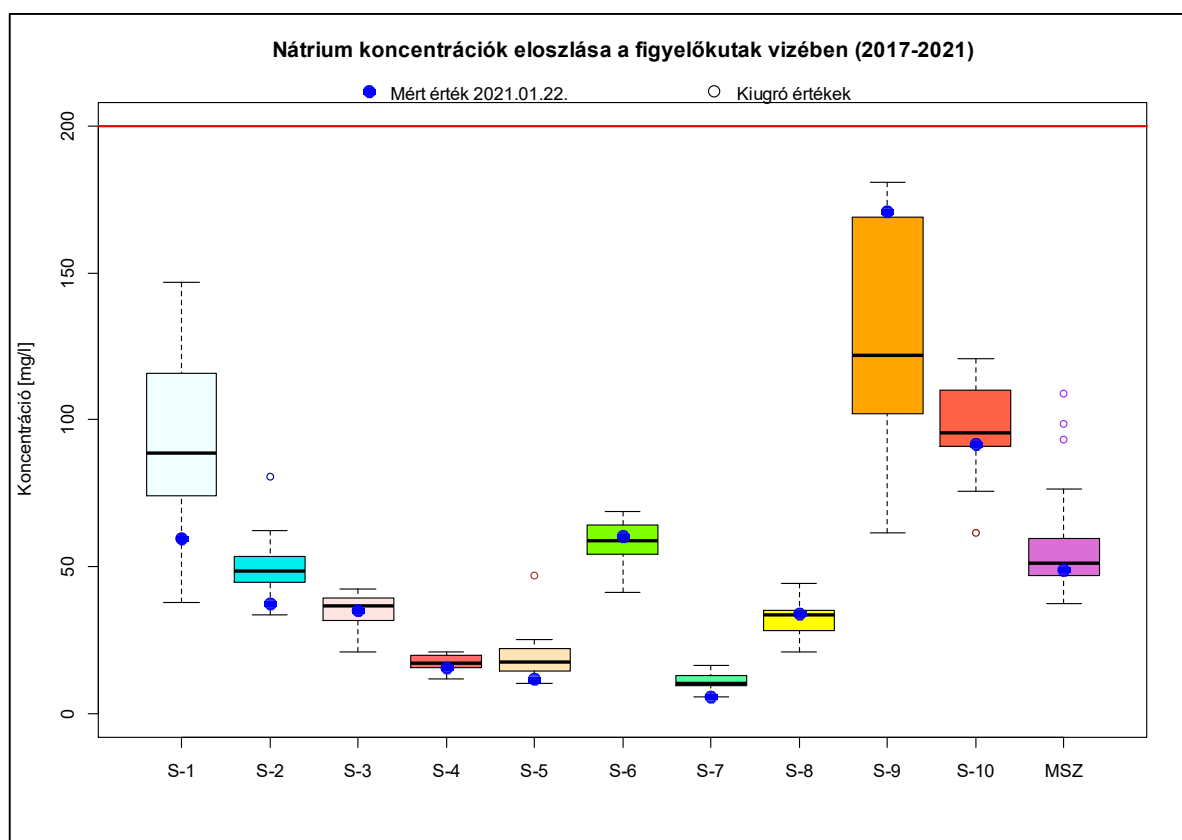
30. ábra



31. ábra



32. ábra



33. ábra

### 5.3-17. táblázat

A 2017-2021 években mért nitrit koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	0,3120	0,5544	0,1213	0,2017	0,2378	0,2427
p	0,0918	0,0046	0,5329	0,3030	0,2112	0,2196
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,0078	-0,0818	0,3981	0,0000	0,3360	
p	1,0000	0,6796	0,0376	1,0000	0,0594	

$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

### 5.3-18. táblázat

A 2017-2021 években mért nitrát koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	0,5643	0,3361	0,2557	0,3605	-0,0896	0,3728
p	0,0018	0,0732	0,1713	0,0544	0,6492	0,0459
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,2968	0,1710	-0,1642	0,3820	0,0273	
p	0,1143	0,3633	0,3851	0,0413	0,8958	

$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

### 5.3-19. táblázat

A 2017-2021 években mért foszfát koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	-0,1239	0,1031	-0,1573	-0,0685	-0,2687	0,0451
p	0,5272	0,6122	0,4078	0,7392	0,1478	0,8359
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	-0,1736	-0,2425	-0,0626	-0,1528	0,0927	
p	0,3617	0,1975	0,7682	0,4286	0,6004	

$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

### 5.3-20. táblázat

A 2017-2021 években mért nátrium koncentrációk Mann-Kendall próbájának eredményei

Kút	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
$\tau$	0,1967	0,0812	-0,3824	0,0369	-0,5240	-0,4118
p	0,2717	0,6801	0,0357	0,8690	0,0039	0,0235
Kút	S-7	S-8	S-9	S-10	MSZ	
$\tau$	0,2500	0,0000	-0,1471	-0,1845	0,2316	
p	0,1740	1,0000	0,4338	0,3224	0,1630	

$p < 1\%$ ,  $p < 5\%$ ,  $p < 10\%$

Az általános vízkémiai paraméterek között mért bromid-ion koncentrációkat a korábbi évek monitoring jelentéseiben és a 2013-ban készült tényfeltáró záródokumentációban<sup>3</sup> a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről kiadott 6/2009. (IV.14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet 3. mellékletében a bróm vegyületeire megadott (B) szennyezettségi határértékekkel vetették össze. Ennek eredményeként ezeknek a dokumentációknak az egybehangzó megállapítása szerint „... bromid tekintetében (melyet 2017 óta vizsgálunk) minden kútban, minden esetben magasabbak voltak a mért koncentráció értékek a bróm vegyületeire vonatkozó „B” szennyezettségi határértéknél.

Ennek következményeként a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Miskolci Járási Hivatala a HUNGAROPEC Zrt. Szuhogy 06/13 hrsz-ú ingatlanon lévő veszélyes hulladék lerakó telepére vonatkozó, többször módosított 10156-49/2002. számú egységes környezethasználati engedélyt módosító BO-08/KT/08334-43/2018. ügyiratszámú határozata 9. fejezetének 14. pontjában előírta, hogy a felszín alatti vízben kimutatott magas bromid koncentráció eredetét meg kell vizsgálni, és a vizsgálatokról, valamint azok eredményeiről összefoglaló jelentést kell benyújtani a környezetvédelmi hatóságra. A jelentést<sup>4</sup> a Naturaqua Zrt. M802/2021. munkaszámon készítette el, amit a Hungaropec Zrt. 2021. február 15-én nyújtott be a hatóságnak.

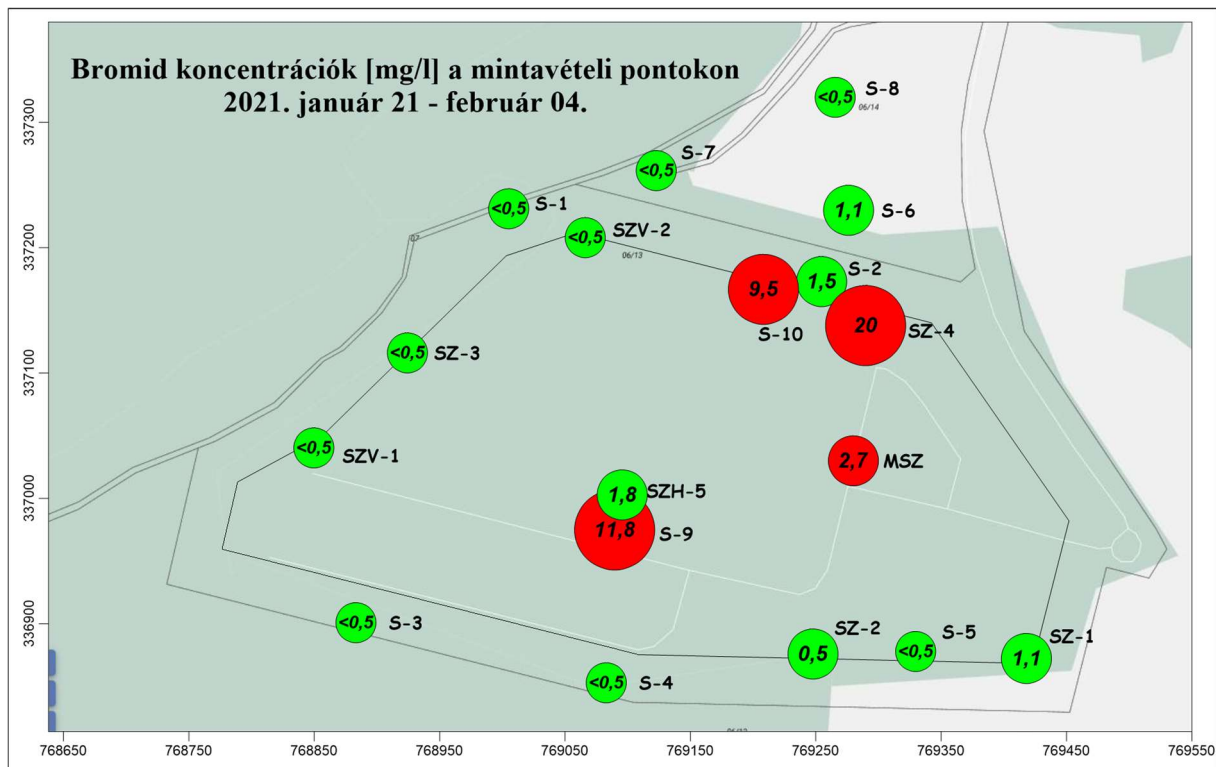
A jelentés legfontosabb megállapításai:

- A földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről szóló 6/2009. (IV.14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet nem tartalmaz a felszín alatti víz bromid-ion koncentrációjára vonatkozóan (B) szennyezettségi határértéket, mivel a rendelet szerinti határérték a bróm vegyületekre vonatkozik, a bromid-ion azonban nem minősül vegyületnek.
- A vizsgált terület talajvizében mért magas bromid koncentrációk esetében feltételezhető, hogy azok nem természetes eredetűek, ezért a lehatároláshoz szükség van valamilyen határérték meghatározására.
- Egy esetleges bromid szennyezés humánegészségügyi alapon történő lehatárolásnál 2 mg/l lehet a figyelembe vehető bromid határérték.
- A 2 mg/l-es bromid határértéket alapul véve, az S-9 és S-10 kutak vize minősül szennyezettnek.
- A magas bromid koncentrációk forrásaként a rendkívüli események során a felszín alatti térbe került csurgalékvíz valószínűsíthető.
- A csurgalékvíz eredet igazolása a klorid- és kálium-egyenérték százalékok alapján lehetséges.

<sup>3</sup> GEO-Envitech Kft (2013): A HUNGAROPEC Ipari Hulladékkezelő Zrt. Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó Telepén feltételezett talaj- és talajvíz szennyezés részletes tényfeltárása; Munkaszám: GE-21/SZV/2013.

<sup>4</sup> NATURAQUA Zrt (2021): Szuhogy 06/13 hrsz. Veszélyes hulladék lerakó telep. A felszín alatti vízben kimutatott magas bromid koncentráció eredete; Munkaszám 802/2021.

Amint az a **34. ábrán** látható, a 2021. január 21 – február 4. között vett minták vizsgálati eredményei szerint az S-9, S-10 kútból, az SZ-4 mintavételi ponton és a mélyszivárgóból vett vízminták bromid-ion koncentrációja haladta meg a 2 mg/l-t.



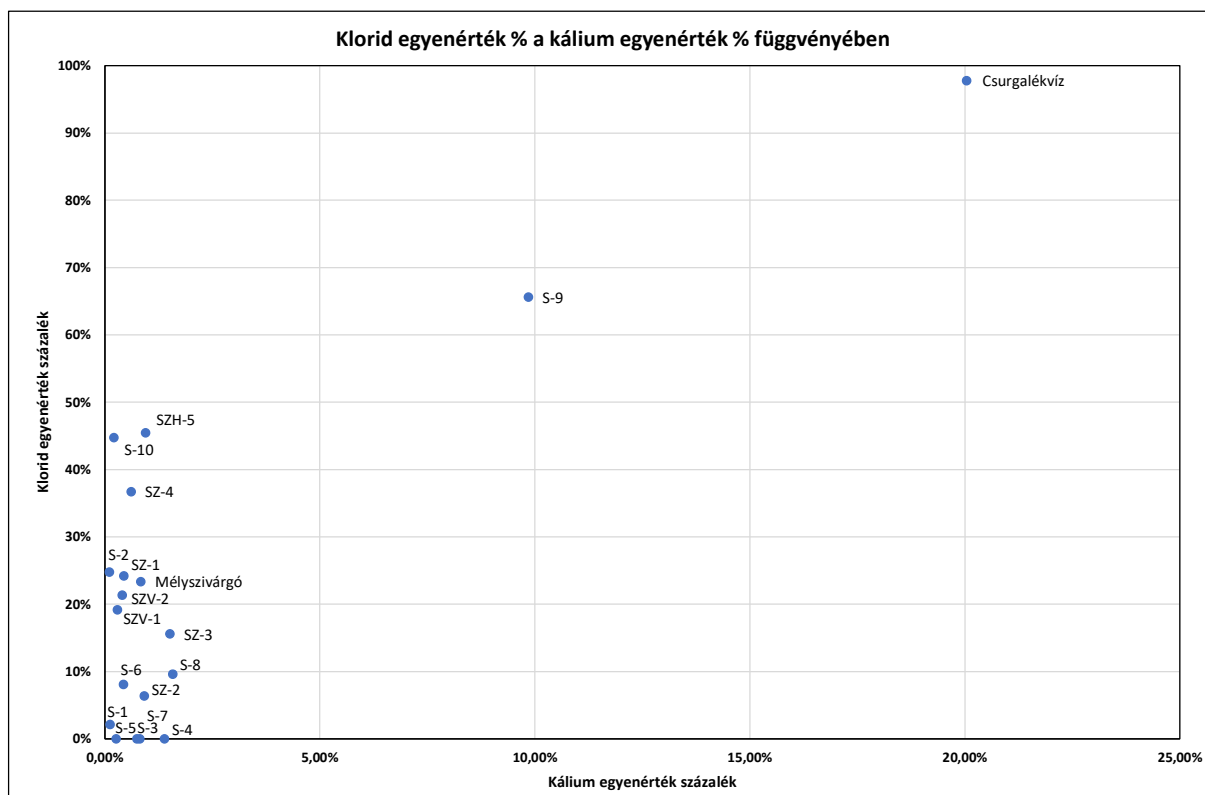
**34. ábra**

A magas bromid koncentrációk eredetének vizsgálatában követtük az M802/2021. jelentésben leírtakat, a mérési eredményekből számolt klorid- és kálium-egyenérték százalékok értékei az **5.3-21. táblázatban** és a **35. ábrán** láthatók.

A **35. ábrán** látható kép megegyezik az M802/2021. munkaszámon készített jelentésben kapott képpel. A rendkívüli eseménnyel nem érintett területen található kutakból és mintavételi pontokon vett mintákban a kálium-egyenérték százalék értéke egységesen kisebb 3%-nál, a klorid-egyenérték százalék értéke pedig 25%-nál. A csurgalékvíz mintákban ezek a mutatók nagyobbak, mint 20%, illetve 95%, ami jól megkülönböztethetővé teszi a mintákat aszerint, hogy érvényesül-e bennük a csurgalékvíz minőségmódosító hatása. A **35. ábra** alapján az S-9 és S-10 kutak, valamint az SZH-5 és SZ-4 mintavételi pontok esetén valószínűsíthető, hogy vizük minőségének alakításában a rendkívüli események során a talajba került csurgalékvíz oldott anyagai is szerepet játszanak.

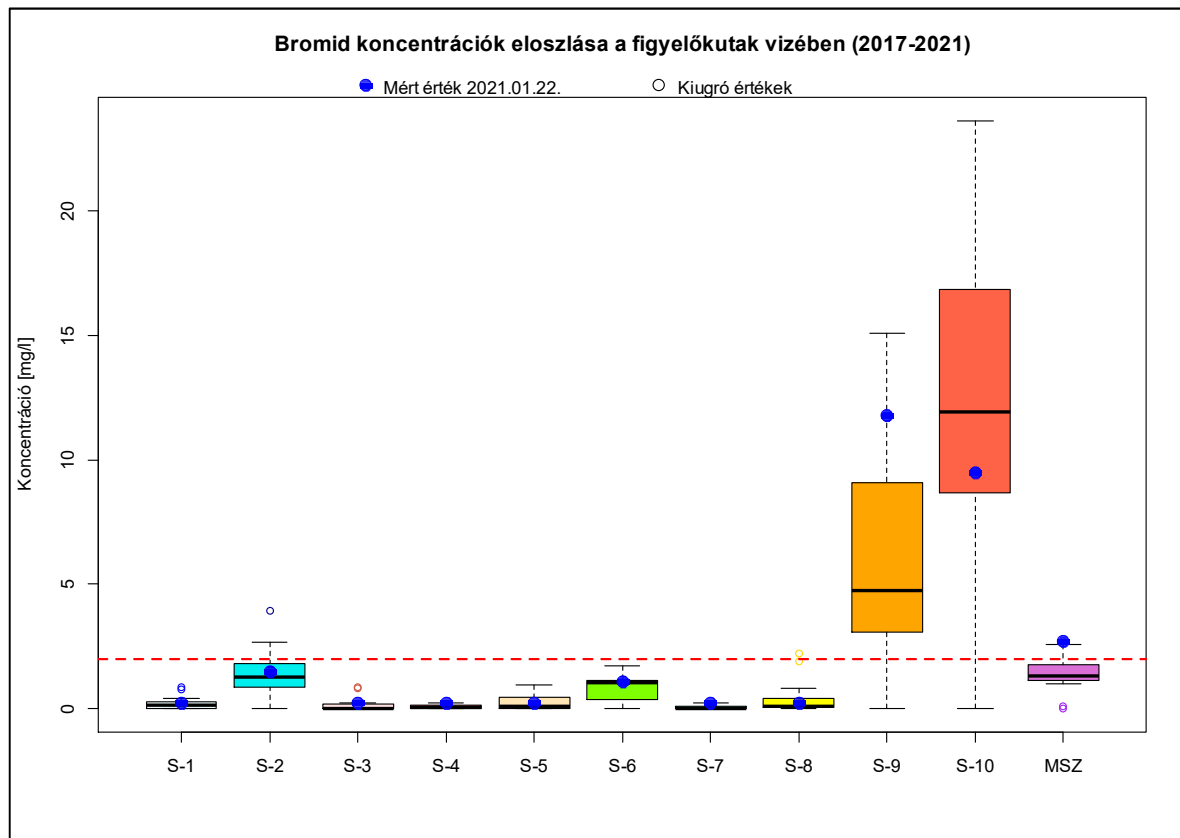
5.3-21. táblázat A számolt kálium- és klorid-egyenérték százalékok

Minta jele	Klorid egyenérték %	Kálium egyenérték %
S-1	0,12%	2,09%
S-2	0,10%	24,75%
S-3	0,74%	0,00%
S-4	1,39%	0,00%
S-5	0,27%	0,00%
S-6	0,43%	8,09%
S-7	0,81%	0,00%
S-8	1,57%	9,62%
S-9	9,85%	65,63%
S-10	0,21%	44,72%
SZ-1	0,44%	24,19%
SZ-2	0,91%	6,34%
SZ-3	1,51%	15,59%
SZ-4	0,61%	36,71%
SZV-1	0,29%	19,16%
SZV-2	0,40%	21,31%
SZH-5	0,95%	45,45%
Mélyszivárgó	0,84%	23,35%
Csurgalékvíz	20,04%	97,80%



35. ábra

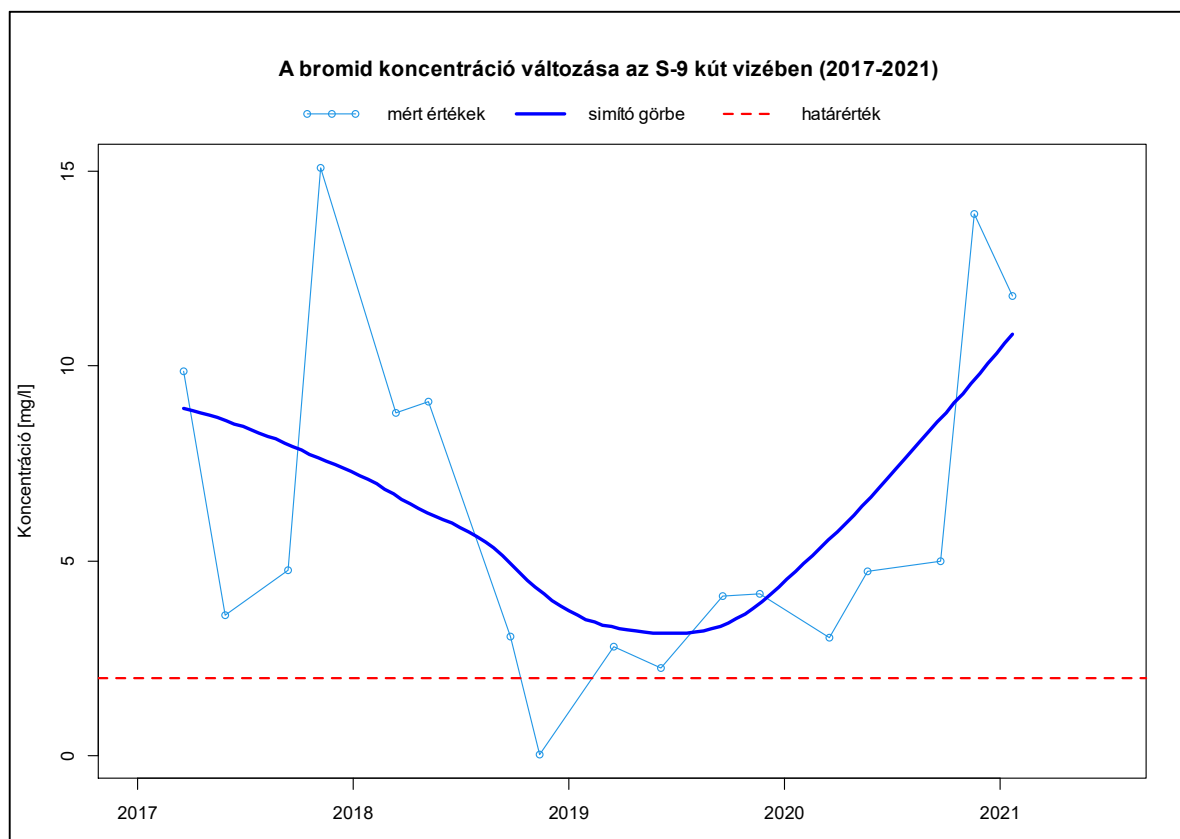
A monitoring pontokon vett vízmintákban mért bromid koncentrációk eloszlása és terjedelme látható a **36. ábrán**. Az eddigi eredmények szerint a 2 mg/l feletti bromid koncentráció az S-9 és S-10 kutak vizére jellemző, a többi pontokon csak kiugró értéként fordult elő magasabb bromid tartalom.



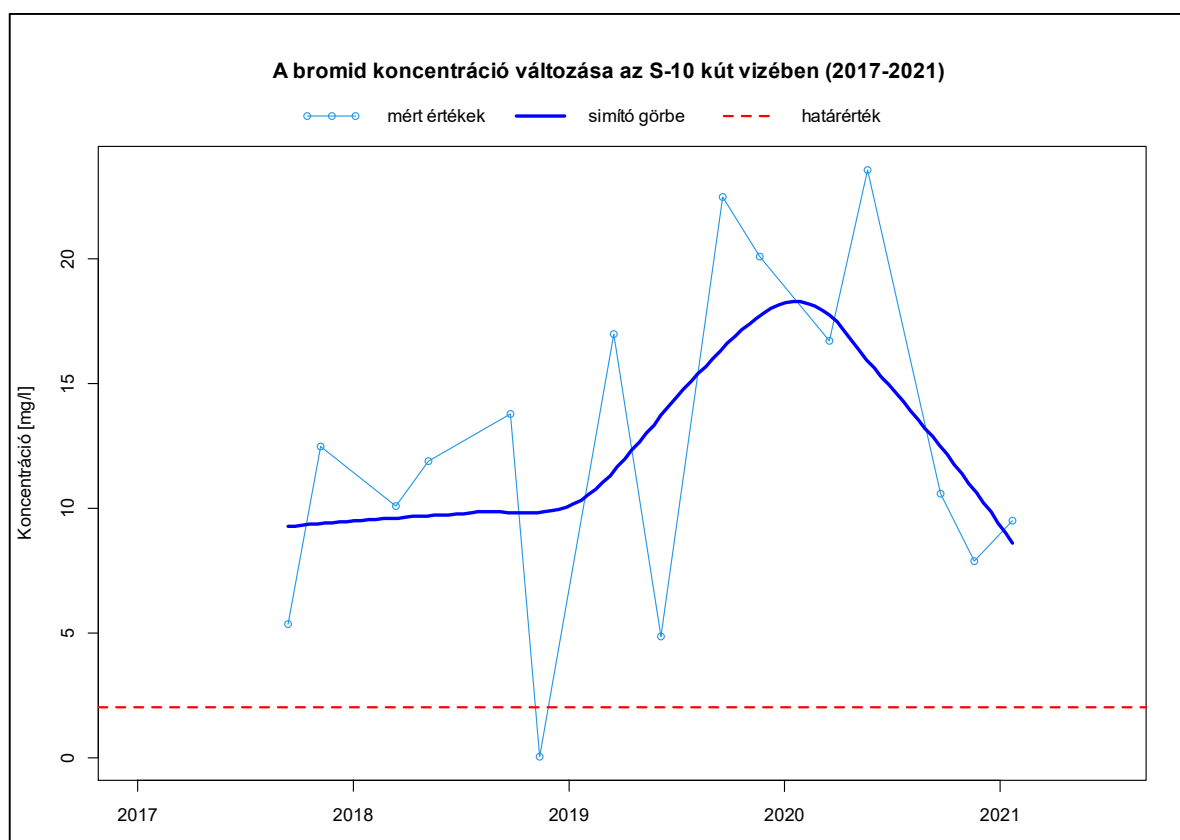
**36. ábra**

A **37. és 38. ábrák** a bromid koncentrációk időbeni változását mutatják az S-9 és S-10 kutak vizében. Alaposan szemügyre véve az ábrákat, nagyfokú hasonlóság fedezhető fel a **24. és 25. ábrákon** látható (klorid) koncentrációk menetével. Ezt a hasonlóságot a korreláció vizsgálat eredménye is alátámasztotta, ami szerint a klorid- és bromid koncentrációk közötti Pearson-féle (lineáris) korreláció értéke az S-9 kút esetén 0,92, az S-10 kút esetében pedig 0,85. Ez a szoros korreláció azt a feltételezést erősíti, illetve támasztja alá, hogy az S-9 és S-10 kutakban mért magas klorid- és bromid koncentrációk forrása közös.

A **37. és 38. ábrákon** a mérési pontokra illesztett simító görbék az S-9 kút vizében a bromid koncentráció 2019-től kezdődő emelkedő trendjét, az S-10 kút vizében a bromid koncentráció 2020-tól kezdődő csökkenő tendenciáját mutatják.



37. ábra



38. ábra



A cianidok koncentrációját a lerakó üzemelésének kezdete, 2002 óta folyamatosan ellenőrzik a felszín alatti monitoring pontokon – a mindenkor előírtak szerinti gyakorisággal. A tíz monitoring kút közel húsz éves adatsorát és a mélyszivárgó vizének 2017-től kezdődő vizsgálati eredményeit áttekintve egyetlen mérési eredményt sem találtunk, amely szerint a vizsgált talajvíz minták összes cianid tartalma meghaladta volna a (B) határérték 10%-át. A vizsgált minták döntő többségében a cianidok mennyisége nem érte el a laboratóriumok által megadott alsó méréshatár értékét.

A határértékkel szabályozott általános vízkémiai komponensek vizsgálatának eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy három mintavételi pont, az S-9, S-10 és SZ-4 jelű, illetve ezek környezete érdemel kiemelt figyelmet. Ezeken a pontokon a klorid-, bromid- és szulfát-ionok koncentrációja, valamint ezzel összefüggésben a fajlagos elektromos vezetőképesség értéke az, ami a véletlenszerűnél nagyobb gyakorisággal haladja meg a szennyezettségi határértéket. Az említett komponensek magas koncentrációja az ezen pontok közelében történt rendkívüli események (műtárgy sérülés, csurgalékvíz elfolyás) következménye.

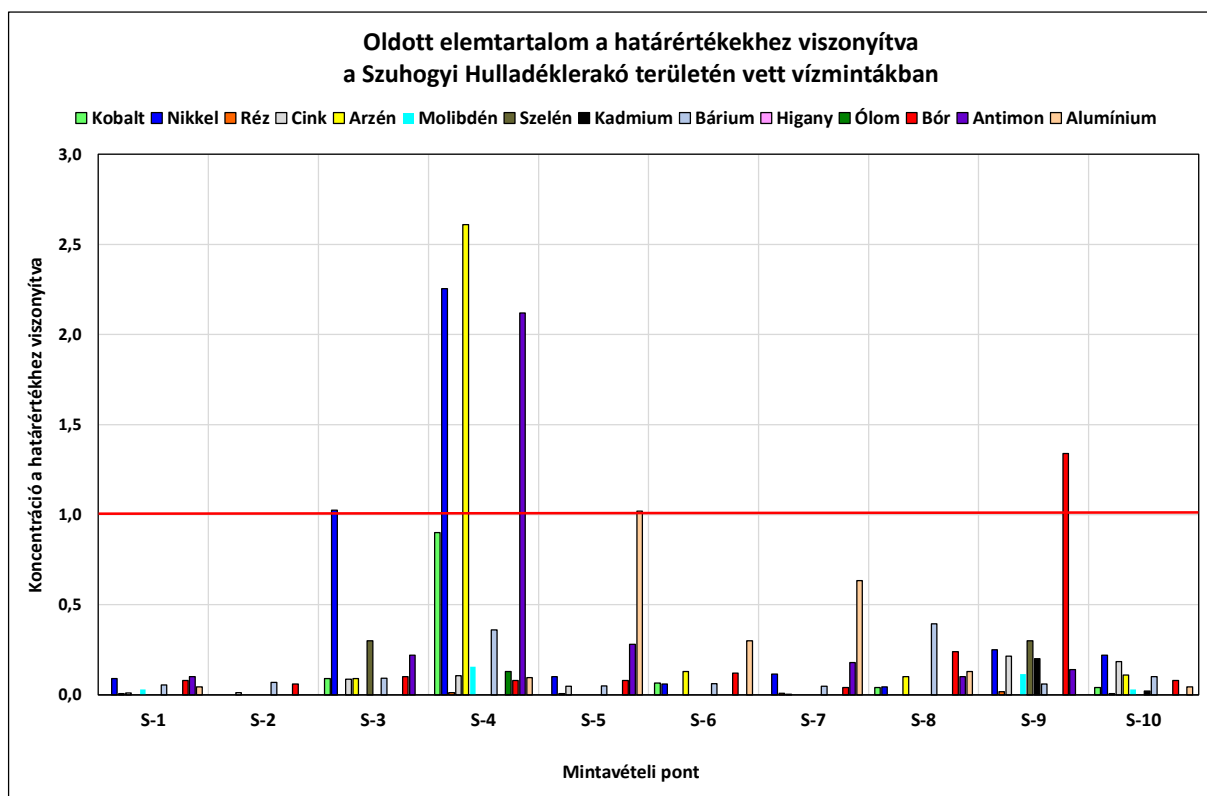
Az S-3, S-8 és SZ-3 pontok talajvizében található határérték feletti ammónium nem hozható összefüggésbe a lerakón folytatott tevékenységgel, a magas ammónium koncentrációk oka vélhetően földtani eredetű.

### 5.3.3. Fémek és félfémek vizsgálati eredményeinek értékelése

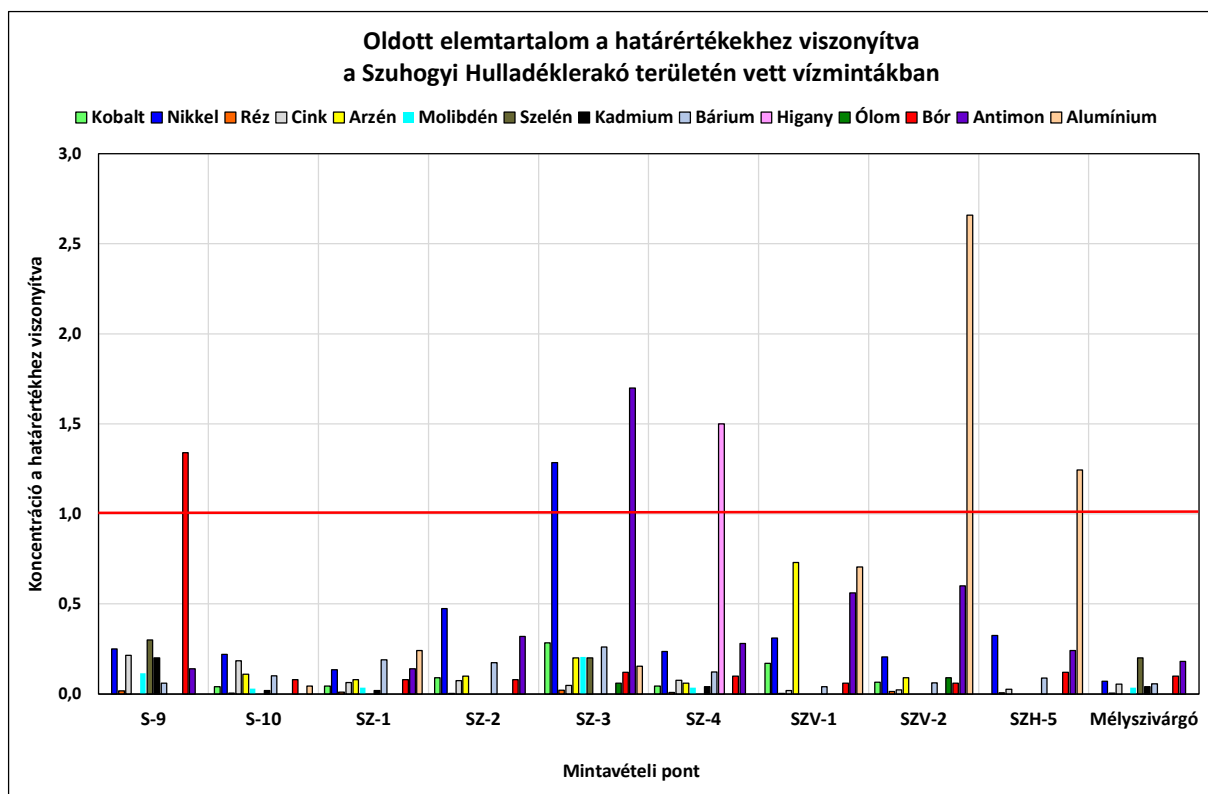
A fémek és félfémek koncentrációját a lerakó működésének kezdetétől (2002) fogva mérik a figyelőkutak vizében – a mindenkori előírásoknak megfelelő gyakorisággal – így erre vonatkozóan kellően hosszú adatsor áll rendelkezésre. Ezeket az adatsorokat áttekintve megállapítható volt, hogy 2002 és 2021 között króm, króm (VI), kobalt, réz, molibdén, bárium és ezüst a felszín alatti víz monitoring pontokon vett egyetlen mintában sem fordult elő (B) határértéket meghaladó koncentrációban. Ezen elemek esetében a koncentrációk eloszlásának és időbeni változásának elemzésétől eltekintettünk.

A **39 – 40. ábrákon** a határértékkal szabályozott fémek és félfémek koncentrációit láthatjuk a 2021 január 22 és február 4. között vett vízmintákban a határértékekhez viszonyítva. Ebben az ábrázolásban minden komponens határértéke az 1,0 értékhez tartozik, az egynél nagyobb értékek határérték túllépést jelentenek. Az ábrák és a korábban bemutatott **5.3-2. táblázat** tanúsága szerint a vizsgált 18 db talajvíz mintából 8-ban volt jelen szennyezettségi határértéket meghaladó koncentrációban egy vagy több fém elem. A (B) határértéket meghaladó fémek a nikkel, arzén, higany, bór, antimon és alumínium volt. Nikkel és alumínium három-három mintában, antimon kettőben lépte túl a határértéket. Arzén, bór és higany egy-egy mintában volt (B) érték felett.

Határérték túllépés az S-3, S-4, S-5, S-9 jelű kutakban, valamint az SZ-3, SZ-4, SZV-2 és SZH-5 mintavételi pontokon fordult elő. Többnyire egy-egy fém mennyisége haladta meg a (B) határértéket, de az SZ-3 kút vizében kettő (nikkel, antimon), míg az S-4 kút vizében három (nikkel, arzén, antimon).



39. ábra



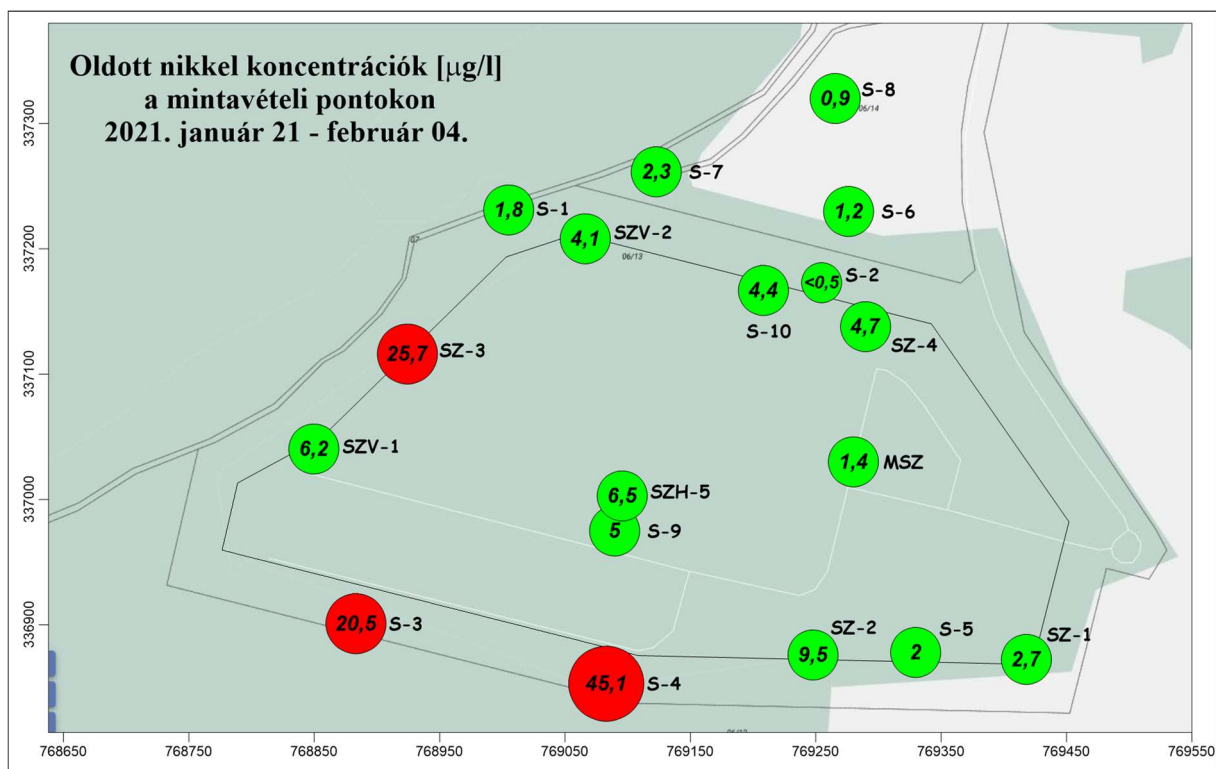
40. ábra

Az oldott nikkel mennyisége három mintavételi ponton (S-3, S-4, SZ-3) volt nagyobb, mint a (B) határérték. A **41. ábrán** látható, hogy mindhárom pont háttérnek tekinthető területen helyezkedik el, a lerakó medencék esetleges szennyező hatását figyelő kutakban, illetve pontokon mért nikkel koncentrációk jóval kisebbek voltak. A monitoring kutak vizében mért értékek jó egyezést mutattak a korábbi évek tapasztalataival, amit a **42. ábra** szemléltet.

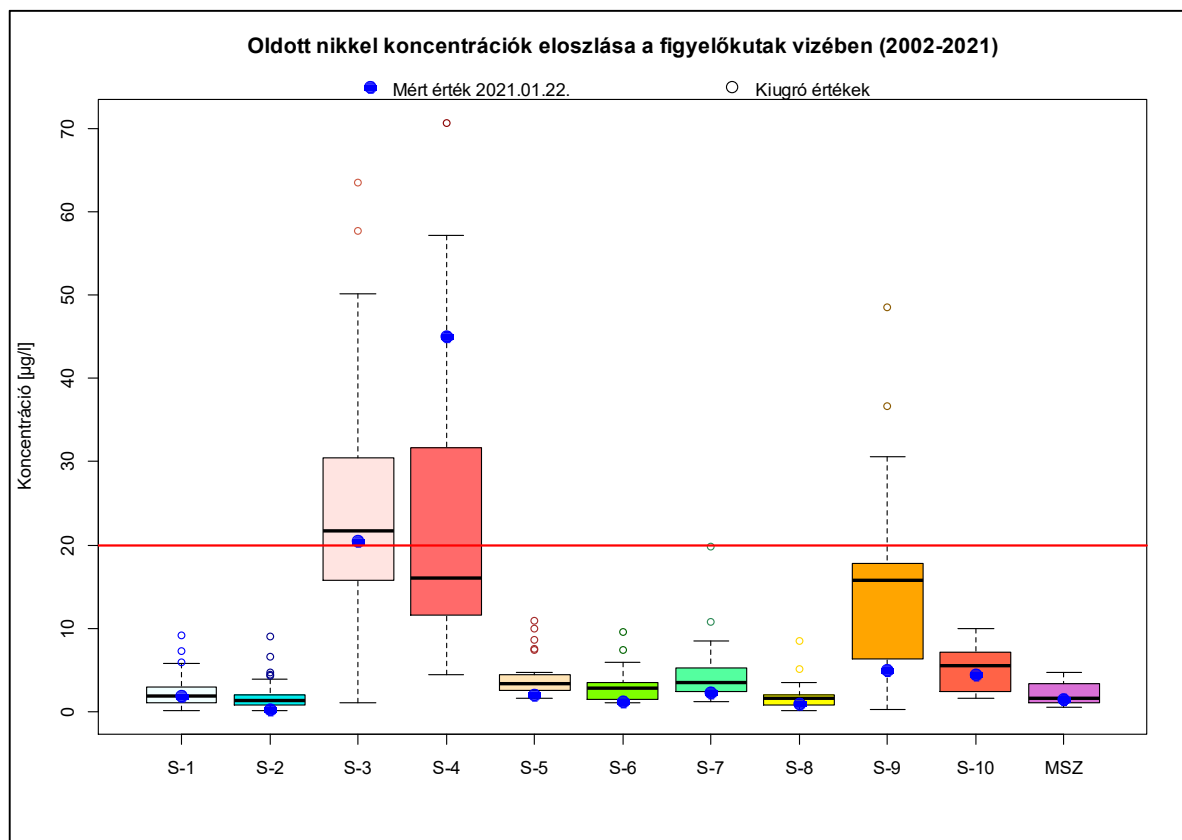
Ezen az ábrán az is látható, hogy az S-3 és S-4 kutak vizének nikkel tartalma szignifikánsan nagyobb, mint a többi kúté. Háttérbeli helyzetük miatt nem feltételezhető, hogy a magasabb nikkel koncentráció a lerakó működésének következménye lenne.

A **42. ábra** azt is megmutatja, hogy az S-9 kút vizére – néhány kiugró érték mellett – a többi kúthoz képest magasabb, de zömében határérték alatti nikkel koncentráció jellemző. A mért értékek időbeni változását bemutató **43. ábrán** látható, hogy 2014 óta az S-9 kút vizében a nikkel koncentráció csökkenő tendenciát mutat.

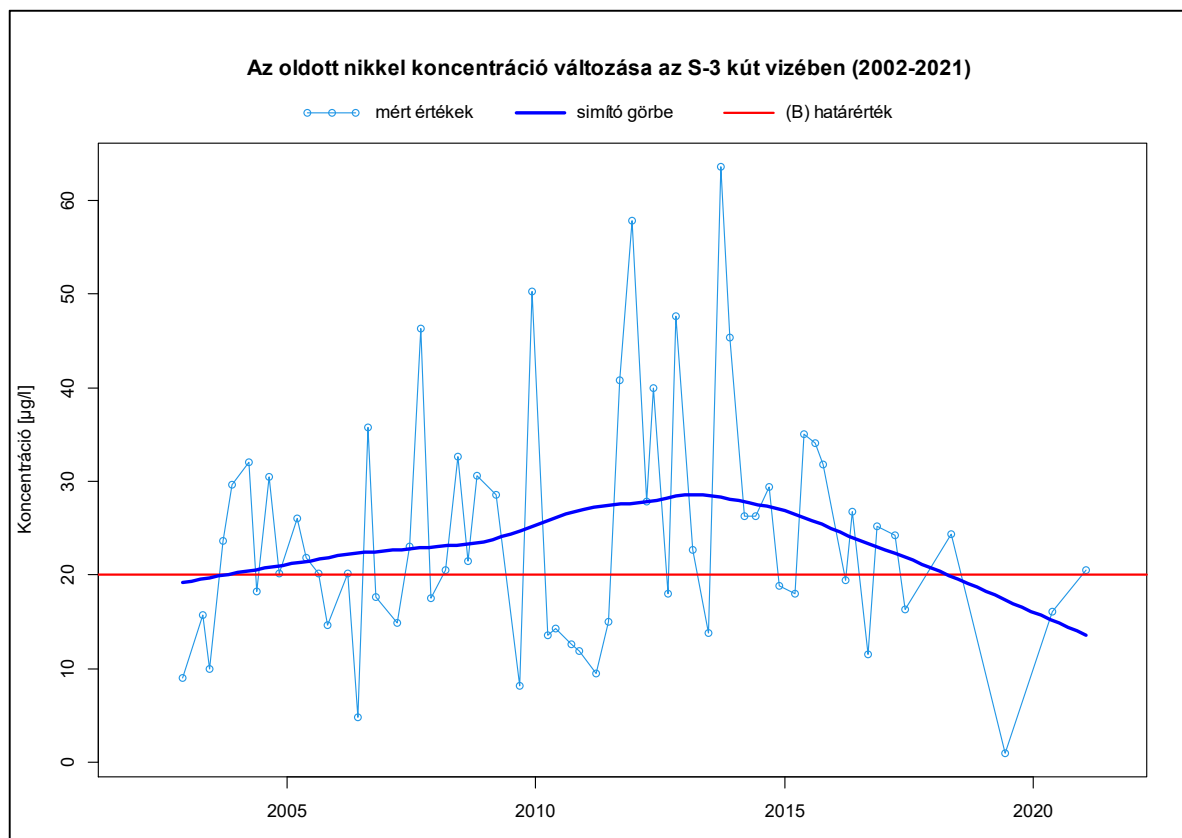
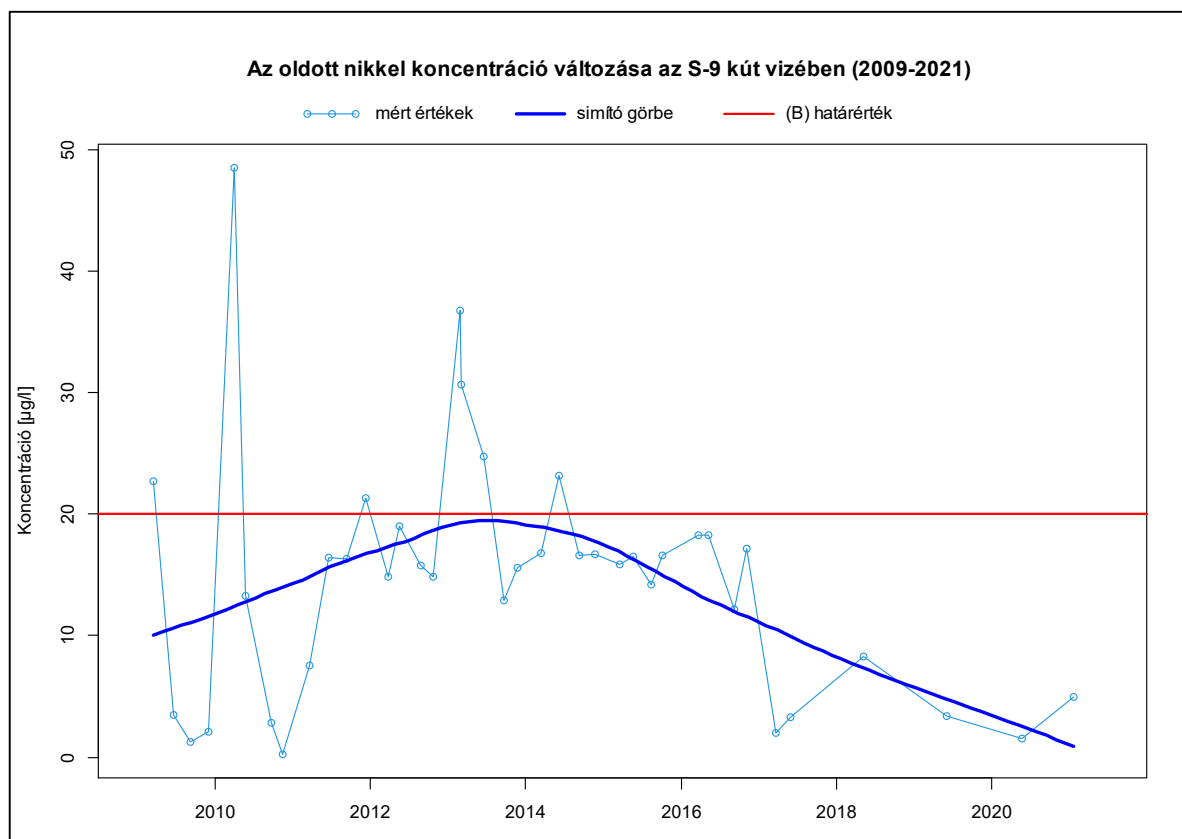
A **44. ábrán** látható, hogy az S-3 kút vizében szintén 2014 óta csökken a nikkel koncentrációja, a **45. ábra** viszont azt mutatja, hogy az S-4 jelű kút esetében ezzel ellentétes irányú a változás.

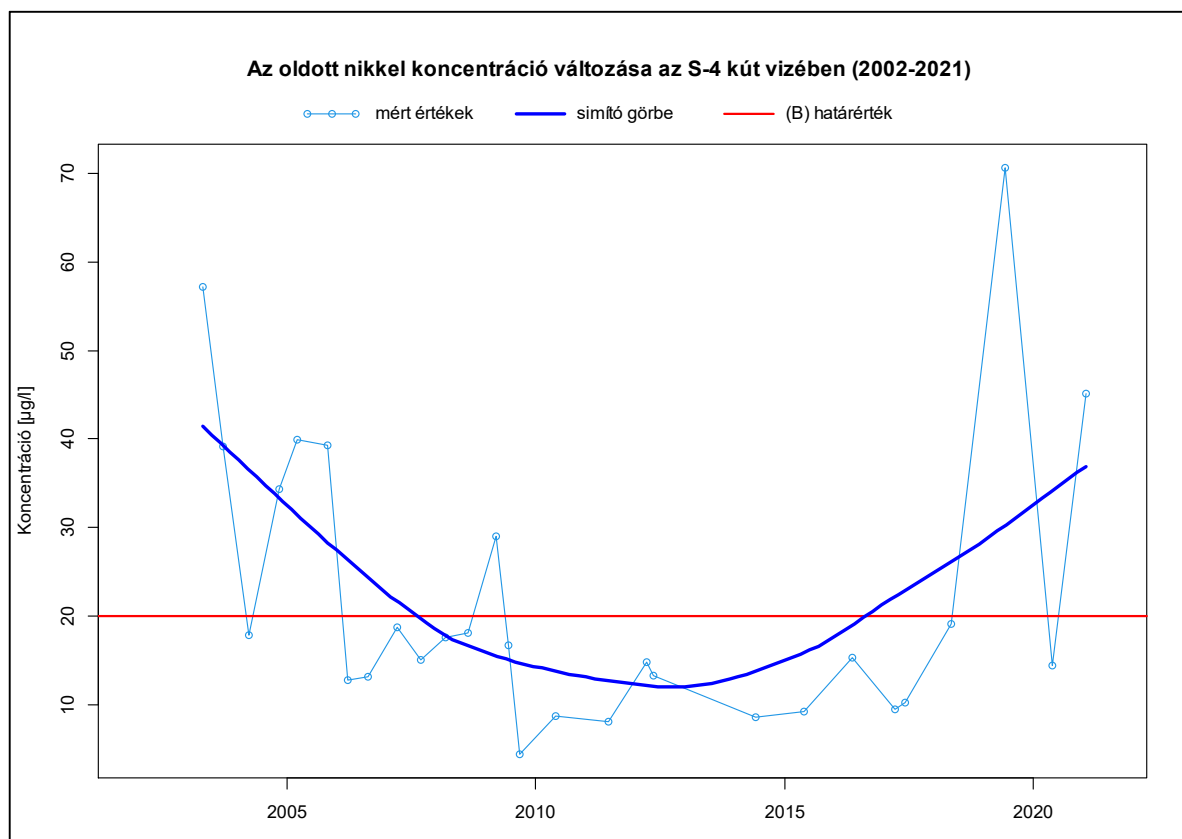


41. ábra



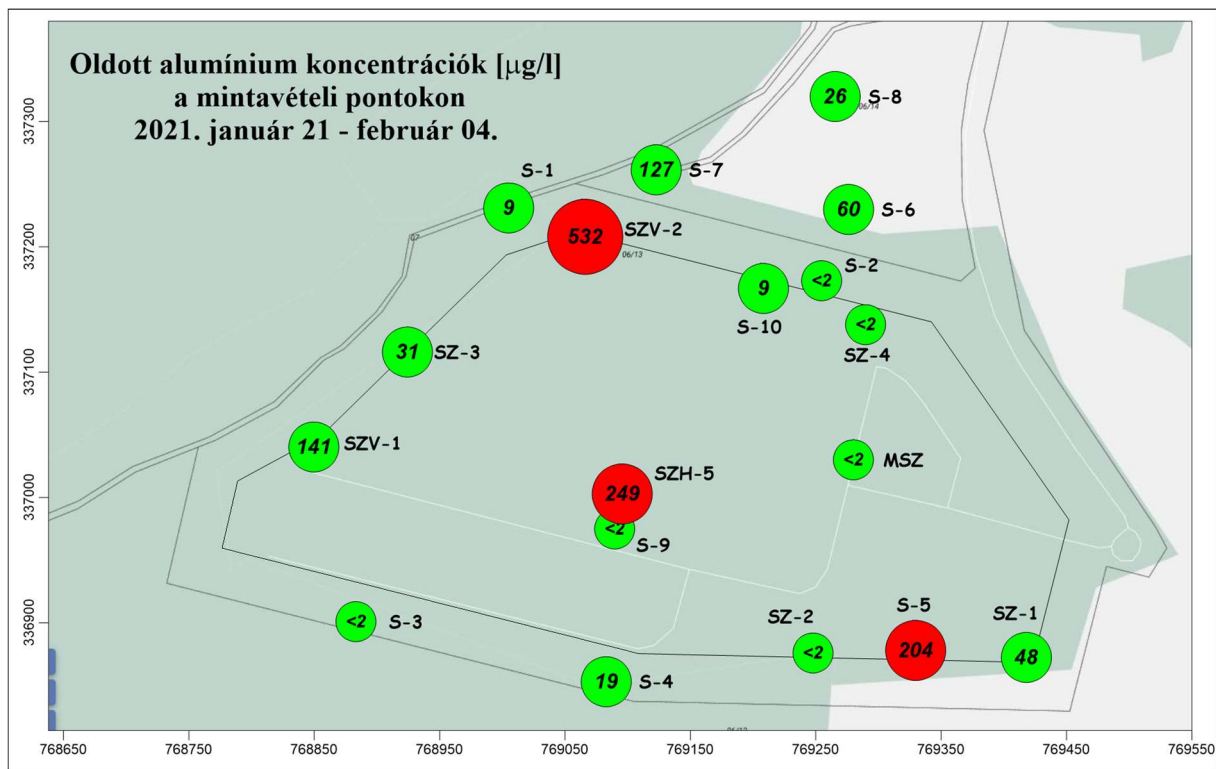
42. ábra





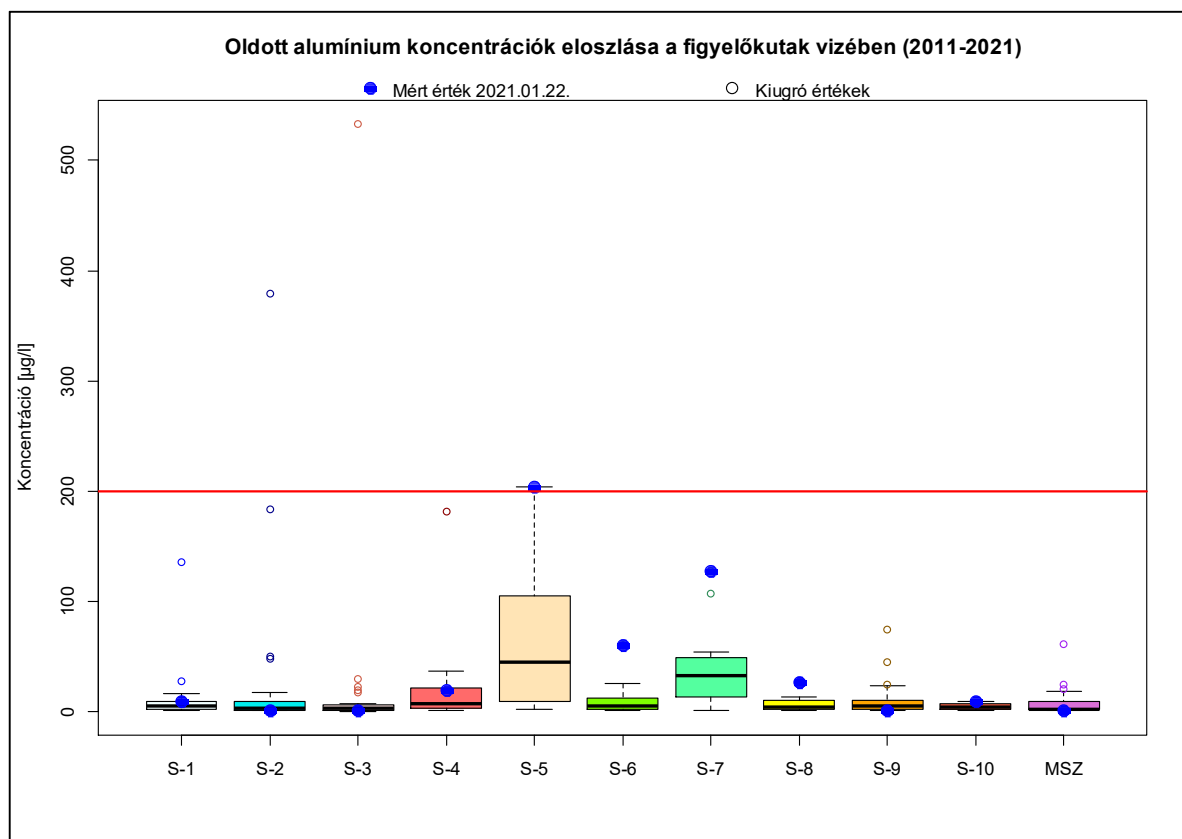
45. ábra

A 2021. január 21. és február 4. között vett talajvíz minták közül háromban (az SZV-2, SZH-5, S-5) haladta meg az oldott alumínium koncentrációja a (B) szennyezettségi határértéket (lásd **46. ábra**). Amint az a **47. ábrán** látható, a kapott eredmények a korábban tapasztalt alumínium koncentrációkhoz képest magasabbak voltak. A szokatlanul magas értékek összefüggésben lehetnek a vizek alacsony pH-jával.

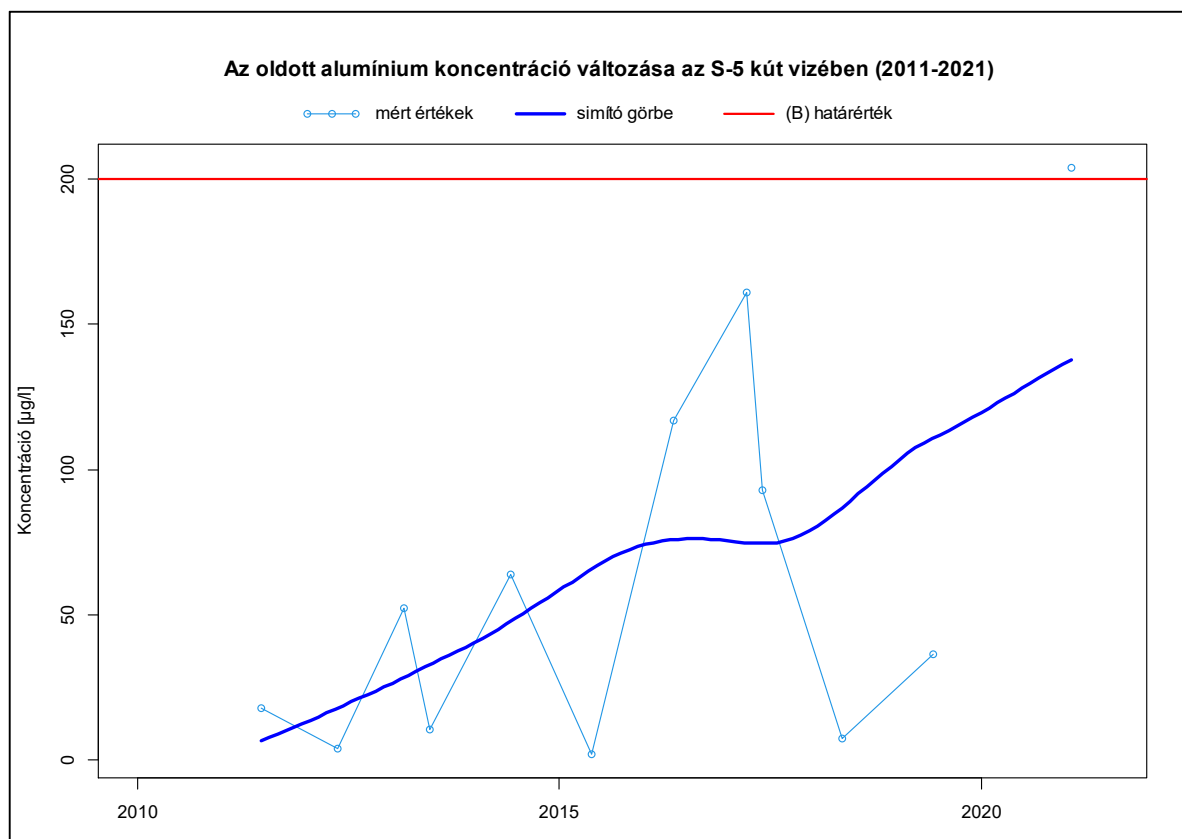


**46. ábra**

A **47. ábrán** látható, hogy a monitoring kutak vizében mért oldott alumínium csak néhány alkalommal, kiugrónak tekinthető esetekben haladta meg a (B) értéket. Az eddigi mérési eredmények szerint a háttér területen található S-5 jelű monitoring kút vizének oldott alumínium tartalma a többi kúthoz képest nagyobb. A kút vizében mért értékeket bemutató **48. ábra** szerint az S-5 kút vizének alumínium tartalma emelkedő trend szerint változik, de hogy ez a tendencia milyen mértékben bizonyul tartósnak, azt a további monitoring vizsgálatok során születő eredmények fogják megmutatni.



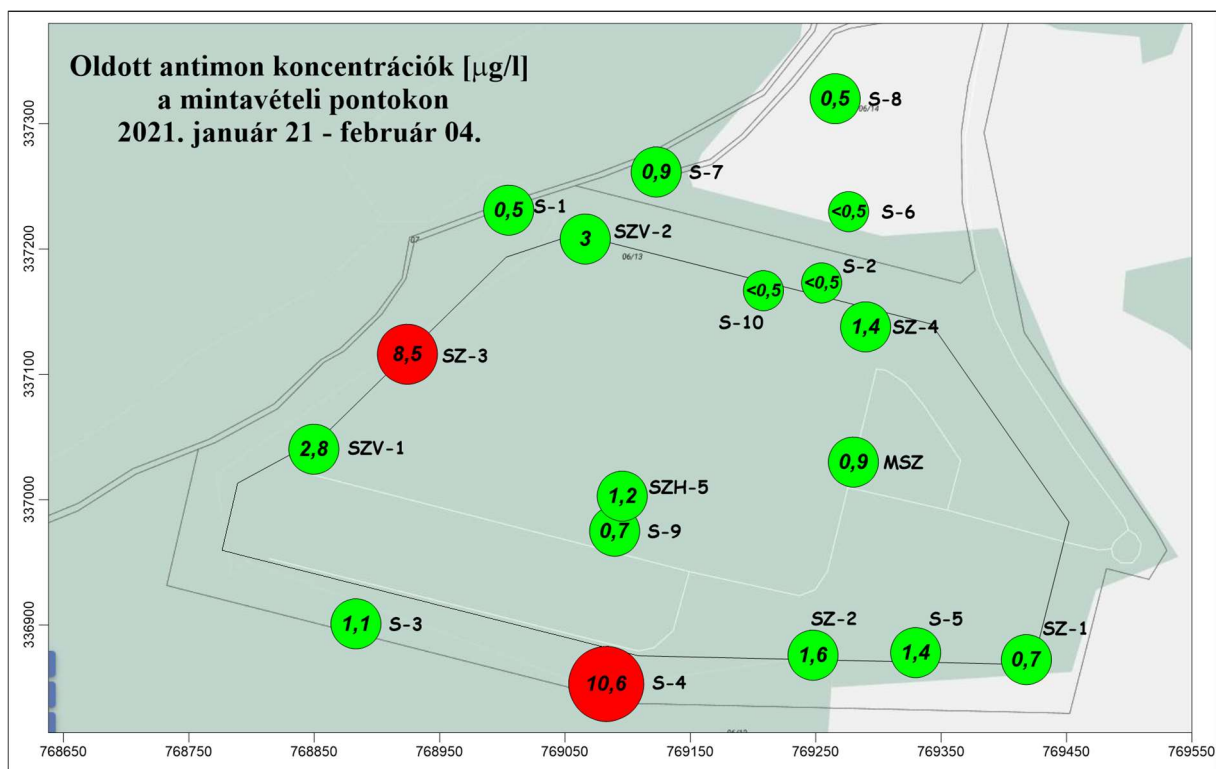
47. ábra



48. ábra



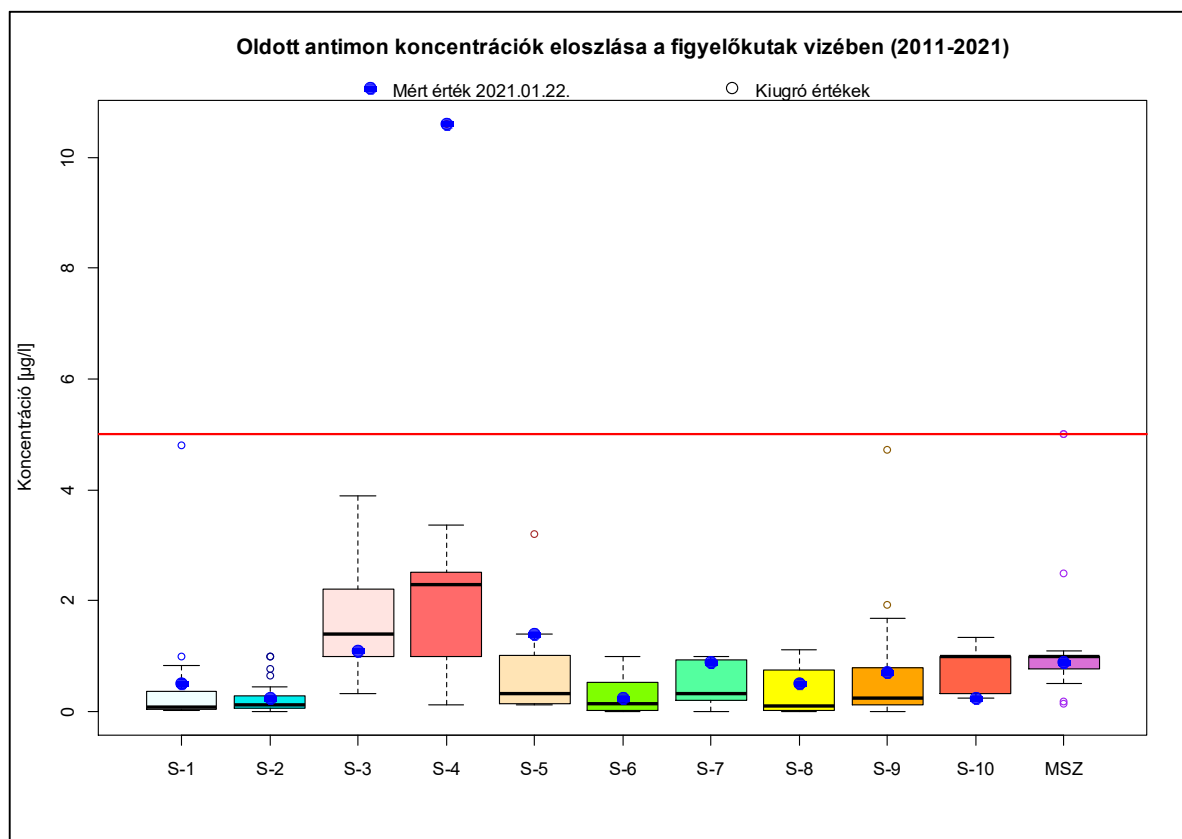
Felmérésünk során az SZ-3 és S-4 pontokon vett vízminták antimon tartalma (lásd **49. ábra**) a többi mintavételi ponton kapott értékekhez és a (B) határértékhez képest is magasabbnak bizonyult. Mindkét pont háttér helyzetben található a lerakó medencékhez képest, ezért nem feltételezhető, hogy a mért értékek a lerakó működésének következményeként alakultak ki.



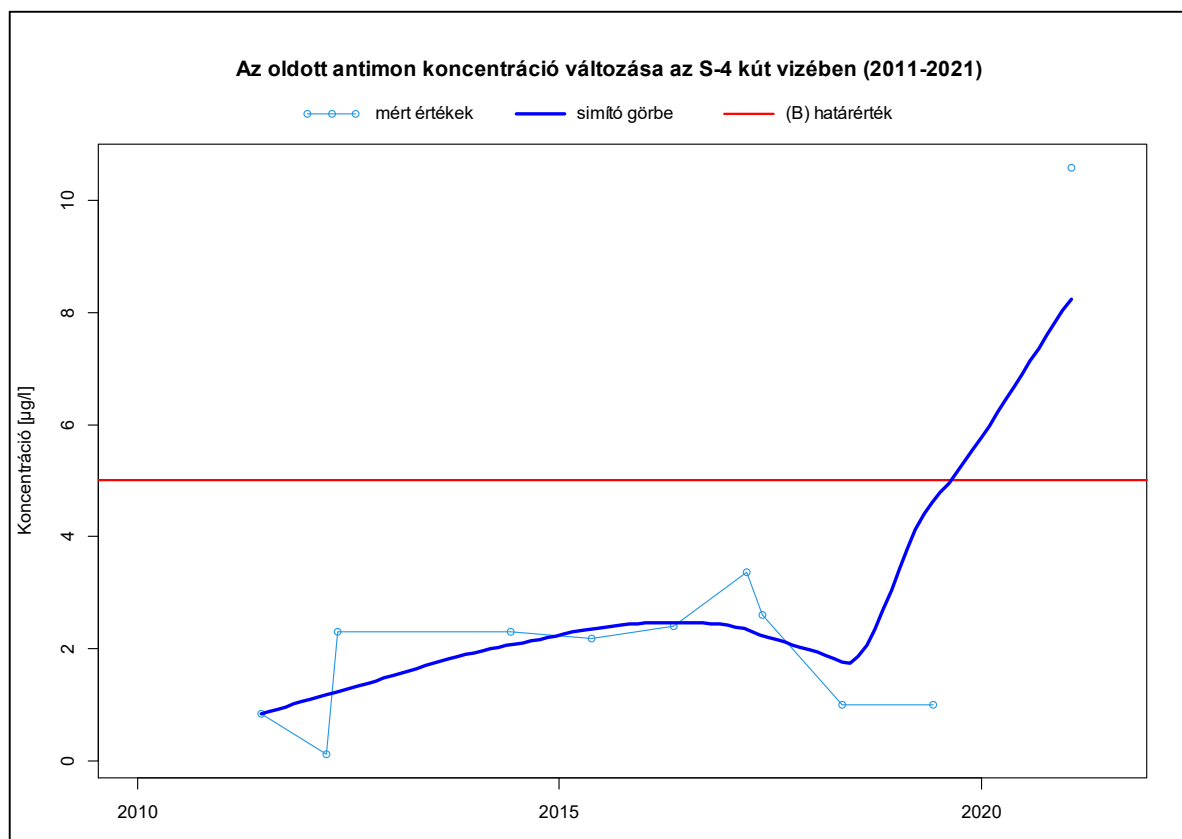
49. ábra

Az **50. ábrán** látható, hogy a monitoring pontokon mért értékek – az S-4 kút kivételével – illeszkednek a korábbi eredményekhez. Az is észrevehető, hogy az antimon mérések kezdete (2011) óta eltelt tíz év alatt csak esetenként fordult elő a (B) határértéket megközelítő vagy elérő antimon koncentráció, így a jelenlegi vizsgálat során az S-4 kútban mért magas érték is inkább kiugró értéknek tekinthető. Ezt a feltételezést erősíti az **51. ábra**, melyen az S-4 kútban mért antimon koncentrációk időbeni változása látható. Ezen az ábrán látható, hogy az utolsó mérési eredménytől eltekintve, az antimon koncentrációk (B) határérték alatt, a 0,5-2,5 µg/l tartományban egyenletesen helyezkedtek el. Azt, hogy a jelen felmérés során kapott érték valóban véletlen kiugró értéknek tekinthető, a monitoring vizsgálatok következő eredményei fogják megerősíteni vagy cáfolni.

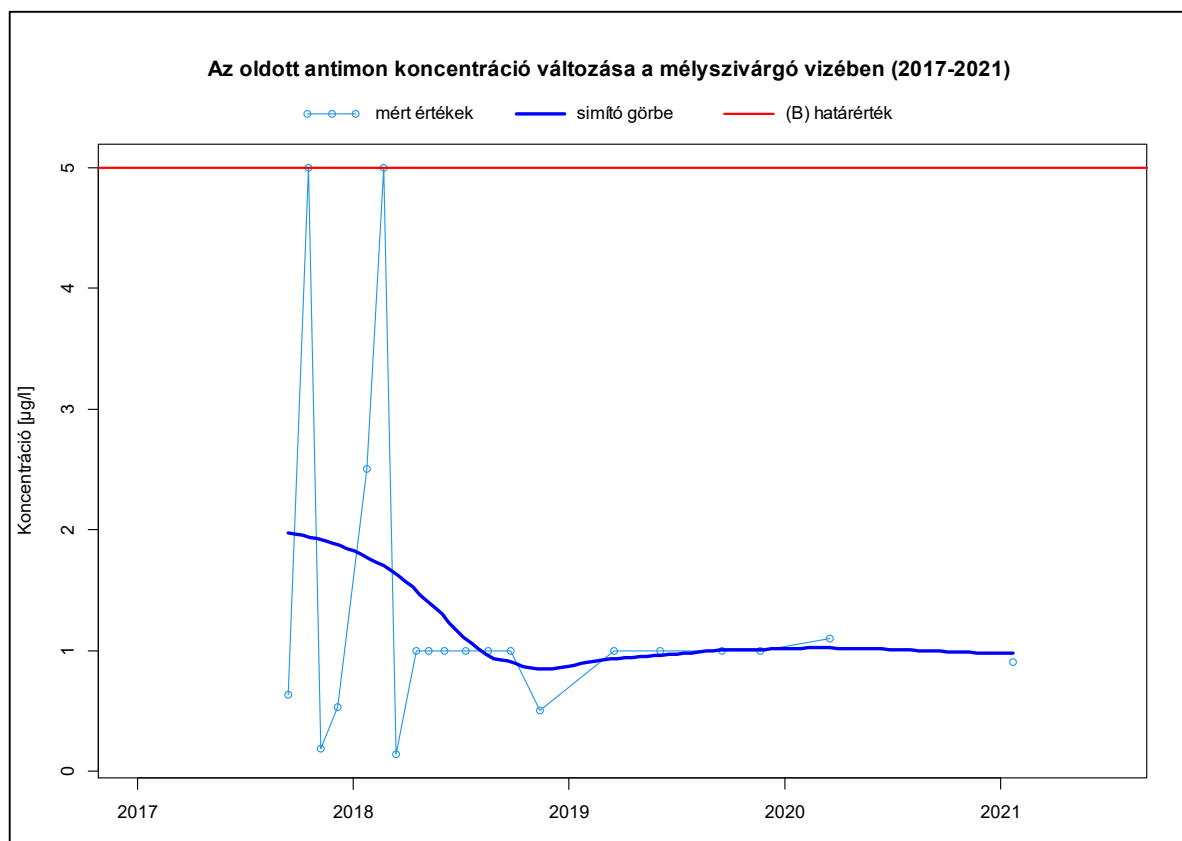
Az **52. ábra** tanúsága szerint a lezárt I. és II. lerakó medence, és az üzemelő III. medence között húzódó mélyszivárgó vizének antimon koncentrációja a kezdeti ingadozást követően az 1 µg/l körüli értéken stabilizálódott.



50. ábra

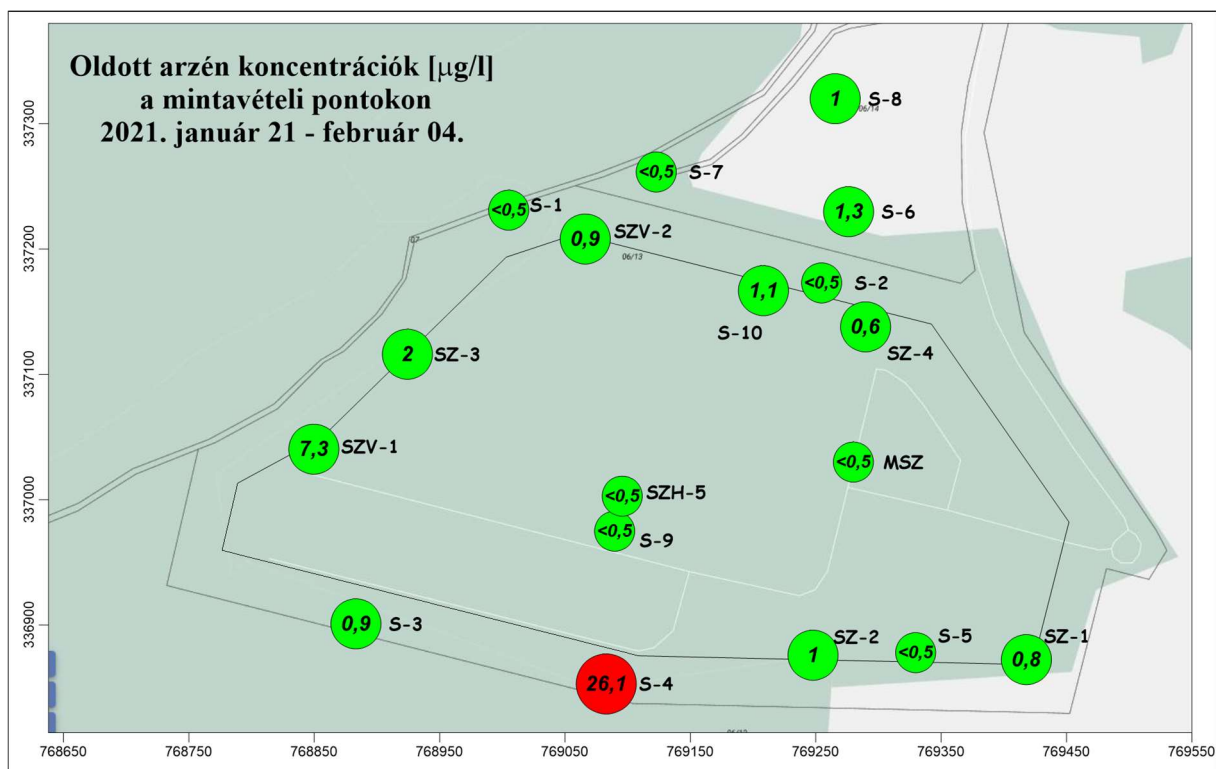


51. ábra



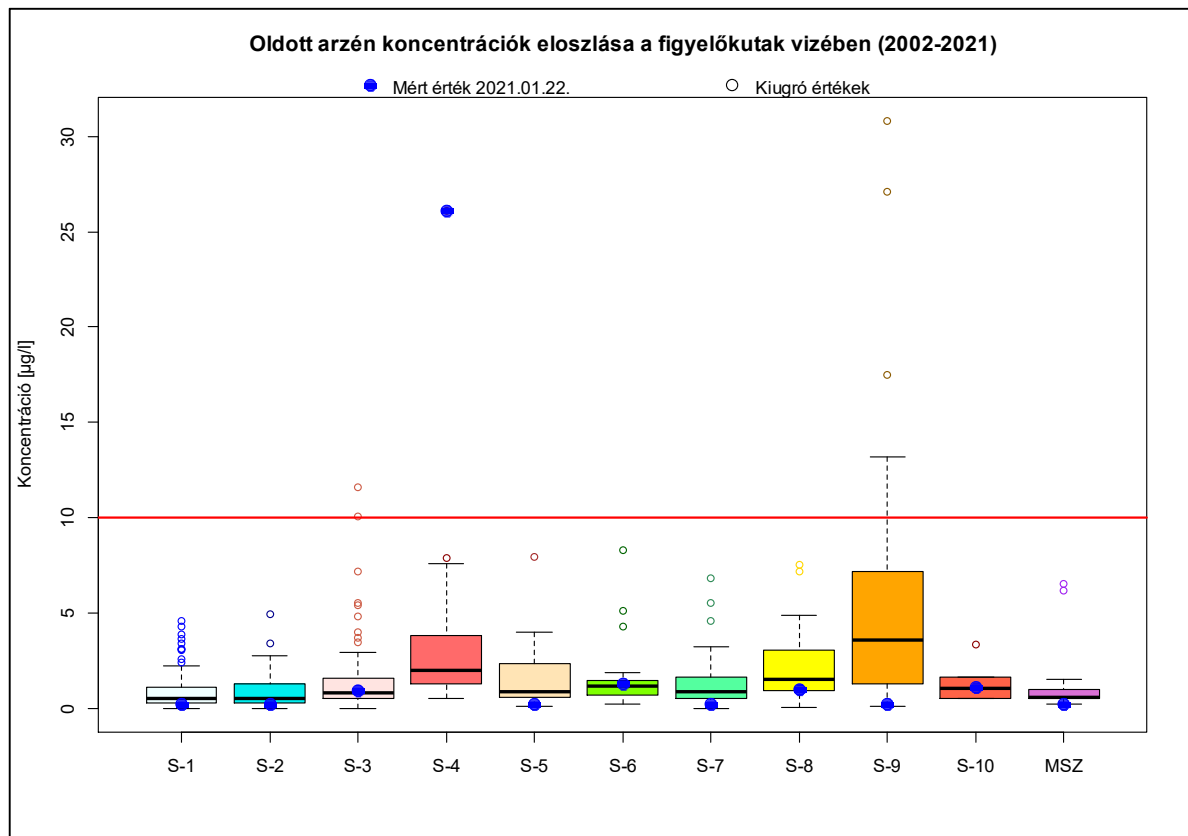
52. ábra

A 2021. január 21. és február 4. között vett vízminták közül egyben, az S-4 kútból vett mintában volt (B) határértéket meghaladó mennyiségben arzén (**53. ábra**). A felszín alatti víz áramlási irányát tekintve háttér területen található kút vizében az arzén megjelenése az alacsony pH és a redukzív körülmények következménye.

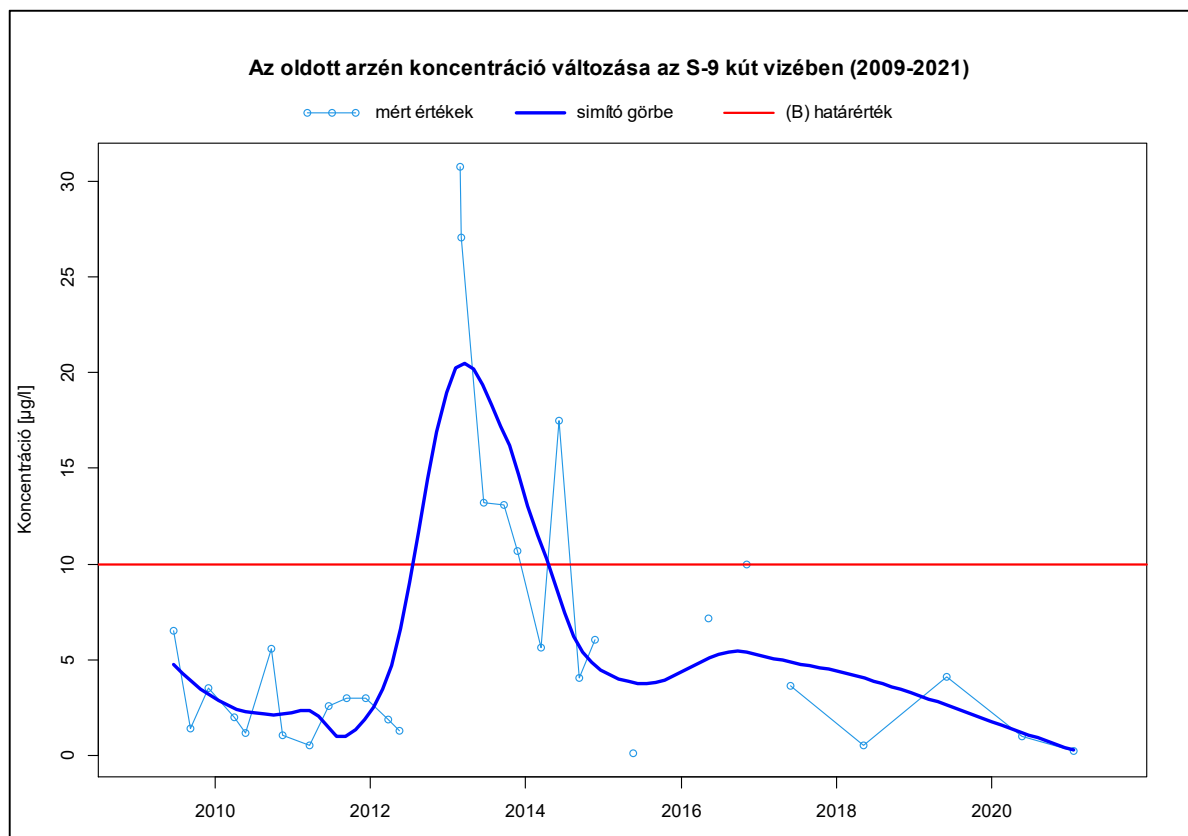


53. ábra

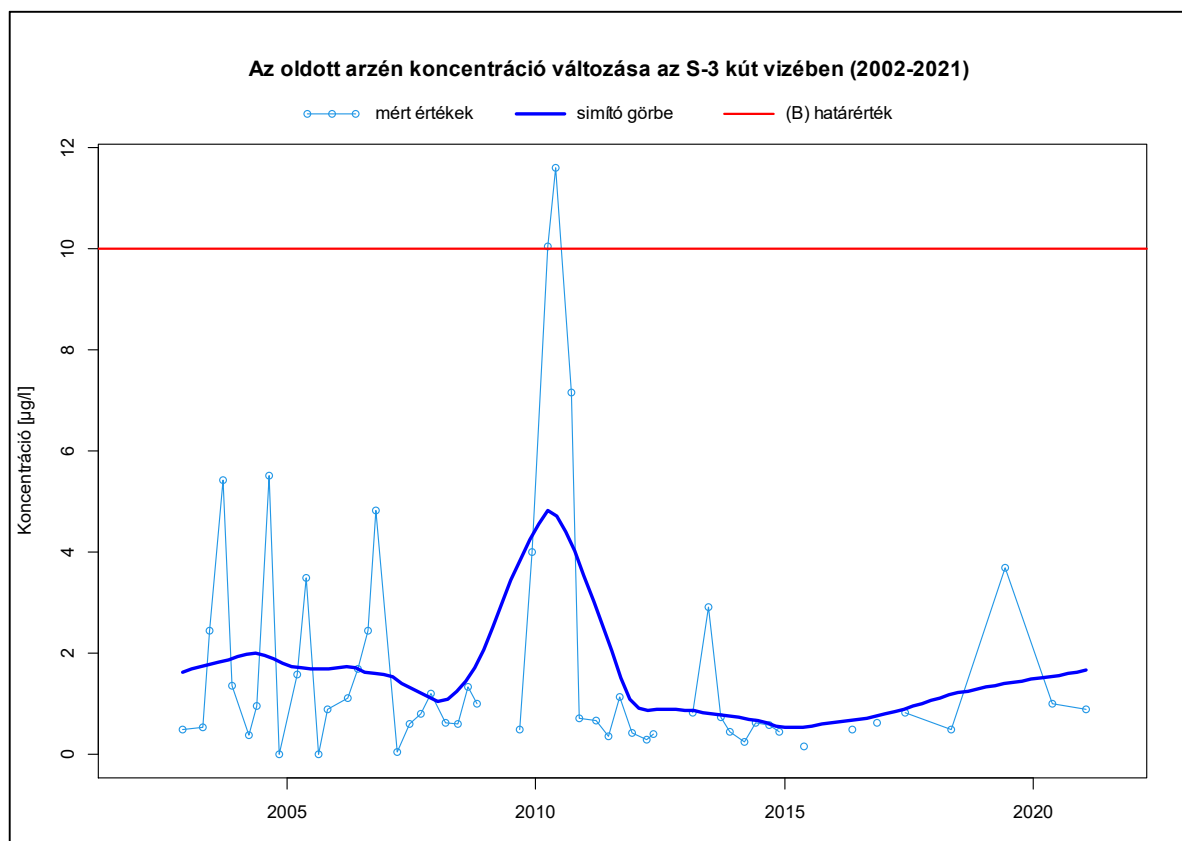
A lerakó területén folytatott monitoring vizsgálatok eredményeit összefoglalóan bemutató **54. ábra** szerint (B) határértéket meghaladó arzéntartalom az S-9 és S-3 jelű kutakban fordult elő korábban. Az arzén koncentrációk időbeni változását szemléltető **55. és 56. ábrákon** látható, hogy az utóbbi öt évben sem az S-3, sem az S-9 kút vizében arzén tekintetében nem volt határérték túllépés.



54. ábra

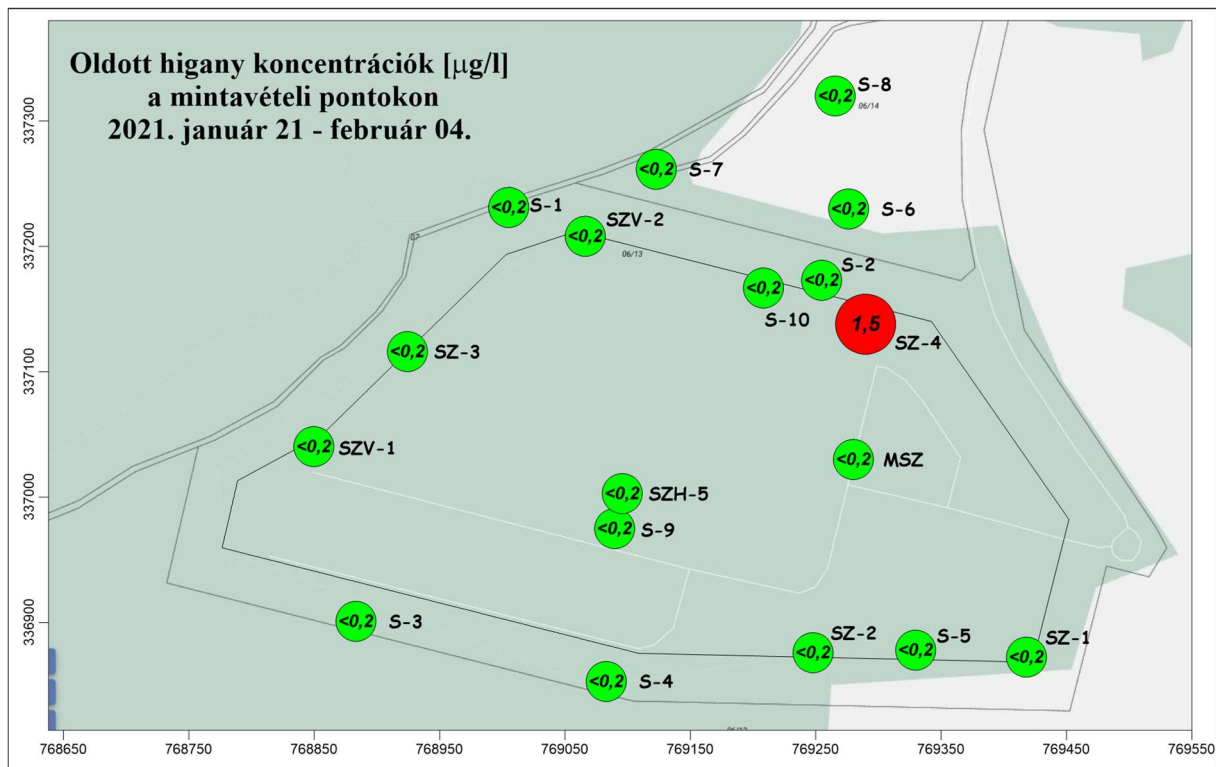


55. ábra



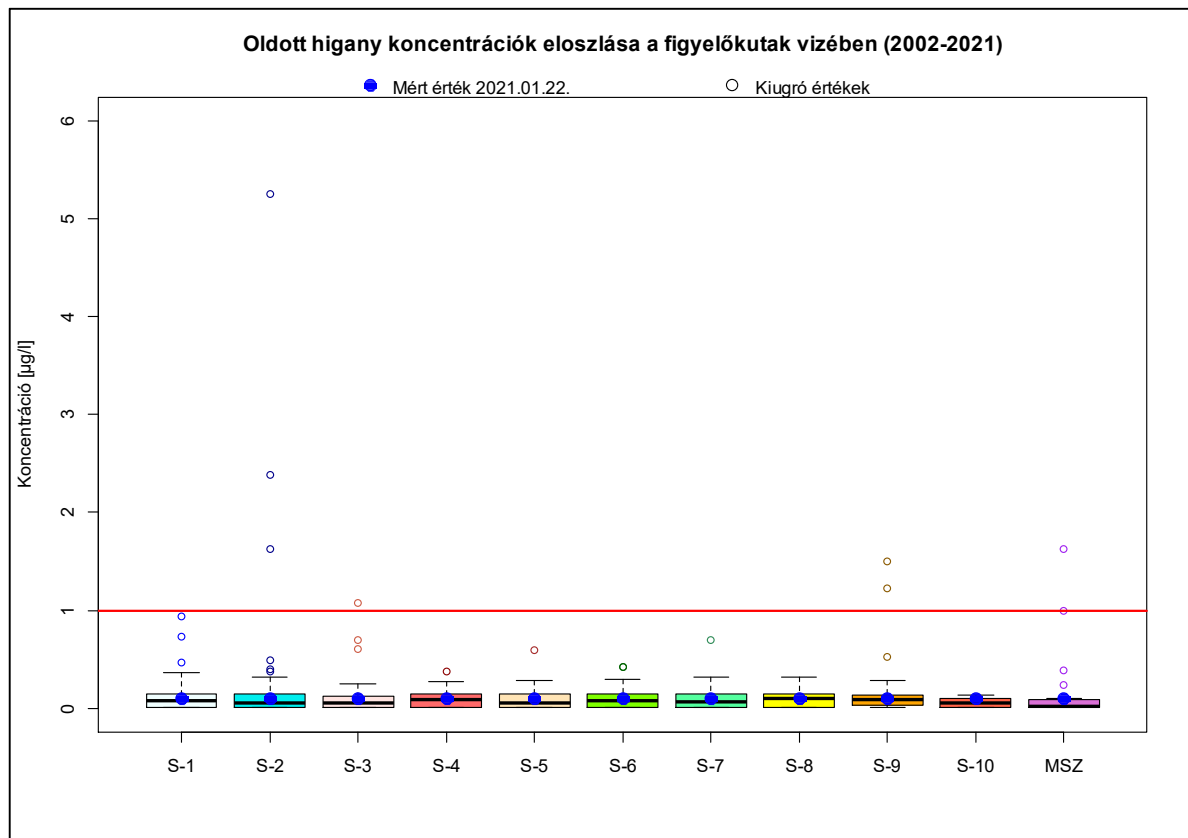
56. ábra

A jelen felmérés keretében vett felszín alatti vízminták közül egyben, az SZ-4 ponton vett mintában volt az alsó méréshatárt, ám egyben az 1 µg/l-es szennyezettségi határértéket is meghaladó mennyiségben higany, amint az az **57. ábrán** látható.

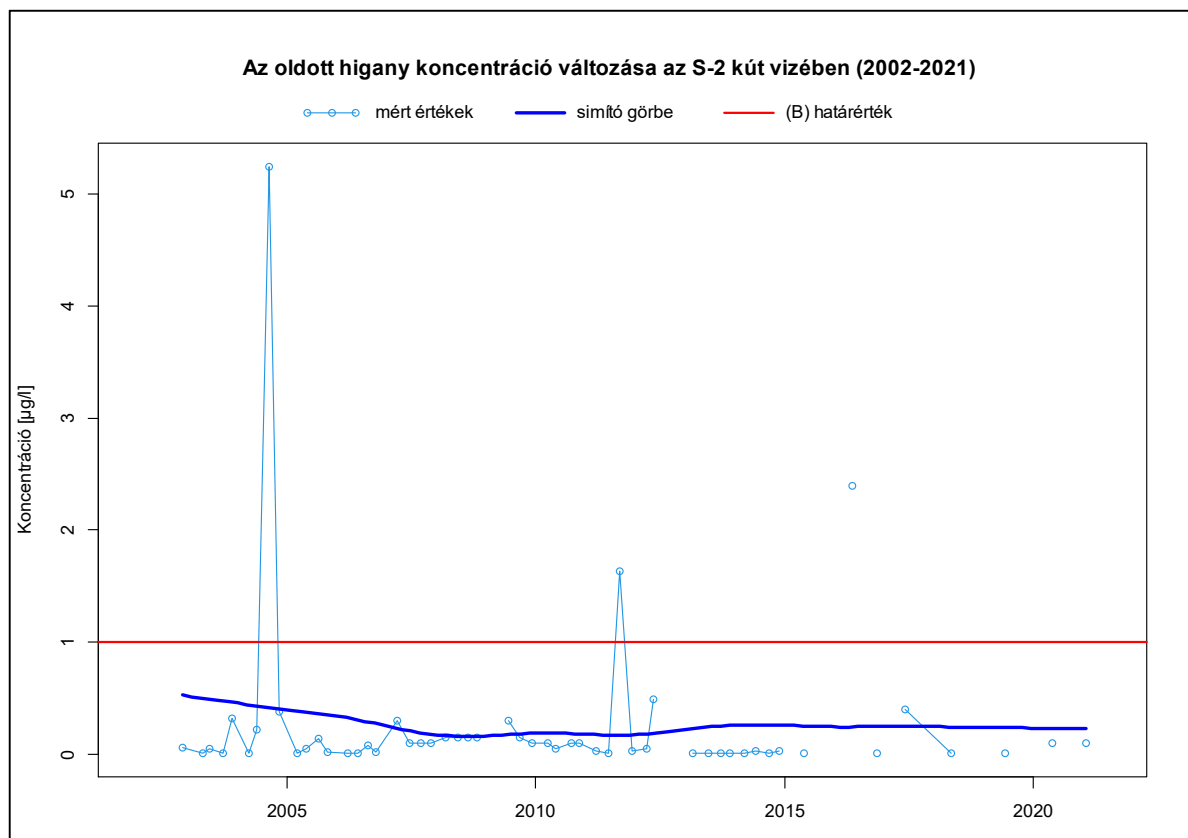


**57. ábra**

A figyelőkutak vizében mért higany koncentrációk eloszlását mutató **58. ábra** tanúsága szerint a monitoring pontok közül csak az S-2 és S-9 kutakban és a mélyszivárgóban fordult elő a (B) határértéket jelentősebb mértékben meghaladó higany koncentráció. Az **59 – 61. ábrákon** látható, hogy ezeken a pontokon a határérték túllépés nem volt tartós, a kiugró higany koncentrációk a következő mintavételek idejére visszatértek a szokásos, határérték alatti tartományba.

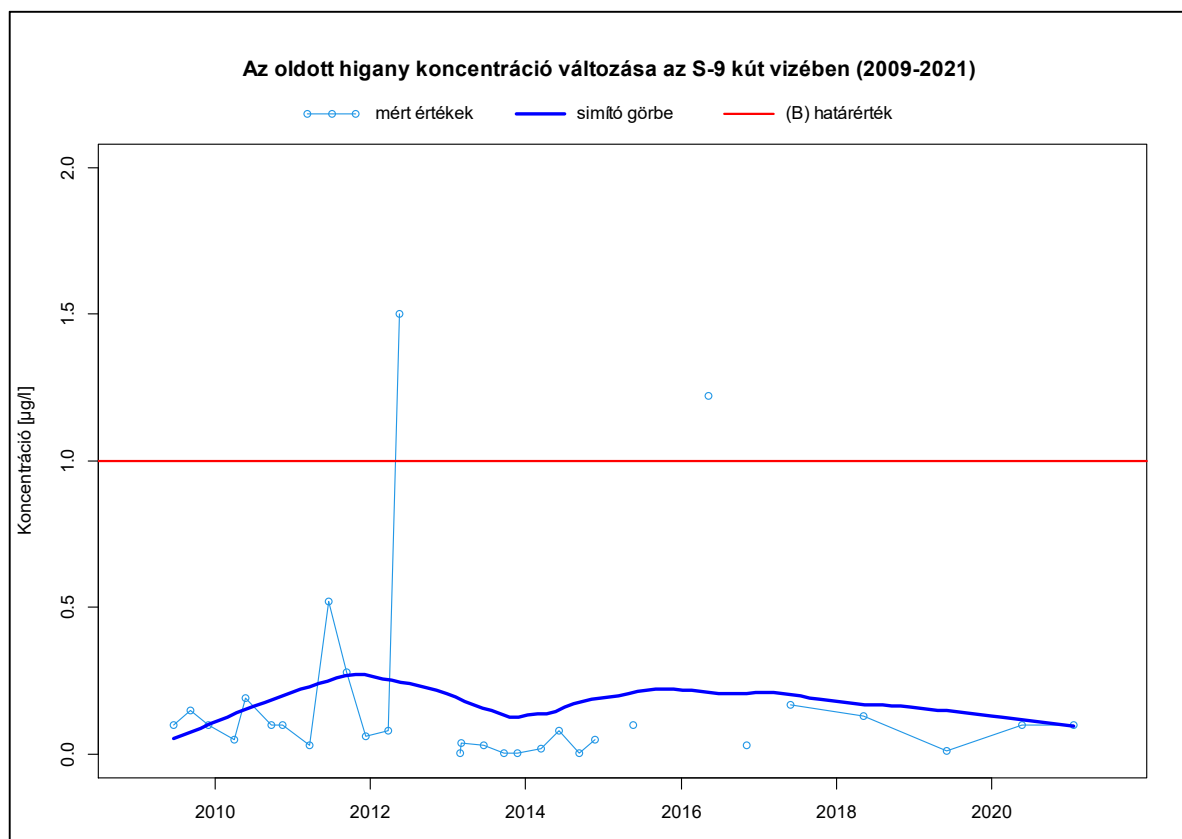


58. ábra

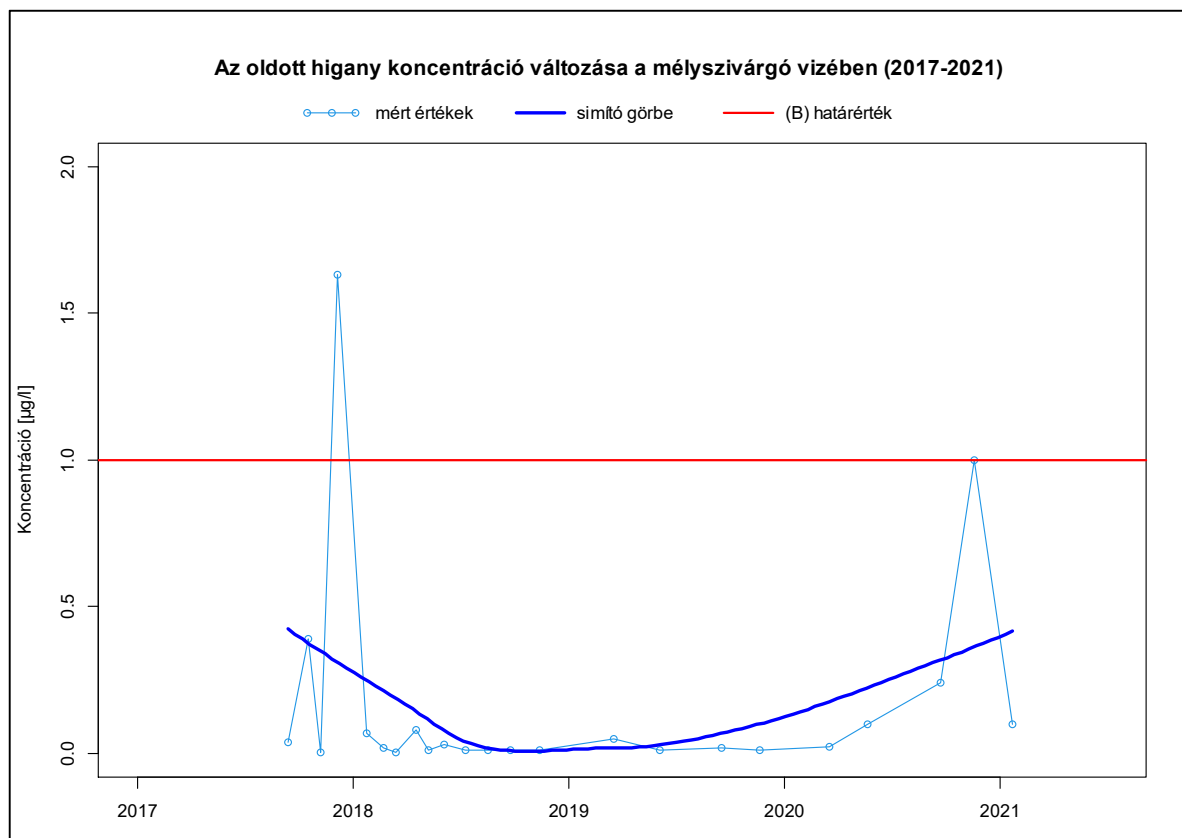


59. ábra



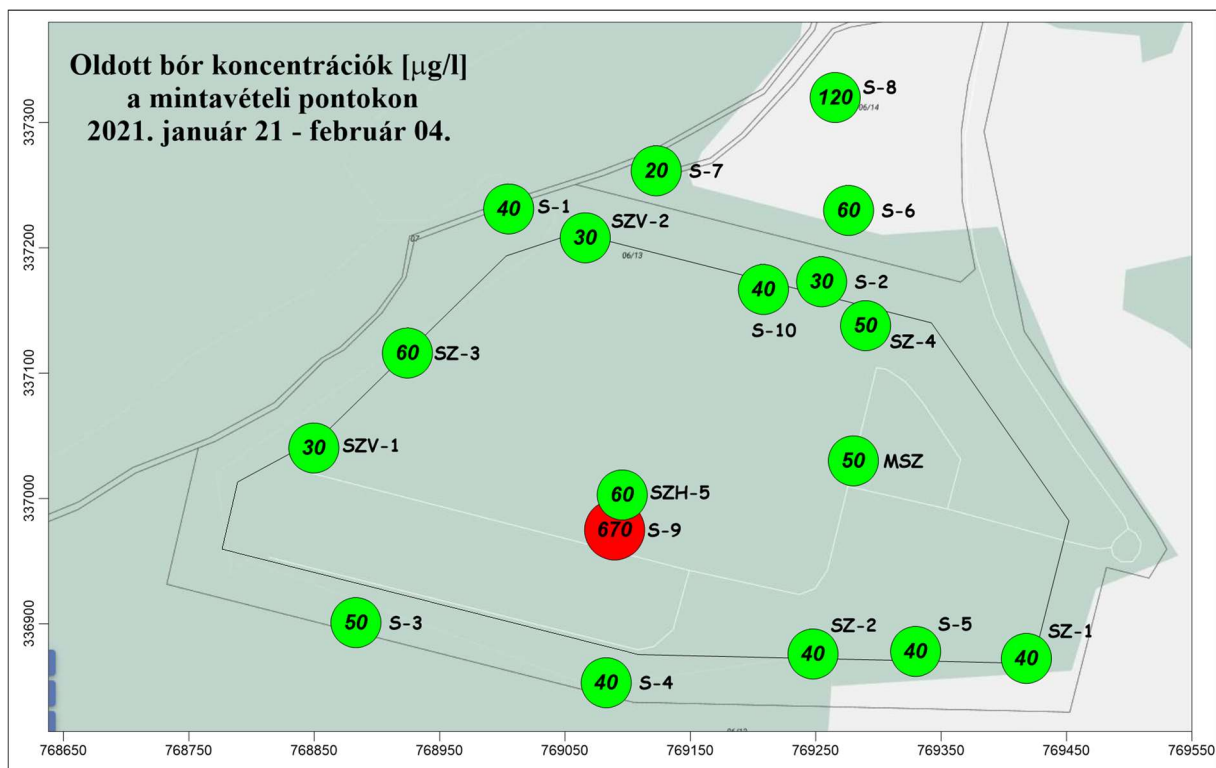


60. ábra



61. ábra

A **62. ábrán** látható módon, a felmérésünk során vett vízmintákban a bór koncentrációja egy ponton, az S-9 jelű kút vizében haladta meg az 500 µg/l-es (B) határértéket.



**62. ábra**

A monitoring pontokon korábban mért értékek eloszlását szemléltető **63. ábrán** látható, hogy a felmérésünkben kapott bór koncentrációk jól illeszkednek a korábbi értékekhez.

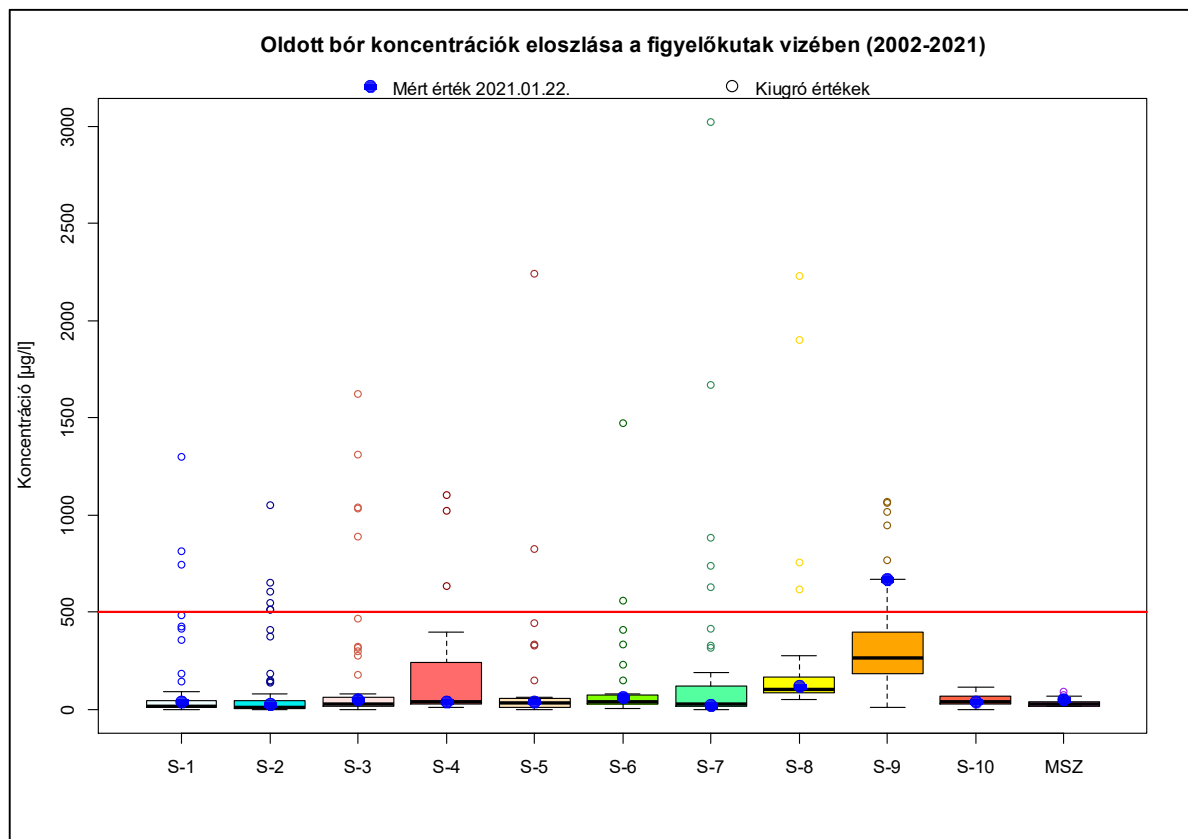
Ezen az ábrán az is észrevehető, hogy az S-9 kút vizének bór tartalma a többi kúthoz képest magasabb, valamint az is látszik, hogy az S-10 kút és a mélyszivárgó kivételével minden kút esetében többször előfordult (B) értéket meghaladó bór koncentráció.

Az S-1 – S-9 kutak vizében a bór koncentrációjának időbeni változását bemutató **64 – 72. ábrákon** könnyen felismerhető, hogy az S-1 – S-8 kutakban a koncentrációgörbék lefutása nagyon hasonló, és az is látható, hogy az utolsó tíz évben nem volt határérték túllépés. A 2006. évi összefoglaló jelentés<sup>5</sup> feltárta, hogy a 2005-2006 években született kiugróan magas bór koncentrációkat a mintavétel során alkalmazott szűrőgyapot okozta, a szűrőgyapot használatának mellőzését követően a mért értékek újból határérték alattiak lettek.

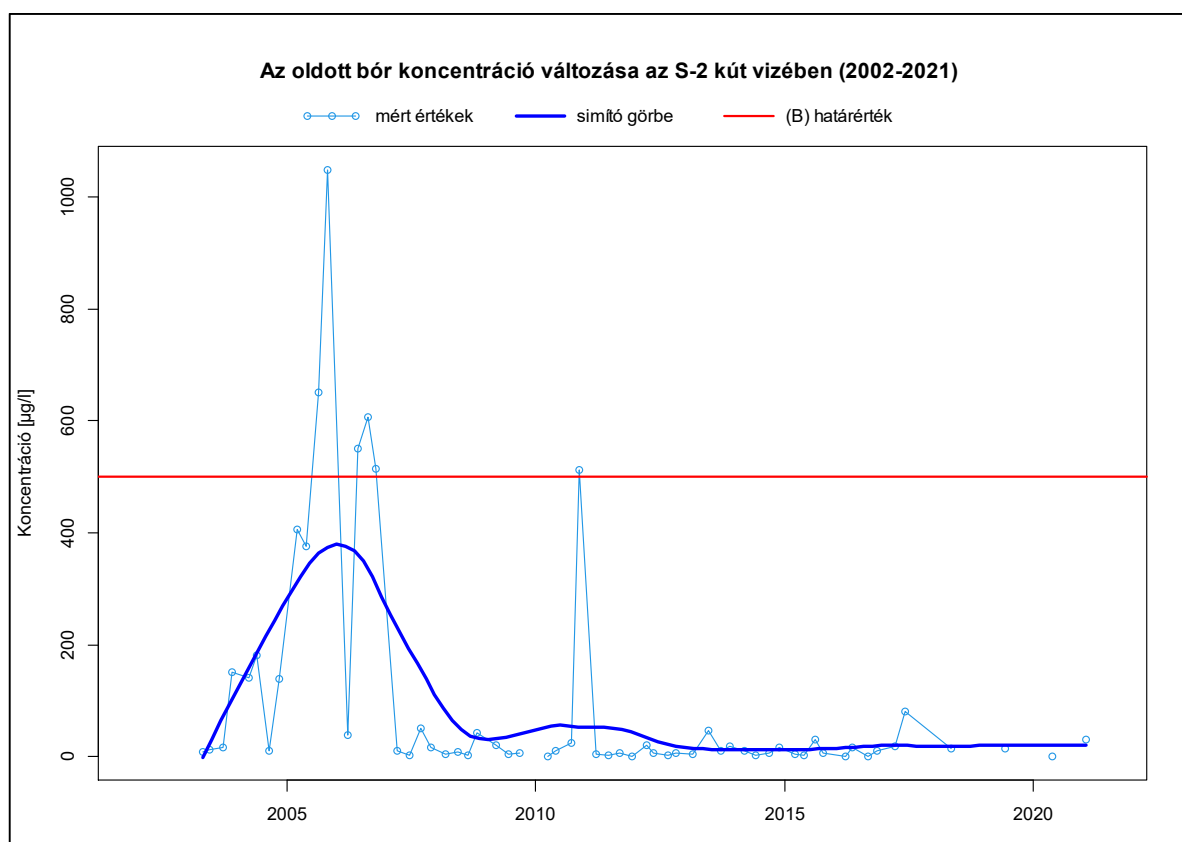
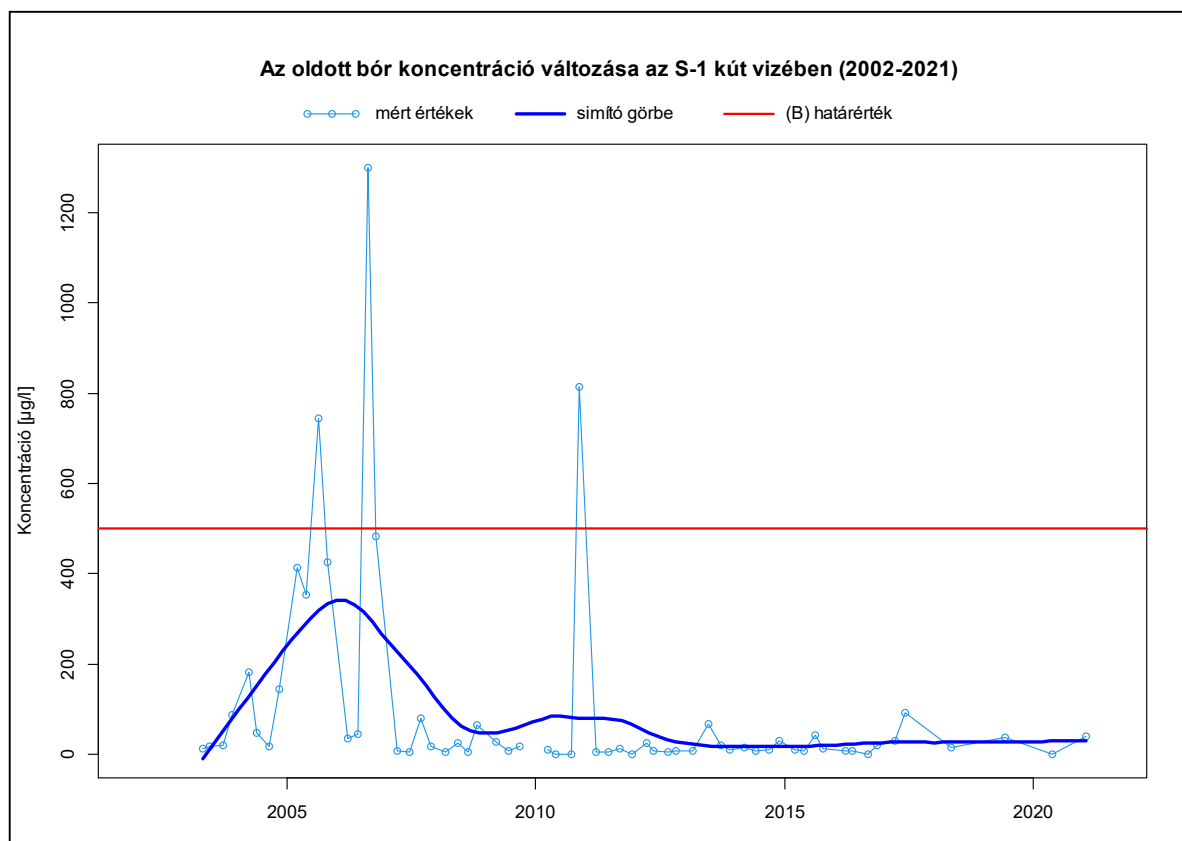
A **72. ábra** azt mutatja, hogy az S-9 kút vizében a bór koncentrációja a többiektől eltérő módon változott. A kút létesítését követően még határérték alatti értékekkel, de növekvő trend mentén, majd a 2014-2016 között bekövetkezett csökkenést követően ismét emelkedő tendencia szerint

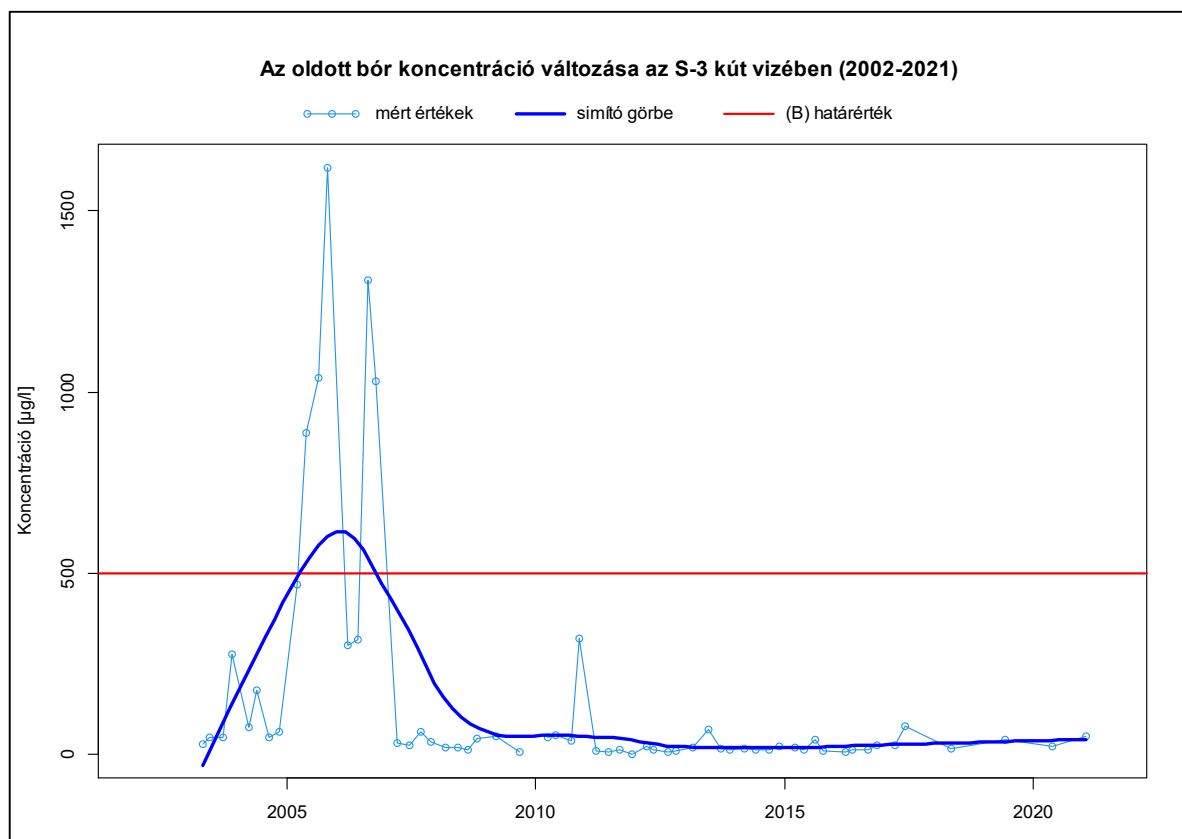
<sup>5</sup> HáromKörDelta Kft.; HUNGAROPEC Zrt. (2007): Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó; Összefoglaló jelentés 2006. év.

mozgott a bór koncentrációja. 2017 óta mindössze egy alkalommal mértek (B) határérték alatti bórtartalmat az S-9 kút vizében.

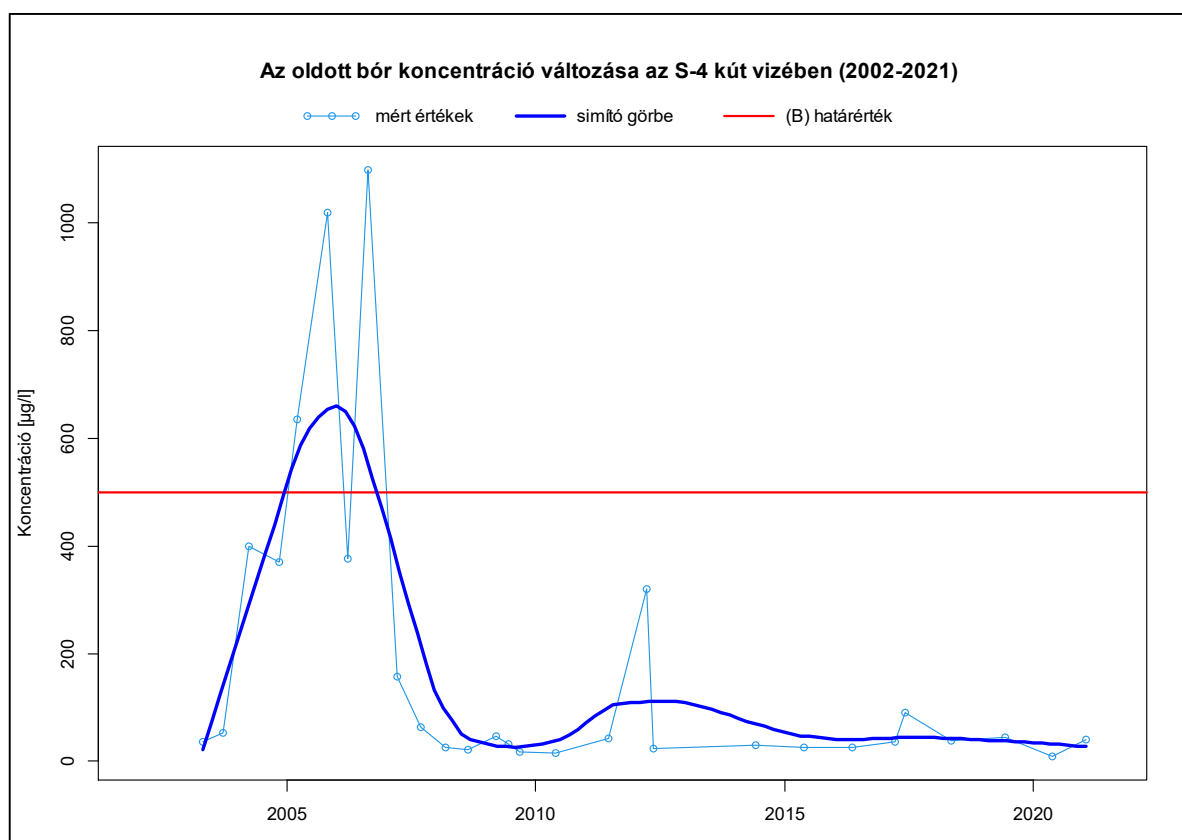


63. ábra

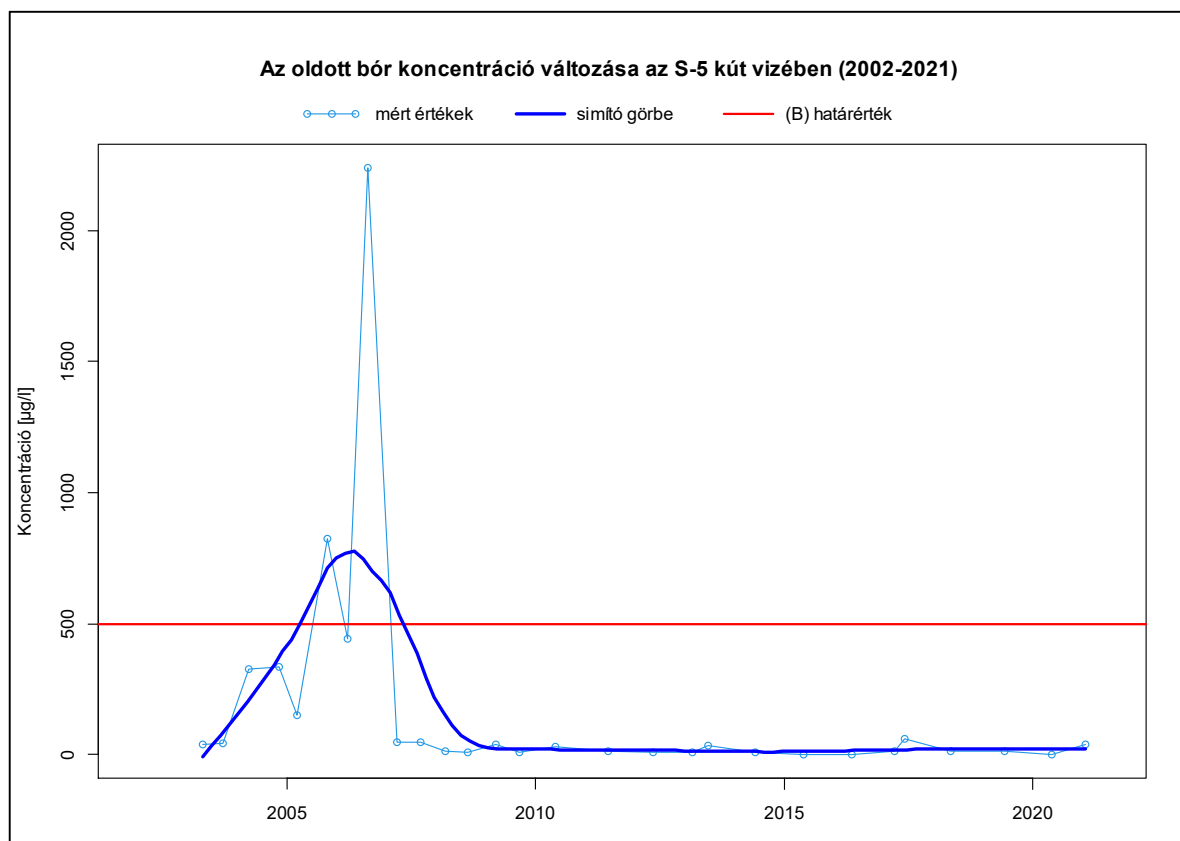




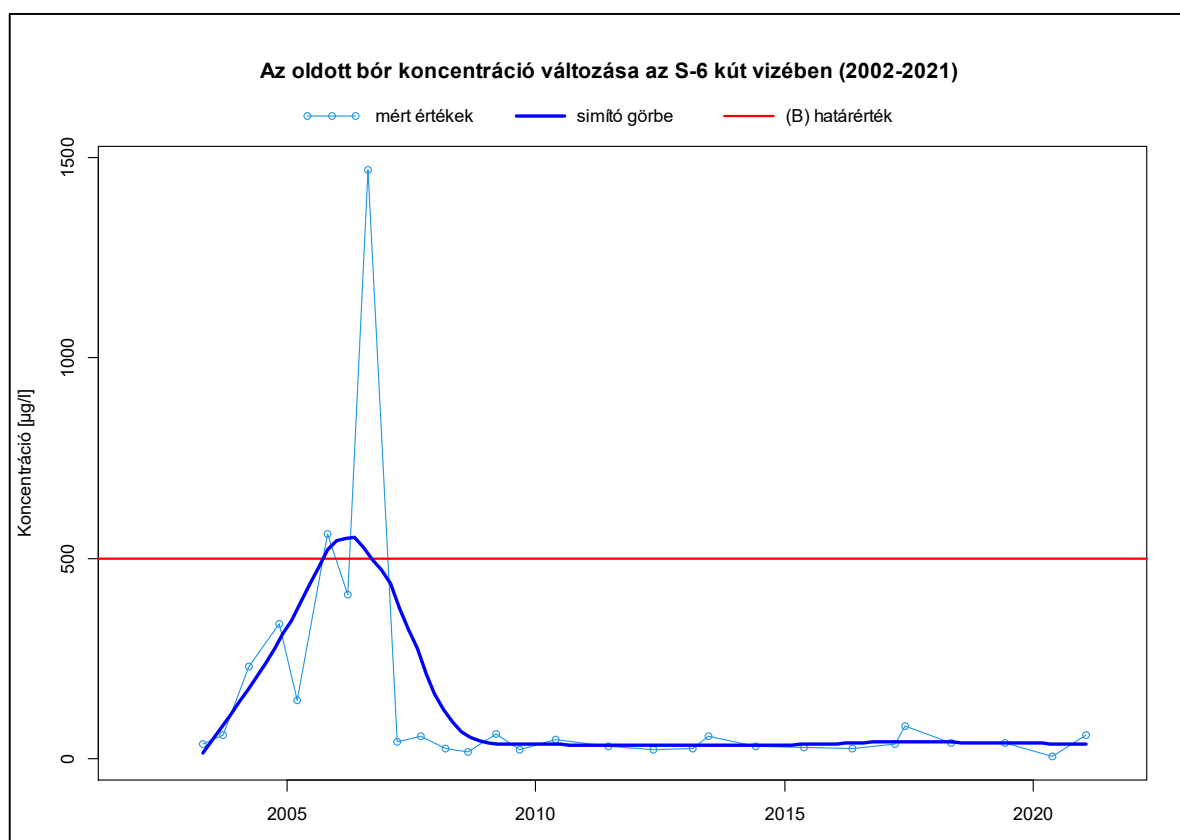
66. ábra



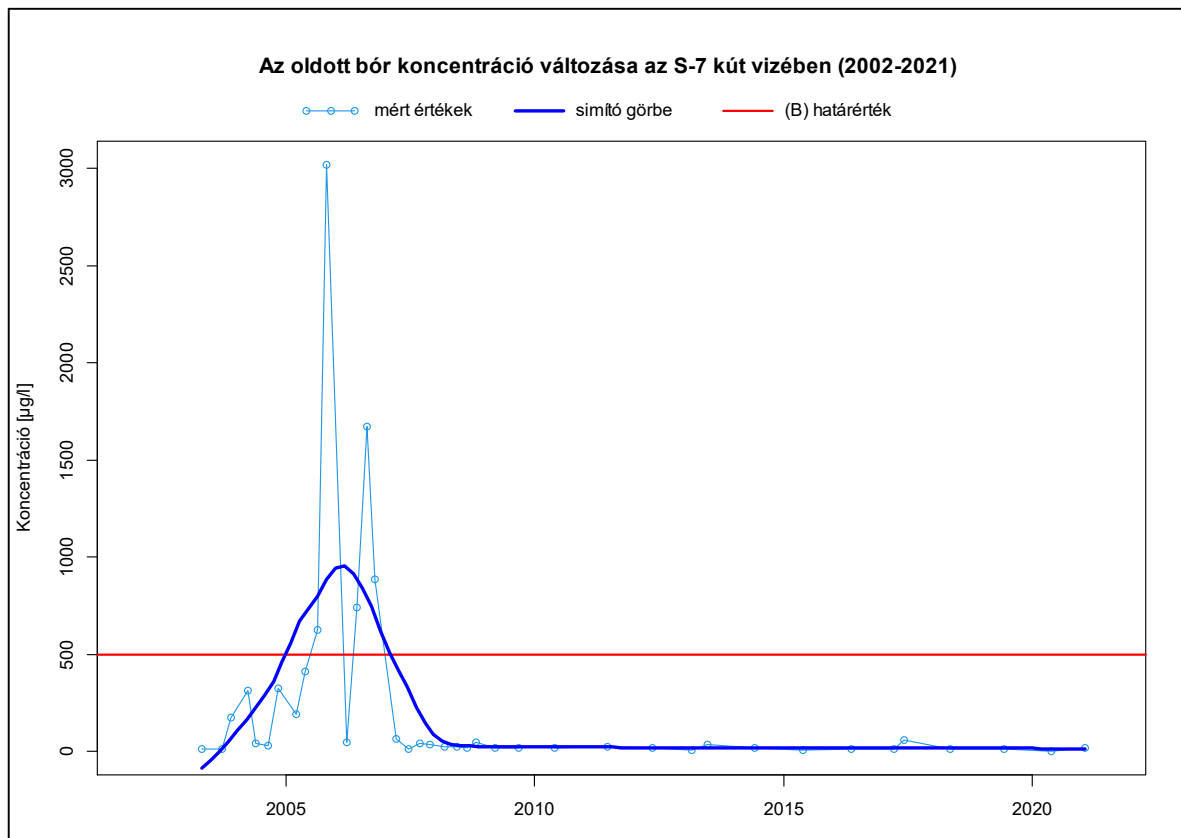
67. ábra



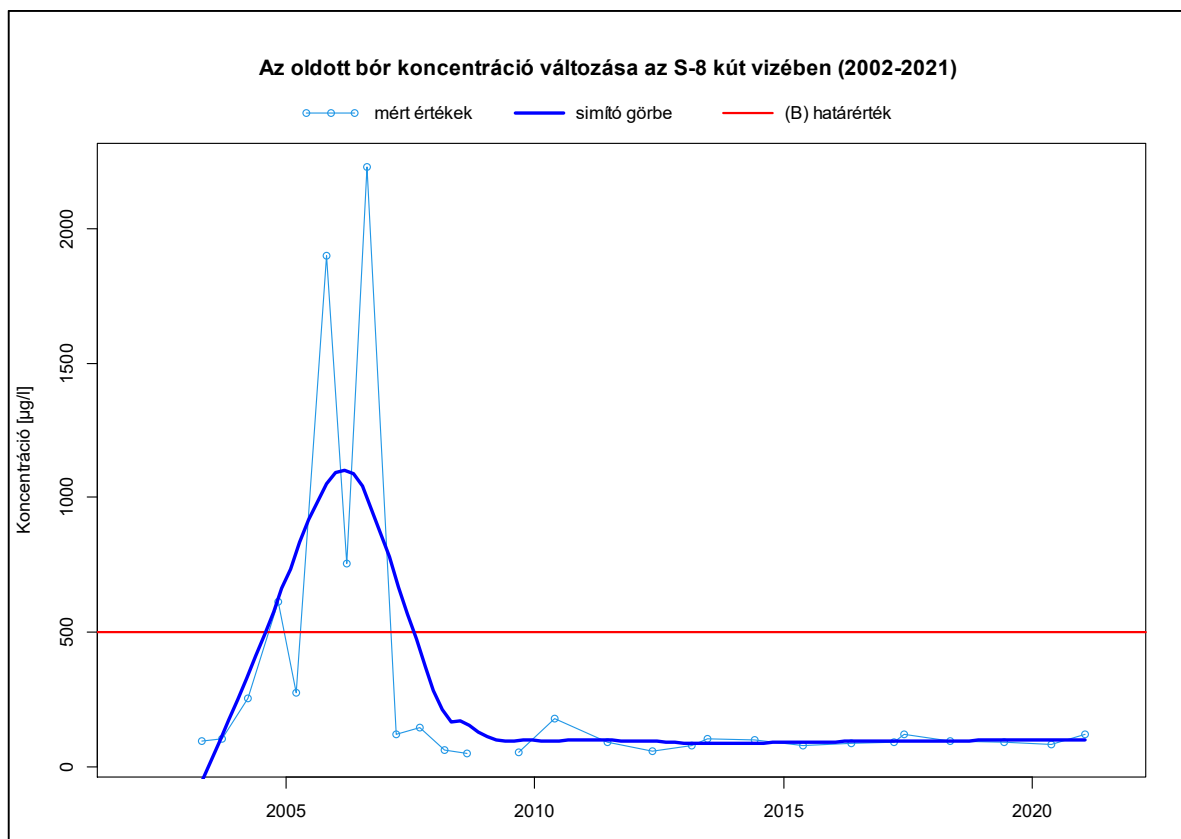
68. ábra



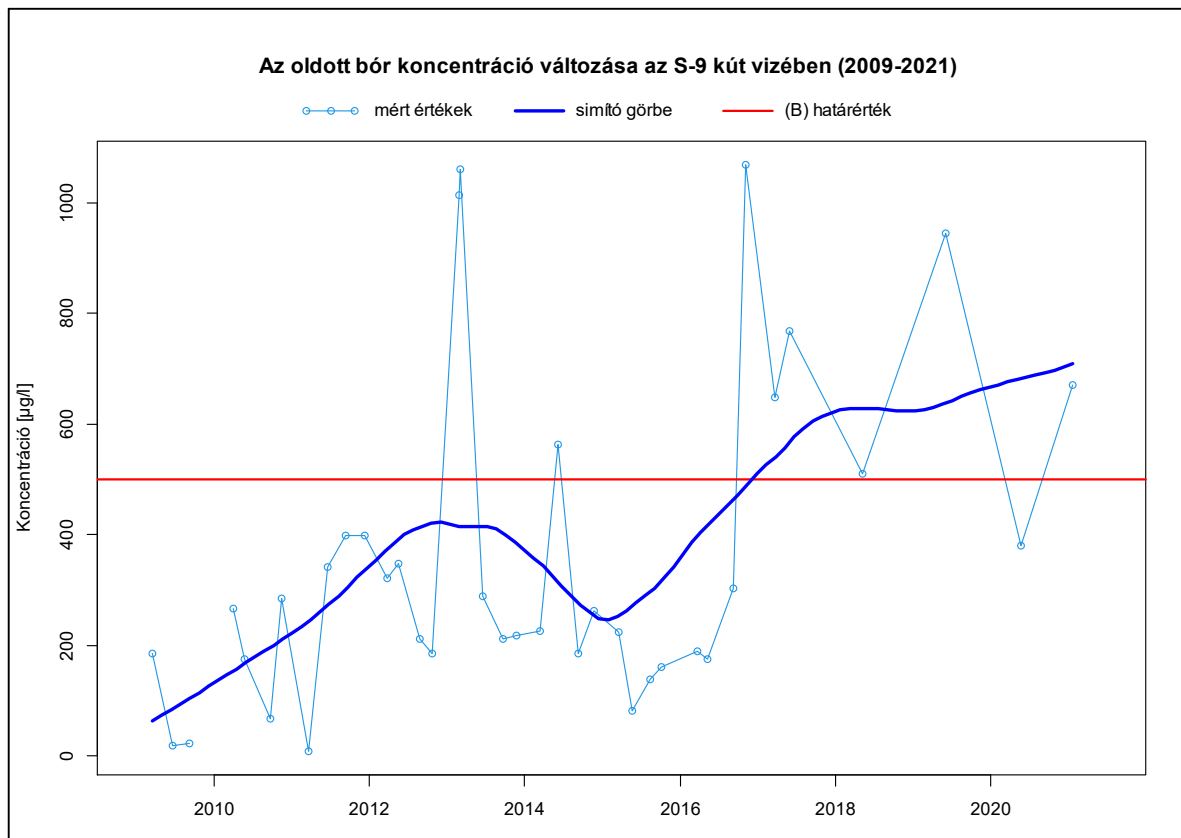
69. ábra



70. ábra



71. ábra



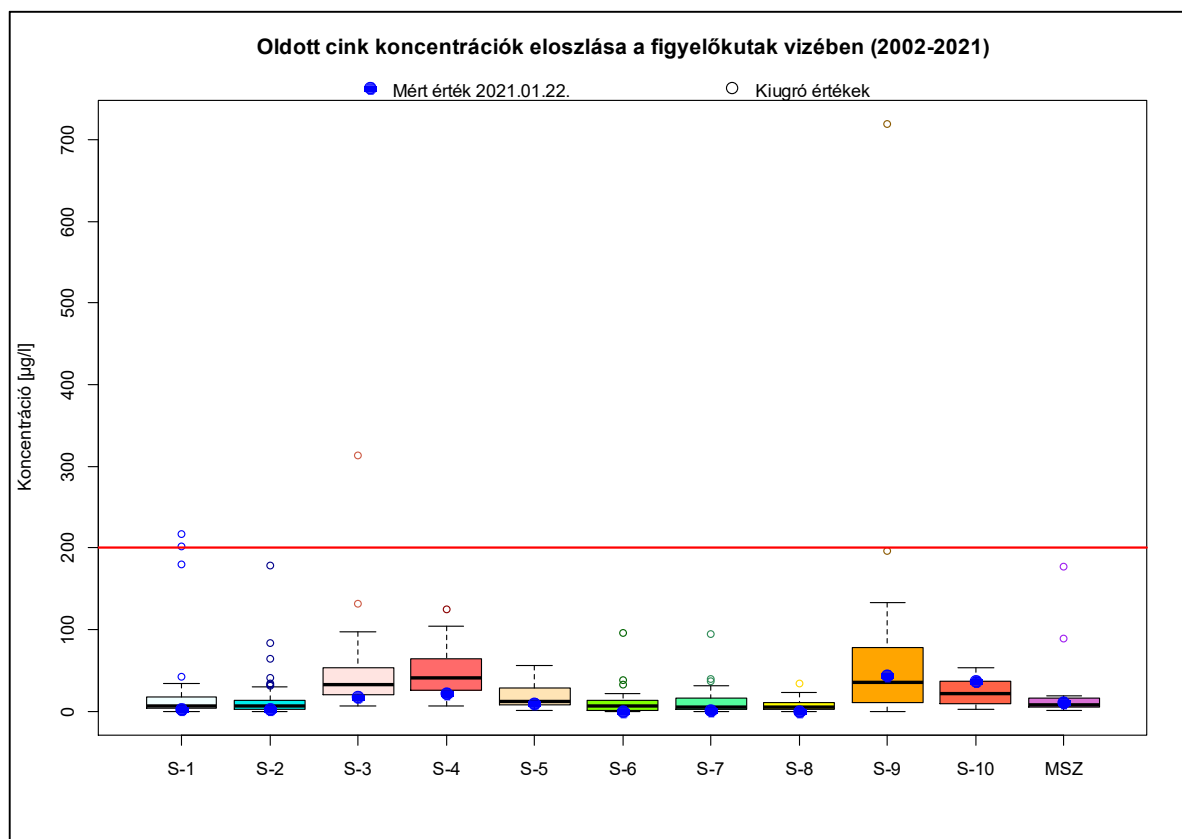
72. ábra

Mint azt korábban már említettük, a lerakó felszín alatti víz monitoring pontjain 2002 és 2021 között vett mintákban króm, króm (VI), kobalt, réz, molibdén, bárium és ezüst egyetlen mintában sem fordult elő (B) határértéket meghaladó koncentrációban.

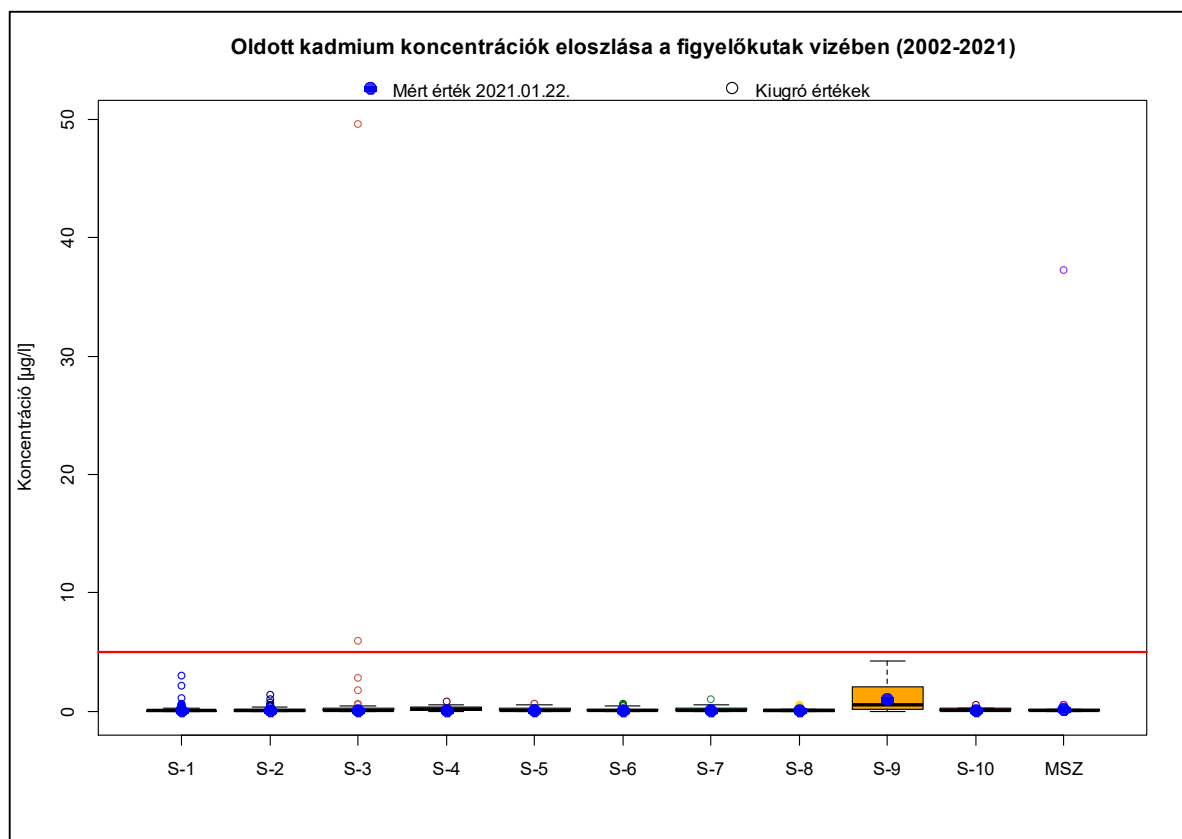
Ezen elemek mellett, a jelen vizsgálatunk során vett felszín alatti víz mintákban a cink, a kadmium, a szelén, az ón és az ólom mennyisége sem érte el a szennyezettségi határértéket. Ezeknek a fémeknek a monitoring pontokon 2002 és 2021 között mért koncentrációiról nyújtanak tájékoztatást a **73 – 77. ábrák**.

A **73 – 77. ábrák**on megfigyelhető, hogy cink, kadmium és ólom csak néhány kútban, és csak egy-két alkalommal jelent meg határérték feletti koncentrációban a monitoring pontokon. Az is látszik, hogy az S-9 jelű kút vizében a többiekhez képest szélesebb tartományban mozgott a cink, a kadmium és a szelén koncentrációja, ez utóbbi a mérések több mint felében meghaladta a (B) határértéket.

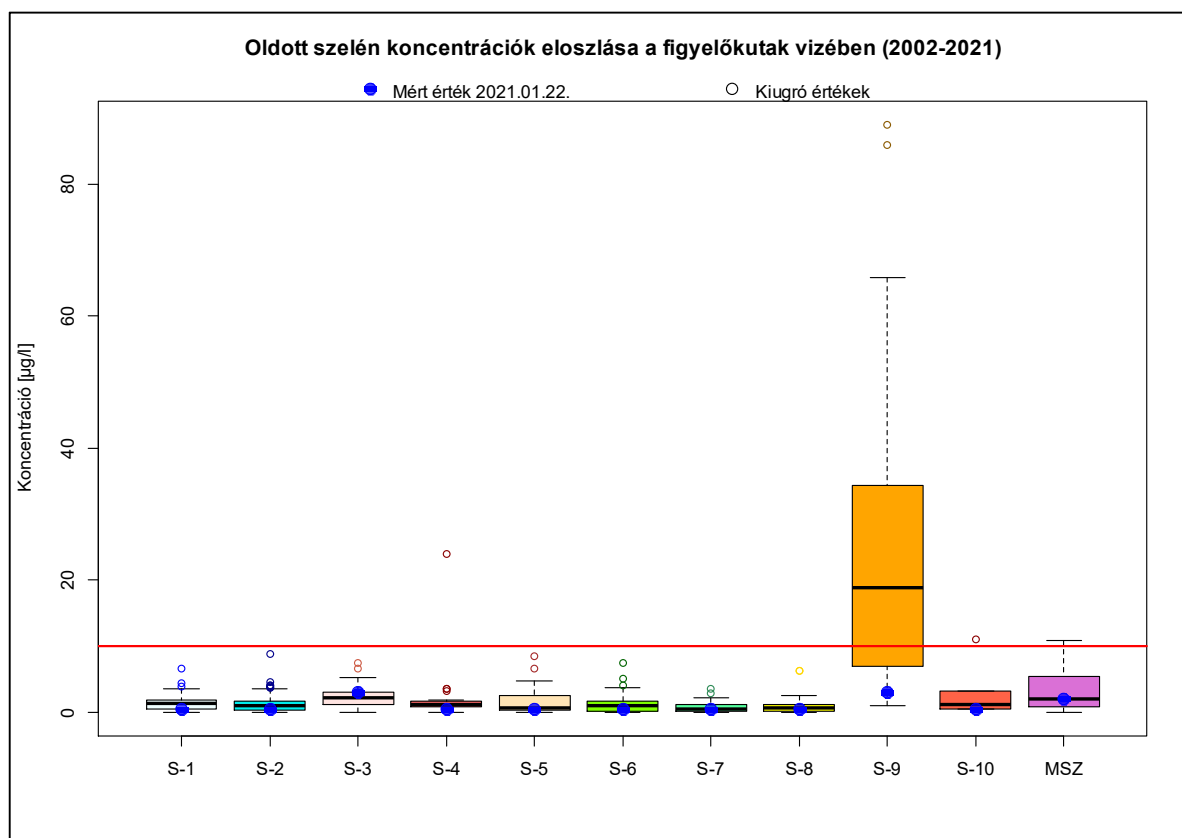




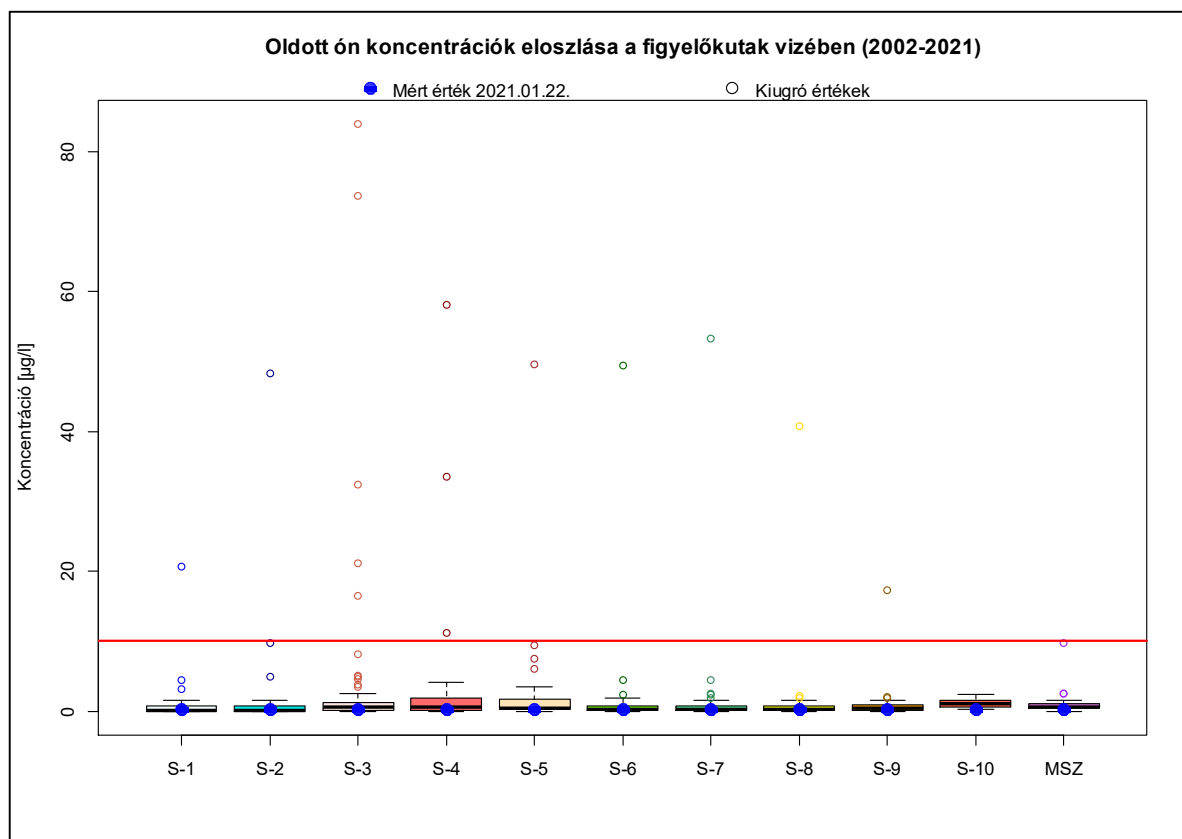
73. ábra



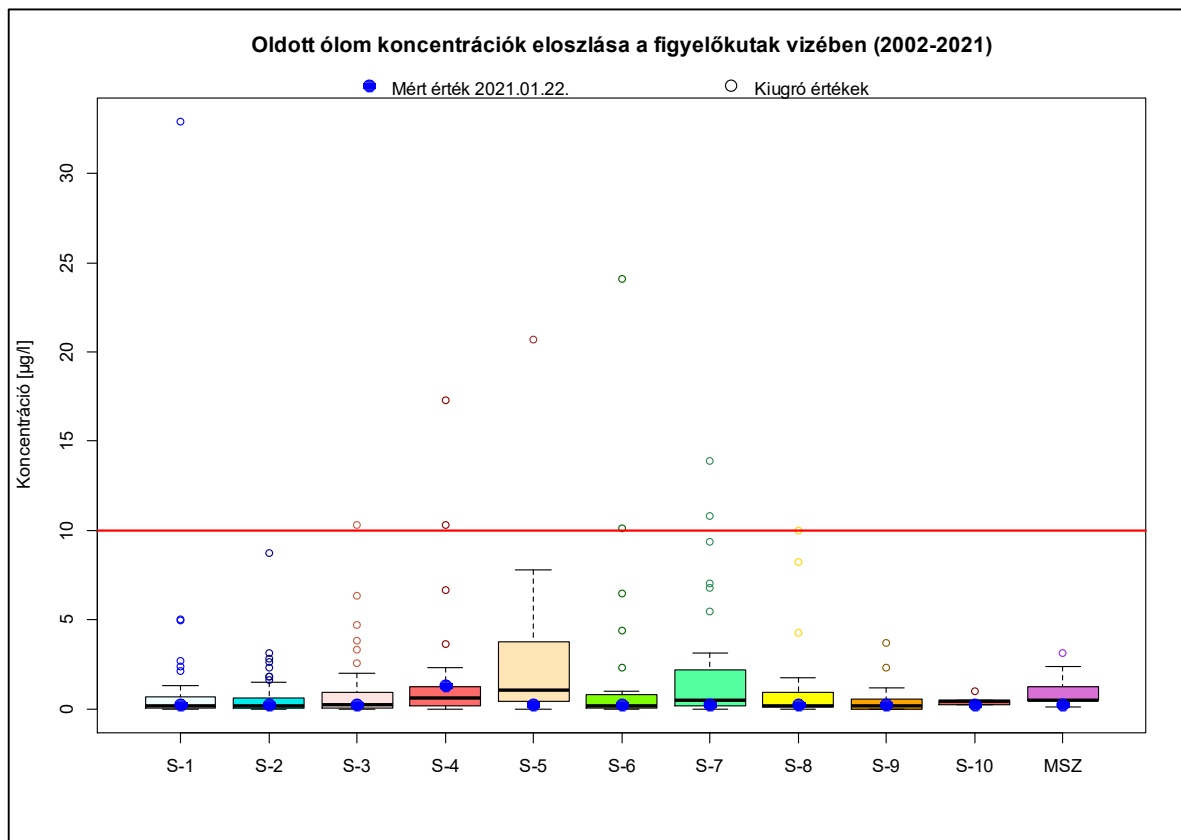
74. ábra



75. ábra



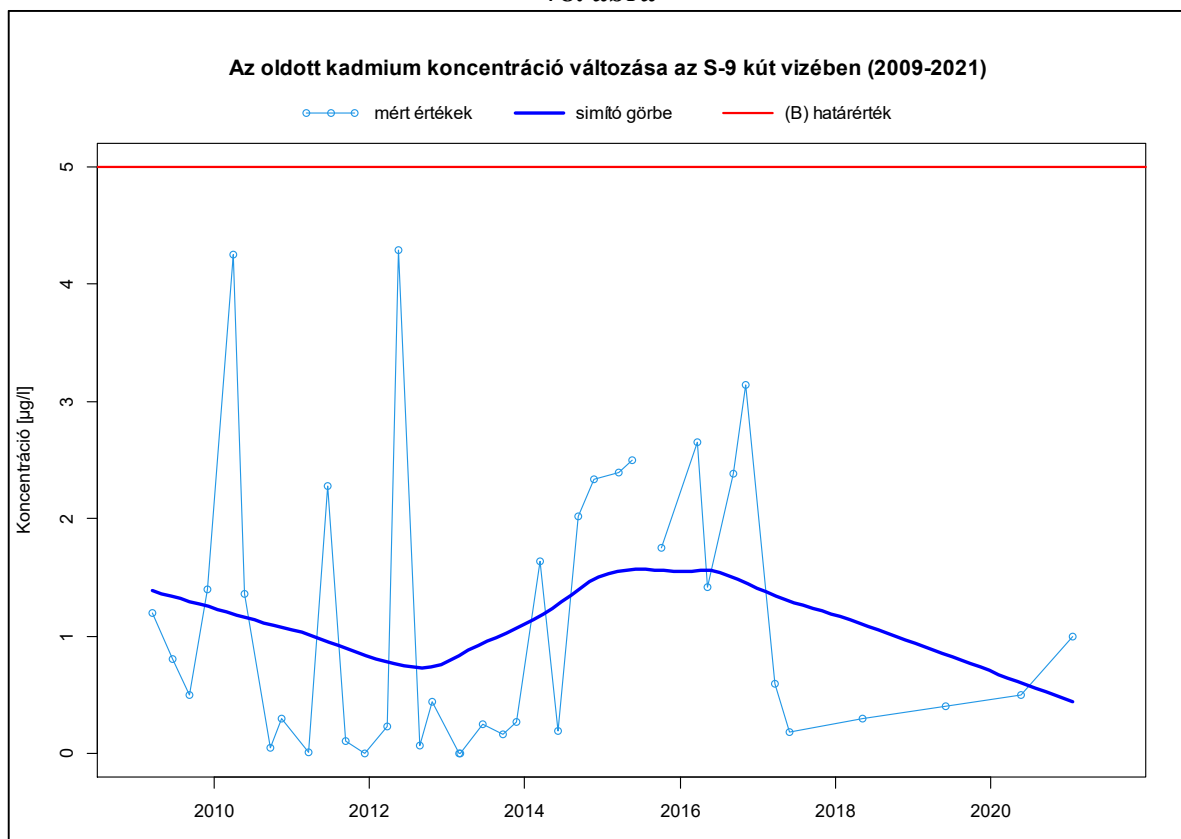
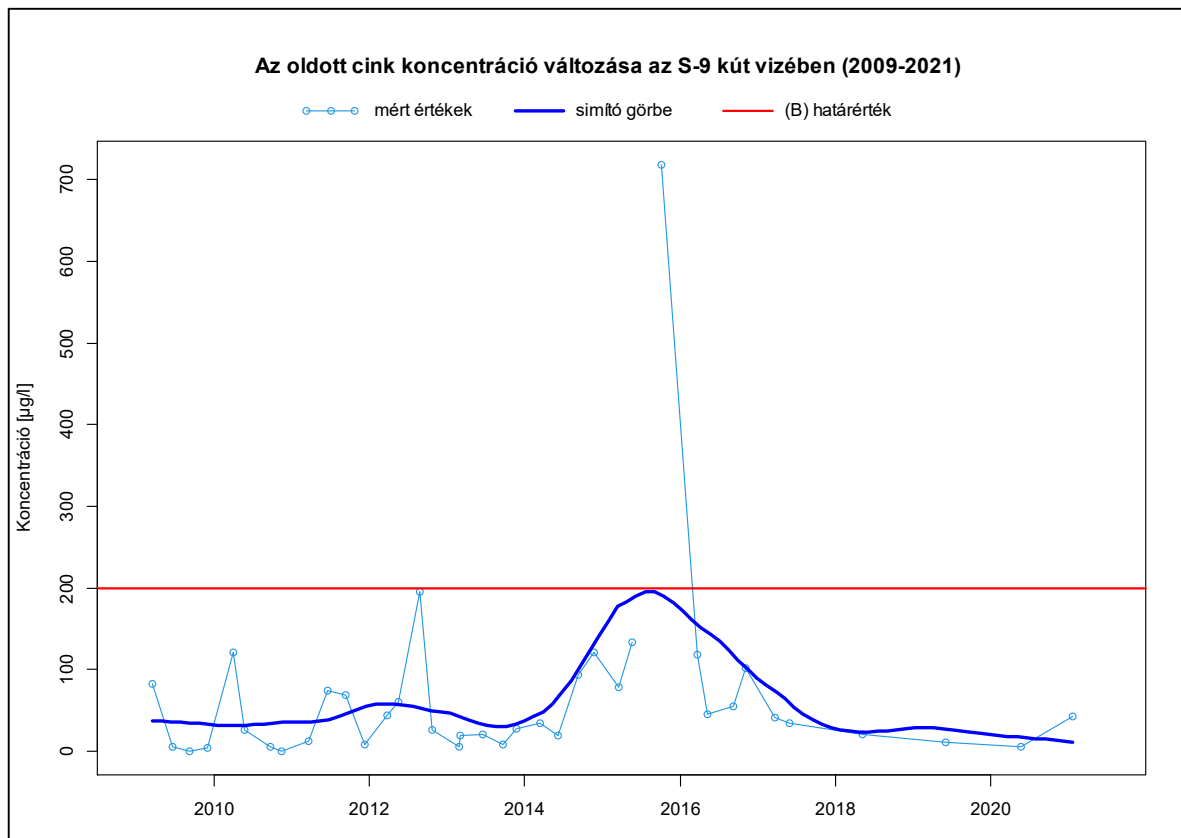
76. ábra

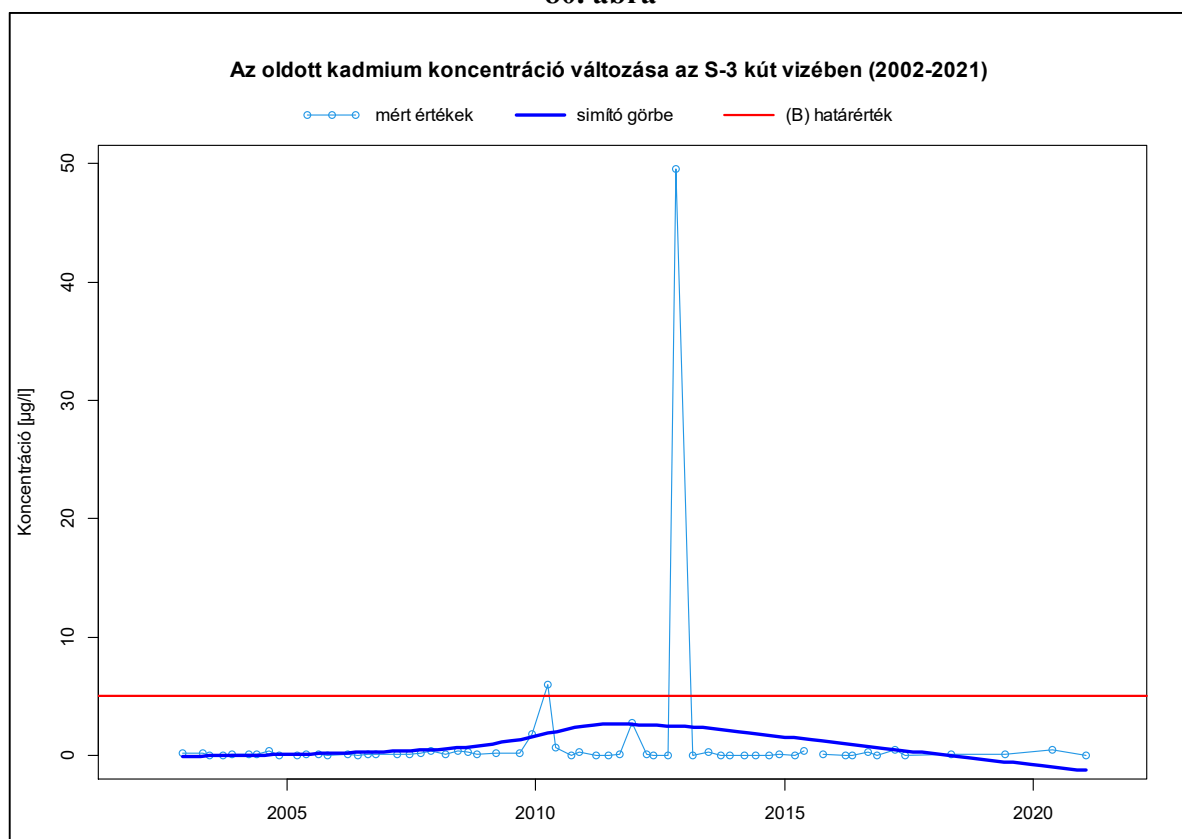
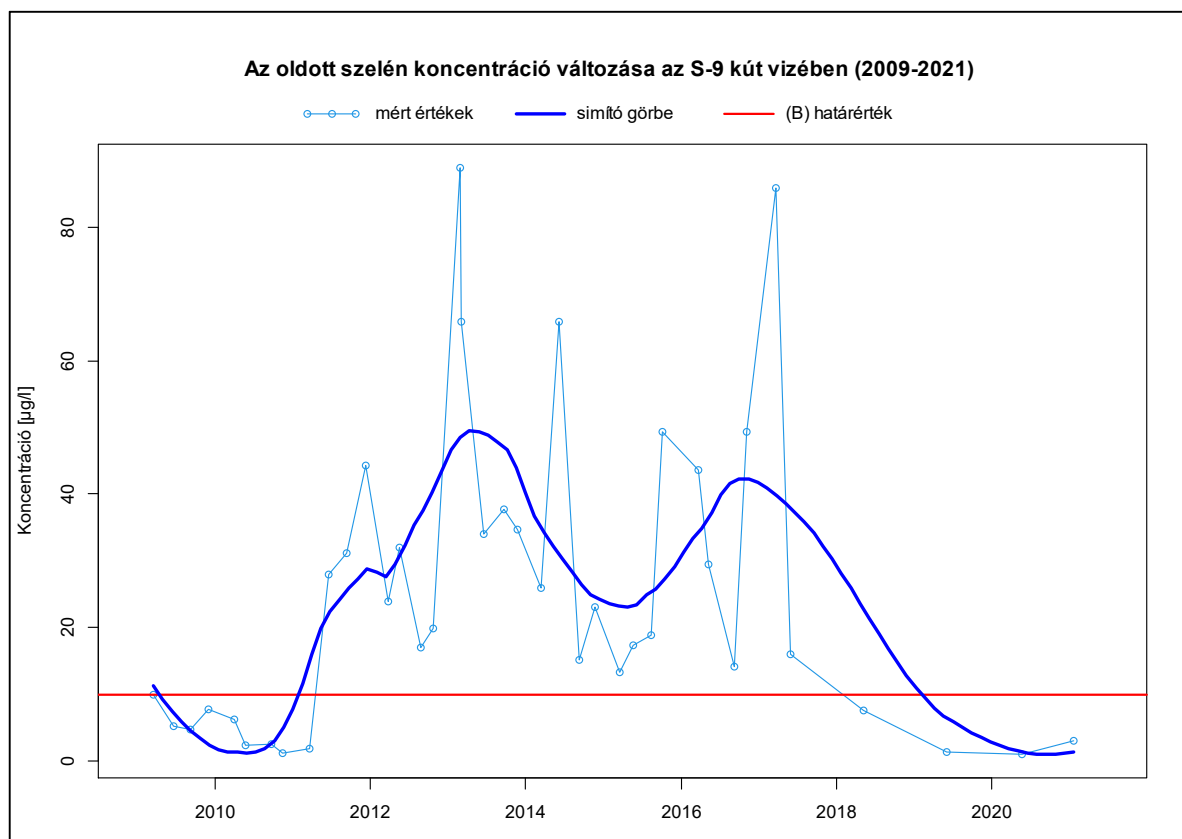


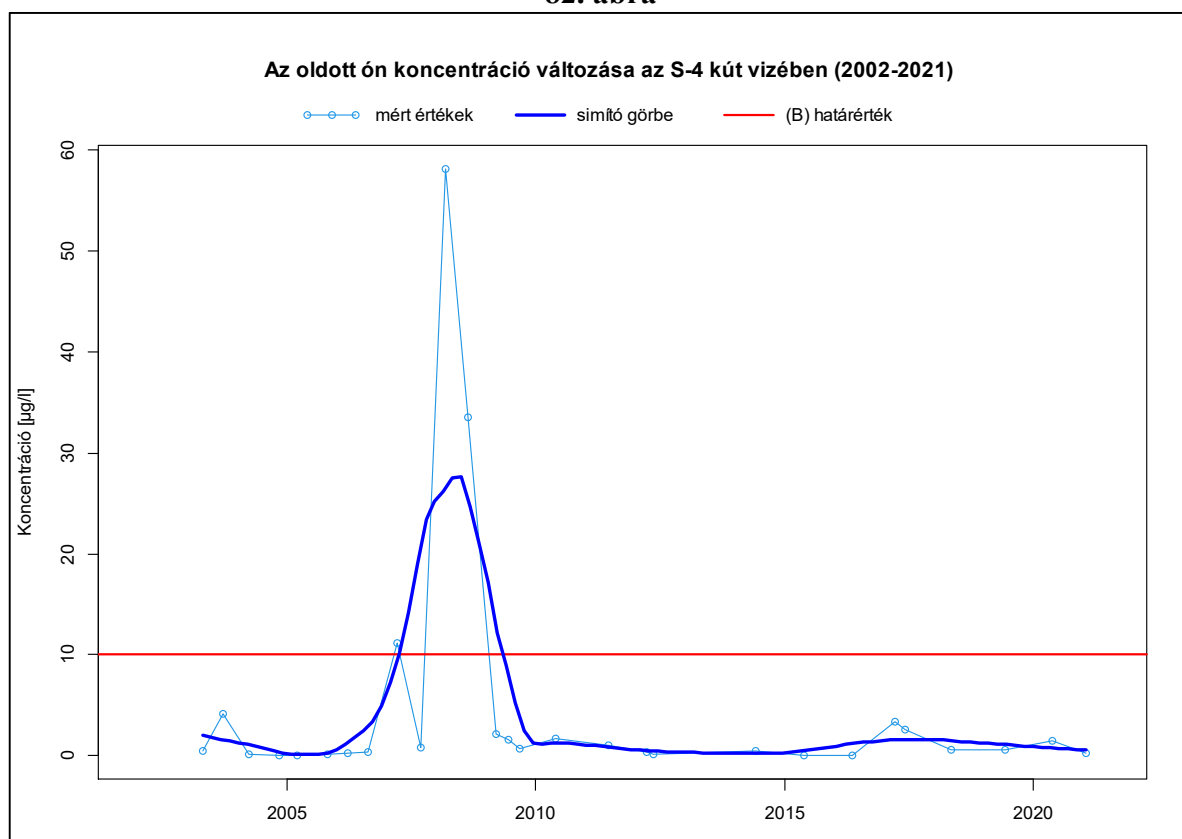
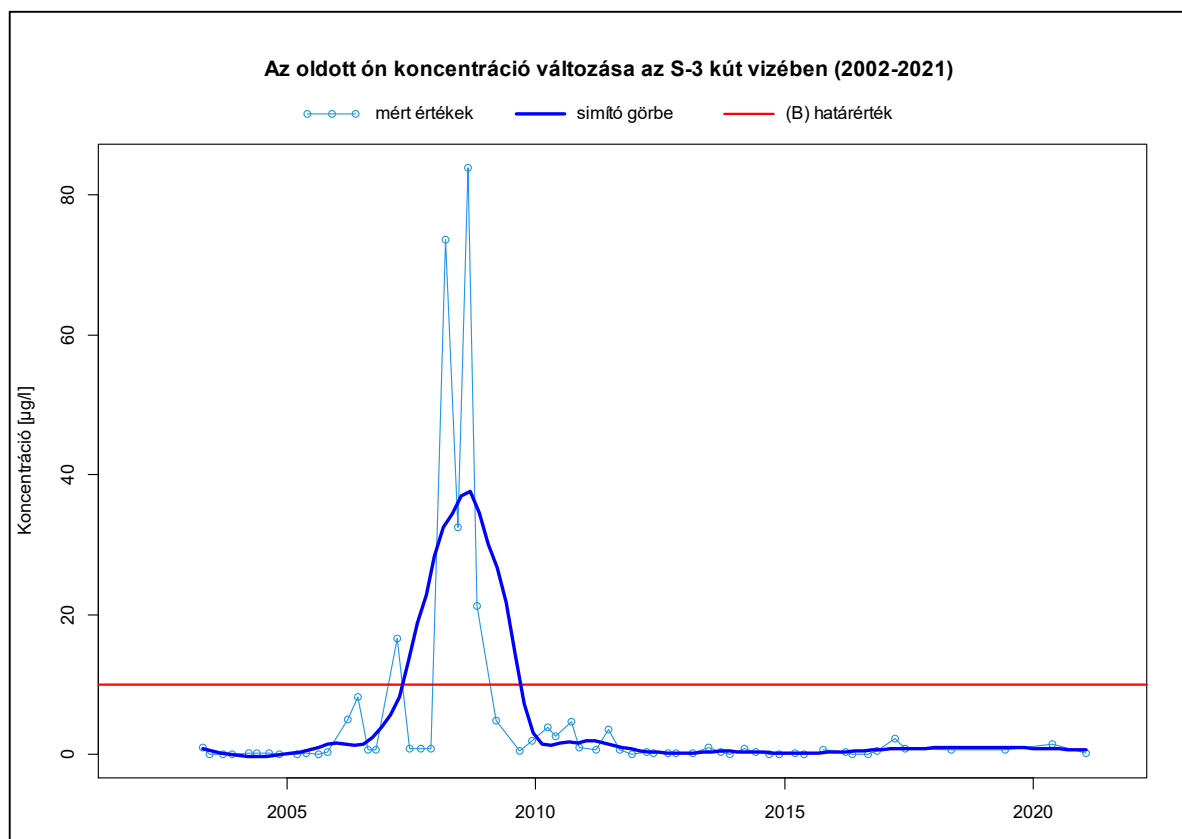
77. ábra

A cink, kadmium és szelén koncentrációk időbeni alakulását mutatják az S-9 kút vizében a **78 – 80. ábrák**. Ezeken az ábrákon látható, hogy a cink koncentráció 2016 óta, a kadmium koncentráció 2009 óta, a szelén mennyisége pedig 2018 óta határérték alatti az S-9 kút vizében.

A határérték túllépések gyakorisága alapján megvizsgáltuk az S-3 kút vizében a kadmium és ón, valamint az S-4 kút vizében az ón koncentrációk időbeni alakulását is, amik a **81 – 83. ábrák**on láthatók. Mindhárom ábra azt mutatja, hogy a korábban tapasztalt magas koncentrációk az utóbbi öt évben nem fordultak elő, a mért értékek stabilan a határérték alattiak.







A fémek és félfémek vizsgálatának eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy az esetenként és véletlenszerű területi eloszlásban előforduló határérték túllépések mellett az S-3 és S-4 jelű kutak vizének nikkel tartalma, valamint az S-9 kút vizében a bór és a szelén koncentrációja az, ami a többi vizsgált ponthoz képest nagyobb gyakorisággal és tartóssággal haladja meg a (B) határértéket.

A háttér területen, magasabb térszinten elhelyezkedő S-3 és S-4 kutak vizének minőségére a lerakó működése nincsen hatással, a kutak vizének magasabb oldott fém tartalma valószínűsíthetően földtani eredetű.

Az S-9 kút vizében a bór és a szelén magasabb koncentrációja feltehetően a 2012-ben történt csurgalékvíz elfolyás következménye. Az utóbbi évek adatai szerint a kút vizében a bór mennyisége emelkedő, a szelén koncentrációja csökkenő tendenciát mutat.

#### 5.3.4. Szerves szennyezők vizsgálati eredményeinek értékelése

A lerakó terület folytatott felszín alatti víz monitoring vizsgálatok a szerves mikroszennyezők közül a fenolok és az alifás szénhidrogének (TPH) mennyiségének nyomon követésére irányulnak.

A lerakó működésének kezdete óta folytatott vizsgálatok során a monitoring pontokon vett vízmintákban egyetlen alkalommal fordult elő a 20 µg/l-es szennyezettségi határértéknél nagyobb összes fenol koncentráció. Ezt az egyetlen 60 µg/l-es értéket a háttér felől érkező talajvíz észlelésére szolgáló S-3 jelű kút vizében mérték 2006-ban.

A monitoring pontokon vett vízminták vizsgálatának eredményei szerint a lerakó talajvizében mért legnagyobb TPH koncentráció is a háttér felől érkező talajvíz észlelésére szolgáló S-3 jelű kút vizében volt 2003-ban. Az akkor mért 112 µg/l a mérési hiba nagyságrendjébe eső mértékben haladta meg a 100 µg/l-es (B) határértéket. Az azóta eltelt időszakban végzett monitoring vizsgálatok során nem mértek (B) értéket meghaladó TPH koncentrációt.

A 2021. január 22-én az S-9 és S-10 jelű kútból, valamint a mélyszivárgó gyűjtőaknájából vett vízminták szűrővizsgálatának eredménye szerint az alifás- és aromás, illetve alkilaromás szénhidrogének, a policiklikus aromás szénhidrogének, a halogénezett alifás- és aromás szénhidrogének, a fenolok és klórfenolok, valamint az egyéb szerves szennyezők csoportjába tartozó vegyületek koncentrációja nem, vagy éppen csak elérte az alsó méréshatár értékét.

Az illékony és nem illékony szerves vegyületek áttekintő GC-MS vizsgálatának eredményei azt mutatták, hogy a csurgalékvízben magas koncentrációban előforduló vegyületek sem a lerakó medencék melletti S-9 és S-10 kutak vizében, sem pedig a mélyszivárgóval összegyűjtött talajvízben nem fordultak elő mérhető mennyiségben.

A monitoring-, szűrő- és GC-MS áttekintő vizsgálatok eredményei alapján azt mondhatjuk, hogy a lerakó területén található talajvíz a vizsgált szerves szennyezők tekintetében nem tekinthető szennyezettnek.



### 5.3.5. Stabil izotópok vizsgálatának eredményei és értékelésük

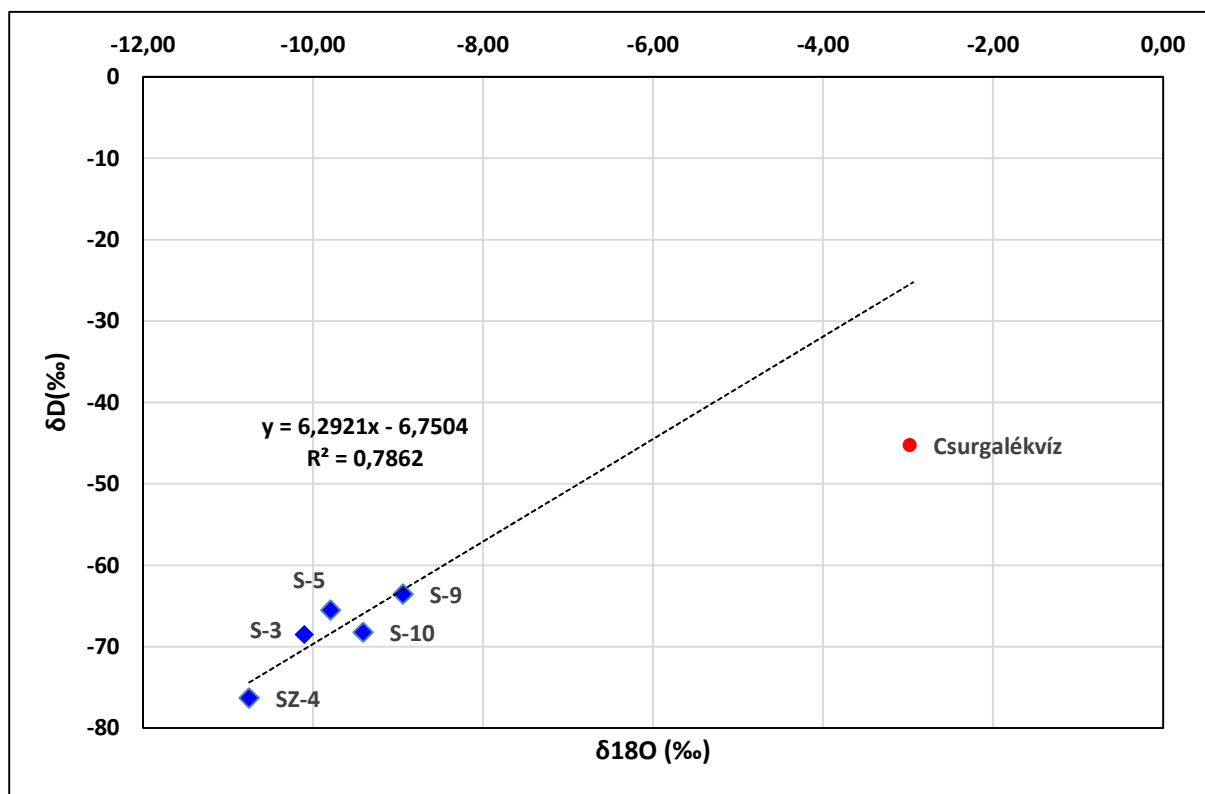
A stabil izotóparány mérések az Isotoptech Zrt. Stabil Izotóp Laborjában készültek, a vizsgálatok elméleti háttéréről és az eredményekről a Wessling Hungary Kft. készített szakvéleményt, ami a **6. mellékletben** található.

Jelen munka keretében a hulladéklerakó öt figyelőkútjából származó víz és a csurgalékvíz izotóp vizsgálata történt meg. A mérési eredményeket az **5.3-22. táblázatban** foglaltuk össze:

**5.3-22. táblázat A szuhogyi figyelőkutak és a csurgalékvíz stabil izotóparányai**

	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$	$\delta\text{D}_{\text{VSMOW}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$	$\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$
	‰	‰	‰	‰	‰
Vizsgált alkotó	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$
Csurgalékvíz	-2.98	-45.2	-18.55	3.4	8.3
S-3	-10.10	-68.5	-3.5	-6.4	7.7
S-5	-9.79	-65.5	-21.18	10.6	9.6
S-9	-8.94	-63.5	-14.95	7.9	7.3
S-10	-9.41	-68.2	-13.94	11.1	6.9
SZ-4	-10.75	-76.3	-13.39	10.7	13.0

A kútvizek  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei megfelelnek a magyarországi talajvizekben mérteknek, de azért az egyes kutak stabil izotóp összetételében van eltérés. A legnegatívabb értékek az SZ-4 jelű kút vizében voltak, ami alacsonyabb beszívargási hőmérsékletet valószínűsít. A helyszíni tapasztalatok szerint, ennek a kútnak a környezetében az elmúlt hónapokban a terepi munkák során megbolygatták a talajfelszínt, ami feltételezhetően azt eredményezte, hogy ebben a kútban inkább az őszi-téli csapadékvíz dominál. A többi kút vizének stabil izotóp összetétele jól egyezik a csapadék súlyozott évi átlagos  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^2\text{H}$  értékeivel ( $\delta^{18}\text{O} = -9$  és  $-10$  ‰, illetve  $\delta^2\text{H} = -65$  és  $-70$  ‰). A kutak vizeiben mért  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^2\text{H}$  kapcsolat (**84. ábra**) nagyon szépen követi a globális csapadék vízvonalat (GMWL), jelezve a csapadék eredetét. A csurgalékvíz  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei a kutak vizénél lényegesen pozitívabbnak adódtak, ami azzal magyarázható, hogy a lerakóra hullott csapadékvíz az intenzív párolgás során a nehezebb izotópokban dúsul. Az is jól látszik a csurgalékvíz eredményeiből, hogy az nem illeszkedik a csapadék vízvonalra, a  $\delta^{18}\text{O}$  érték alapján pozitívabb ( $-25$  ‰)  $\delta^2\text{H}$  értéket várnánk. Az eltérés oka az lehet, hogy a csurgalékvíz sok szerves anyagot (szénhidrogéneket) tartalmaz, melynek lényegesen negatívabb a  $\delta^2\text{H}$  értéke (fosszilis eredet).



84. ábra

A szuhogyi figyelőkutak vizeinek és a csurgalékvíz  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei

A  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  mérési eredményekből megállapítható, hogy a **figyelőkutak vize nem tartalmaz kimutatható mennyiségben csurgalékvizet**. Amennyiben a csurgalékvíz elérte volna valamelyik figyelőkutat, annak pozitív irányba megváltozott volna stabilizotóp összetétele. Ezzel szemben a vizsgált kutak vizének  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei teljesen megegyeznek a hazai talajvizek értékeivel. A jelenleg üzemelő III. medencéhez közel eső SZ-4 mintavételi pont vize még az éves átlagnál is kissé negatívabb értékeket mutatott, felhívva arra a figyelmet, hogy ott jelenleg az átlagosnál gyorsabb a függőleges leszivárgás.

A kapott eredmény látszólag ellentmond az általános vízkémiai komponensek vizsgálati eredményeinek, illetve az abból levont következtetésnek, amelyek szerint az S-9 és S-10 jelű kutak vizében magas koncentrációban van jelen klorid- és bromid-ion, aminek forrása a rendkívüli események során talajba került csurgalékvíz.

Ez a látszólagos ellentmondás azonban az agyagásványok ioncserélő tulajdonságainak ismeretében feloldható:

Az agyagásványok alapvető szerkezeti egységei a  $\text{SiO}_4$  tetraéderek és az  $\text{AlOOH}$  oktaéderek, melyek összekapcsolódásának sokfélesége biztosítja az agyagásványok változatos szerkezetét és nagy számát. Jelentős kationcserélő kapacitása van azoknak az agyagásványoknak, amelyekben az oktaéderekben a háromértékű alumínium kationt kétértékű kation (például magnézium vagy vas(II)-ion), illetve a tetraéderben a négyértékű szilíciumot háromértékű kation (pl. alumínium ion) helyettesíti. Ezek az ún. izomorf helyettesítések az alumínium-szilikát vázat negatív töltésűvé teszik, amit kicserélhető kationok semlegesítenek. Jelentős

kationcserélő kapacitásuk van a szmektit típusú rétegszilikátoknak, melyek fontos képviselője a montmorillonit.

A kationcsere a rétegek közötti nagy elektrosztatikus térerejű zárt térben történik, a rétegek közötti térben a hidratált kationok koncentrációja nagy. Vízfelvétel hatására a rétegek megduzzadnak, ennek mértéke függ a rétegek közötti kation milyenségétől. A rétegek közötti térben domináns kation milyensége az agyagok mechanikai és reológiai (vízzáróság, képlékenység, stb.) tulajdonságait is meghatározza.

Nagy fajlagos felületük, alacsony vízáteresztő képességük és nagy ioncserélő kapacitásuk miatt az agyagásványok kiemelkedő szorpciós kapacitással rendelkeznek fémionok és szerves anyagok esetében.

Bár jóval kevésbé tanulmányozott terület, az arra irányuló kutatások kimutatták, hogy az anionok, a fémionokhoz hasonlóan képesek megkötődni az agyagásványok felületén. Jóllehet az anionok csak hidrogén kötésekkel kapcsolódnak az agyagásványok felületéhez, a megkötött anionok meglepően nagy stabilitással rendelkeznek, ami összemérhető a fémionokéval. Az adszorbeált anionok diffúziós együtthatói a fémionokéhoz hasonlóan a  $10^{-12} - 10^{-13} \text{ m}^2/\text{s}$  nagyságrendbe esnek.

Mindezeket figyelembe véve, a mérési eredményekre a következő magyarázatot adhatjuk:

A rendkívüli események során deutériumban és  $^{18}\text{O}$ -ben gazdag, magas klorid- és bromid-ion tartalmú csurgalékvíz került a talajba. A csurgalékvíz szennyező anyagait az agyagos talaj visszatartotta, míg a nehéz izotópokban gazdagabb víz az eltelt idő alatt elszivárgott. Jelen állapotban a lerakó medencéiből és a kezelő műtárgyakból nem kerül kimutatható mennyiségű csurgalékvíz a felszín alatti térbe, ezért a talajvízben mért izotóparányok megfelelnek az átlagos talajvíz értékekkel.

Nedves állapotban az agyagásványokban három féle víz különböztethető meg:

- a rétegek közötti térben lévő víz, ami tartalmazza a permanens negatív töltést semlegesítő kicserélhető kationokat; az anionok innen kizáródnak,
- a szemcsék külső felületein levő elektromos kettősréteg vize, amiben dominálnak a kationok; ezekhez kapcsolódnak elektrosztatikus kötással és hidrogén hidakkal anionok,
- szabad pórusvíz, amelyben a kationok és anionok ekvivalens mennyiségben találhatók.

A csurgalékvízzel a felszín alatti térbe került fémek nagyrészt a rétegek közötti térben kicserélhető kationok helyére kerültek, az anionok azonban onnan kizáródnak, az agyagszemcsék felületén kialakuló kettősrétegben és a szabad pórusvízben találhatók. A figyelőkutak a szabad pórusvizet csapolják meg, ez magyarázza azt, hogy a klorid- és a bromid-ion magas koncentrációban van jelen az S-9 és S-10 kutak vizében.

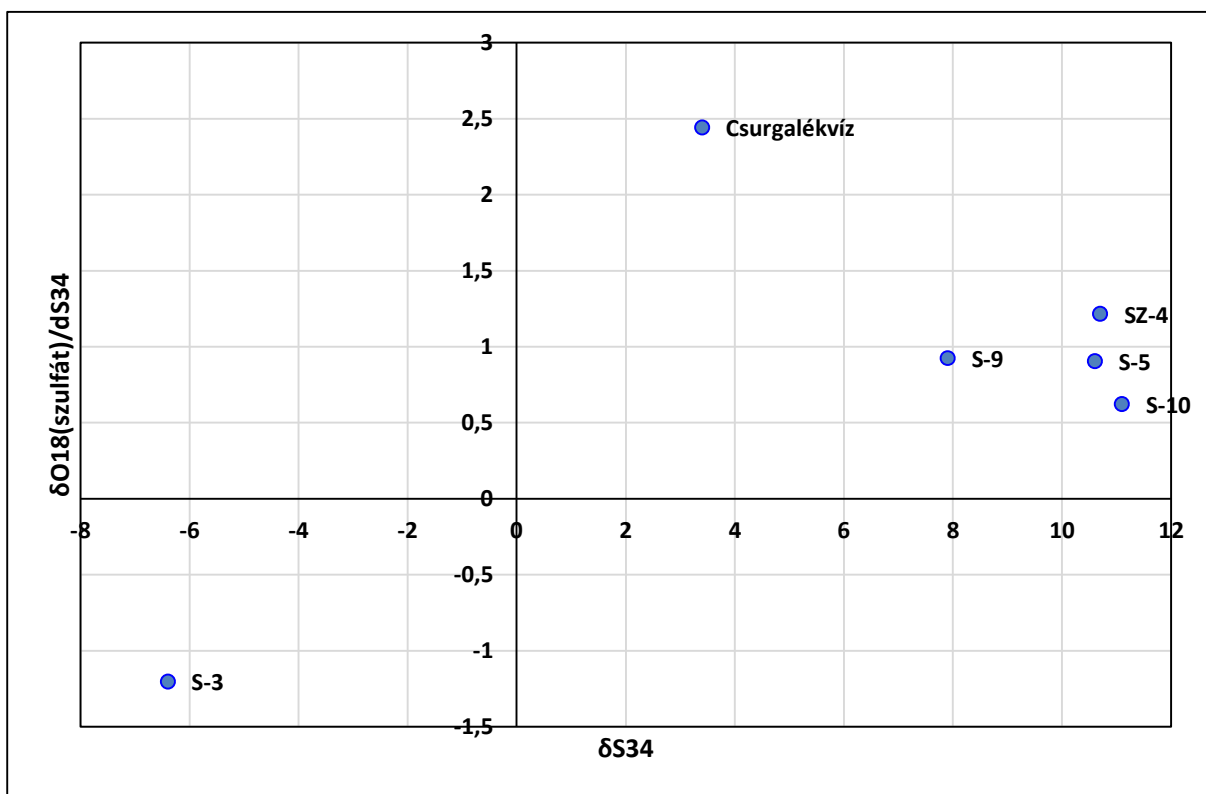
A  $\delta^{13}\text{C}$  méréseket a vizekben oldott  $\text{CO}_2$  formákból végezték (báriumos lecsapás során kapott  $\text{BaCO}_3$  csapadékból), és mivel a kutak vize inkább savas kémhatásúnak mondható ( $\text{pH} < 7$ ), így elsősorban  $\text{HCO}_3^-$ -ből és kisebb koncentrációban szabad  $\text{CO}_2$ -ből. A  $\delta^{13}\text{C}$  értékek  $-3,5 \text{ ‰}$  és  $-21,2 \text{ ‰}$  között adódtak, melyek jó egyezést mutatnak az irodalmi adatokkal. A legpozitívabb értéket az S-3 jelű kútban mérték, míg a legnegatívabbat az S-5 jelűben. Figyelemre méltó,

hogyan a hidrogén-karbonát koncentrációk is ebben a két kútban mutatják a szélsőértékeket (S-3: 1020 mg/l, illetve S-5: 104 mg/l). Az S-3 kút vizének szene elsősorban talajmész eredetű, míg a többi kút inkább növényi eredetű, azaz inkább a talaj felső rétegében végbemenő biológiai folyamatokból származhat. A csurgalékvíz  $\delta^{13}\text{C}$  értéke (-18,55 ‰) némileg pozitívabb az S-5 kútnál, és valamivel negatívabb a másik három kútnál (S-9, S-10, SZ-4), ami azt valószínűsíti, hogy a csurgalékvíz hidrogén-karbonátja sem tengeri eredetű.

A vízminták szulfátjából báriumos lecsapást követően mérték a  $\delta^{18}\text{O}$  és a  $\delta^{34}\text{S}$  értékeket. A  $\delta^{34}\text{S}$  értékek viszonylag széles határok között mozognak, a legnegatívabb értéket (-6,4 ‰) az S-3 jelű kútban, míg a legpozitívabbat (11,4 ‰) az S-10 jelű kútban mérték. Az S-3 kút negatívabb értéke a szulfát kén biogén eredetét (szulfidok bakteriális oxidációját) valószínűsíti, ebben a kútban volt a legmagasabb az oldott vas tartalom is, ami szintén a piritek biológiai oxidációjára utal. A többi mintában a pozitívabb  $\delta^{34}\text{S}$  értékek inkább a gipsz és az anhidritek oldódódásából származó szulfátot jelzik. A szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  értékei között nincs jelentős eltérés, a legpozitívabb az SZ-4 jelű kútban (+13,0 ‰), míg a legkisebb értéket (+6,9 ‰) az S-10 jelű kútban mérték. Az irodalmi értékekkel összevetve a kapott  $\delta^{18}\text{O}$  eredményeket nem jelenthető ki egyértelműen, mi a szulfát eredete, mivel a szulfidok oxidációja során keletkezett szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  értéke ezeknél némileg negatívabb, míg a gipszben lényegesen pozitívabb értékek adódnak.

A szulfátban található oxigén izotópos összetételét elsősorban a klimatikus viszonyok, az oxidációs reakcióutak, a szulfát bakteriális redukciója és a helyi víz izotóp összetétele befolyásolja. Mivel a  $\delta^{34}\text{S}$  érték önmagában nem elegendő a szulfát eredetének tisztázásához, a  $\delta^{34}\text{S}$  eredményeket a  $\delta^{18}\text{O}$  értékekkel összefüggésben kell vizsgálni. Az izotóp frakcionálódás egyaránt érinti a szulfátban található kén és oxigén izotópokat, ezért célszerűnek tűnt a  $\delta^{18}\text{O}/\delta^{34}\text{S}$  hányados használata az eltérő eredetű szulfátok közötti különbségek feltárására.

Amennyiben a  $\delta^{18}\text{O}/\delta^{34}\text{S}$  hányadosokat ábrázoljuk a  $\delta^{34}\text{S}$  függvényében, a **85. ábrához** jutunk, amelyen rögtön szembetűnik, hogy az S-3 jelű kút izotóp összetétele lényegesen eltér a többi kútától és a csurgalékviztől. Ez megerősíti azt, hogy ebben a kútban a szulfát elsődlegesen a pirites oxidáció terméke, míg a többi mintában elsősorban a gipsz oldódásából származik. Az ábrából az is látszik, hogy az SZ-4, S-5, S-10 kutak egy csoportot alkotnak, ami arra enged következtetni, hogy a vizükben található szulfát eredete feltehetőleg azonos. A csurgalékvíz szulfátjának izotópösszetétele a leginkább gipszre jellemző, míg az S-9 jelű kút szulfátja az előzőek között helyezkedik el. Ez utóbbi jelezheti azt, hogy ebben a kútban egy korábbi csurgalékvízből történő szivárgás szulfátja a mai napig jelen van. Ennek a feltételezésnek az igazolásához azonban szükséges lenne a területen található további kutak vizének stabil izotóp vizsgálata.



85. ábra

A szuhogyi figyelőkutak vizeiben és a csurgalékvízben lévő szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^{34}\text{S}$  értékei

A szuhogyi hulladéklerakó környezetében elvégzett stabil izotópok mérési eredményeiből összességében megállapítható, hogy a módszer alkalmas lehet a hulladéklerakó környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatára. A  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  mérési eredményekből megállapítható volt, hogy a figyelő kutak vize nem tartalmaz kimutatható mennyiségben csurgalékvizet. A figyelőkutak szulfátjának és hidrogénkarbonátjának stabilizotóp mérési eredményei ( $\delta^{18}\text{O}$  és a  $\delta^{34}\text{S}$  illetve  $\delta^{13}\text{C}$ ) nem utalnak arra, hogy a hulladéklerakó csurgalékvize jelentős mértékben szennyezte volna a vizsgált monitoring kutak vizét. Az S-9 jelű kút szulfátjának izotópösszetétele utalhat egy korábbi szennyezésre, de ennek egyértelműsítésére további térbeli és időbeli vizsgálatokra van szükség.

A kapott eredmények alapján a monitoring vizsgálatok stabil izotóp mérésekkel való kibővítése javasolható.

## 6. ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉS

A Szuhogyi Ipari Hulladék Lerakó Telep területén 2021. január-februárjában végzett feltáró vizsgálataink, a 2013-ban végzett tényfeltárás, valamint a 2002-2021 között történt monitoring vizsgálatok eredményeinek értékelése alapján az **1.2. fejezetben** megfogalmazott kérdésekre adható válaszok a következők:

- Az üzemelés korábbi időszakában bekövetkezett rendkívüli események milyen hatással voltak a terület felszín alatti vizének állapotára, és az ismertté vált szennyezések következményei milyen formában és mértékben mutathatók ki jelenleg?

**A korábban bekövetkezett rendkívüli események során, illetve következtében magas oldottanyag tartalmú csurgalékvíz került a felszín alatti térbe és a talajvízbe.** Ezeknek az eseményeknek a szennyező hatása a II. (lezárt) medence mellett található és a talajvíz áramlási irányába eső S-9 jelű figyelőkút, a jelenleg is üzemelő III. medence felszín alatti vizekre gyakorolt hatását figyelő S-10 jelű kút, valamint a csurgalékvíz átemelő akna környezetében mutathatók ki.

**A korábban történt eseményeknek a talajvíz minőségét befolyásoló hatását az általános vízkémiai komponensek közül a klorid-, bromid- és szulfát-ionok szennyezettségi határértéket meghaladó koncentrációja, továbbá a határértékkel nem szabályozott, de ezeken a mintavételi pontokon a többi mintavételi pontokhoz képest megemelkedett kálium koncentráció mutatja.**

Azt, hogy ezeken a területeken a szennyezettség csurgalékvíz eredetű, a víz kémiai alapjellegét meghatározó főbb kationok és anionok egymáshoz viszonyított arányának a szennyezéssel nem érintett kutak vizére jellemző értékektől a csurgalékvízre jellemző értékek irányába történő eltolódása mutatja. Az S-9 és S-10 monitoring kutak vizében mért klorid- és bromid-ion koncentrációk között kimutatható szoros korreláció is azt a feltételezést támasztja alá, hogy ezekben a kutakban a magas klorid- és bromid koncentrációk forrása közös.

Feltehetően a korábbi rendkívüli esemény következménye az S-9 kút vizében tapasztalható magasabb bór és a szelén koncentráció is, **ami a többi monitoring ponthoz képest nagyobb gyakorisággal és tartóssággal haladja meg a (B) határértéket.**

Az utóbbi négy év monitoring eredményei szerint az S-9 kút vizében a bromid-ion és a bór koncentrációja emelkedő, a szelén mennyisége csökkenő tendenciát mutat.

**Javasoljuk hatósági eljárás keretében vizsgálni és lezárni a korábbi rendkívüli eseményeket, egyértelműen tisztázva, hogy történt-e havária és az milyen hatású volt, illetve milyen a jelenlegi környezetre gyakorolt hatása.**

- Feltételezhető-e a lerakó műtárgyainak szivárgása, illetve a felszín alatti víz veszélyeztetése a lerakó területén folytatott tevékenység következtében?

Jelen munka keretében a hulladéklerakó területén öt ponton vett talajvíz és a csurgalékvíz stabil izotóp vizsgálata történt meg. A minták két háttér kútból (S-3, S-5), két korábbi szennyezéssel érintett figyelőkútból (S-9, S-10) és a csurgalékvíz átemelő akna mellett kialakított SZ-4 jelű mintavételi pontról származtak. A vizsgálatok egyik kimondott célja volt az esetleges csurgalékvíz szivárgás felderítése vagy kizárása. A nemzetközi irodalomban talált eredmények szerint a vizek deutérium és  $^{18}\text{O}$  tartalmának vizsgálata lehetőséget nyújt ennek eldöntésére.

A vizsgált kút vizek  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei megfelelnek a magyarországi talajvizekben mérteknek, de az egyes kutak stabil izotóp összetételében van eltérés. A legnegatívabb értékek a csurgalékvíz átemelő akna mellett kialakított SZ-4 jelű ponton voltak, ami alacsonyabb beszivárgási hőmérsékletet valószínűsít. Az átemelő akna környezetében folyó terepi munkák megbolygatták a talajfelszínt, ami feltételezhetően azt eredményezte, hogy ebben a vízben inkább az őszi-téli csapadékvíz dominál. A többi kút vizének stabil izotóp összetétele jól egyezett a csapadék súlyozott évi átlagos  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^2\text{H}$  értékeivel. A kutak vizeiben mért  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^2\text{H}$  kapcsolat követi a globális csapadék vízvonalat (GMWL), jelezve a víz csapadék eredetét.

A csurgalékvíz  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei a kutak vizénél lényegesen pozitívabbak, mivel a lerakóra hullott csapadékvíz az intenzív párolgás során a nehezebb izotópokban dúsul. További különbség, hogy a csurgalékvíz  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei nem illeszkednek a csapadék vízvonala, aminek valószínű oka az, hogy a csurgalékvíz sok szerves anyagot (szénhidrogéneket) tartalmaz, melynek lényegesen negatívabb a  $\delta^2\text{H}$  értéke (fosszilis eredet).

A  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  mérési eredményekből megállapítható, hogy a vizsgálatba bevont figyelőkutak vize nem tartalmaz kimutatható mennyiségben csurgalékvizet. Amennyiben a csurgalékvíz elérte volna valamelyik figyelőkutat, annak pozitív irányba megváltozott volna stabilizotóp összetétele. Ezzel szemben a vizsgált kutak vizének  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei teljesen megegyeznek a hazai talajvizek értékeivel. A jelenleg üzemelő III. medencéhez közel eső SZ-4 mintavételi pont vize még az éves átlagnál is kissé negatívabb értékeket mutatott, felhívva arra a figyelmet, hogy ott jelenleg az átlagosnál gyorsabb a függőleges leszivárgás.

**A kapott eredmények alapján a lerakón folytatott tevékenység ellenőrzésére folytatott felszín alatti víz monitoring vizsgálatok kibővítését javasoljuk stabil izotóp mérésekkel (minimum  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$ ).**

- A terület talajvizében természetes módon is magas koncentrációban jelen lévő szulfát milyen mértékben köthető a lerakási tevékenységhez?

A vízminták szulfátjából elvégzett  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^{34}\text{S}$  stabil izotóp mérések eredményei azt bizonyítják, hogy még a háttér területen található figyelőkutak (S-3 és S-5 jelűek) vizében található szulfát is legalább kétféle forrásból származik. A  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^{34}\text{S}$  aránya alapján az S-3

jelű kút szulfátjának izotóp összetétele lényegesen eltér a többi kútétól és a csurgalékvíztől. Az S-3 jelű kút vizében kapott  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^{34}\text{S}$  eredmények a szulfát-kén biogén eredetét (szulfidok bakteriális oxidációját) valószínűsítik, míg a többi mintában kapott értékek inkább a gipsz és az anhidritek oldódódásából származó szulfátot jeleznek. A kapott eredmények arra utalnak, hogy a vizsgálatba bevont öt kútból három (SZ-4, S-5, S-10) vizében található szulfát eredete feltehetőleg azonos.

A csurgalékvíz szulfátjának izotóppösszetétele leginkább gipszre jellemző, míg az S-9 jelű kút szulfátjának izotóp összetétele az előbb említett három kút és a csurgalékvíz között helyezkedik el. **Ez utóbbi jelezheti azt, hogy ebben a kútban egy korábbi, csurgalékvízből történt szivárgás szulfátja a mai napig jelen van.** Ennek a feltételezésnek az igazolásához azonban a területen található további kutak vizének stabil izotóp vizsgálatára lenne szükség.

**Javasolt a bizonyított háttérkoncentráció és a beavatkozási határérték, továbbá a szulfát eredetének eljárásban történő vizsgálata.**

- A lerakó területén és annak környezetében található talajvíz állapotának jellemzése.

A jelen megbízás és a monitoring keretében végzett vizsgálatok eredményei összhangban vannak a terület földtani felépítéséről alkotott képpel, amely szerint a lerakó területén a felszín alatti víz elkülönült, hidraulikai kapcsolat nélküli, vagy egymással minimális hidraulikai kapcsolatban álló víztartó lencsékben, erekben található. A lerakó területének felszín alatti vizeiről nem adható egységes jellemzés, a korlátozott vízmozgás miatt még az egymáshoz közel eső mintavételi pontokról származó vizek minőségében is jelentős különbségek tapasztalhatók, amit az elvégzett stabil izotóp vizsgálatok eredményei is megerősítenek. Ez a korlátozott hidraulikai kapcsolat és vízmozgás a szennyező komponensek elmozdulását gátolja, a szennyező anyagok transzportja korlátozott, ami a környező területek védelme szempontjából előnyös. Ugyanakkor azt is jelenti, hogy a felszín alatti térbe került anyagok jelenlétére hosszú ideig számítani kell, a természetes hígulással történő, spontán tisztulás belátható időn belül nem várható.

A határértékkal szabályozott általános vízkémiai komponensek vizsgálatának eredményei alapján három részterület, az S-9, S-10 és SZ-4 jelű mintavételi pontok, illetve ezek környezete érdemel kiemelt figyelmet. Ezeken a pontokon a klorid-, bromid- és szulfát-ionok koncentrációja, valamint ezzel összefüggésben a fajlagos elektromos vezetőképesség értéke az, ami a véletlenszerűnél nagyobb gyakorisággal haladja meg a szennyezettségi határértéket. Az említett komponensek magas koncentrációja a korábban történt rendkívüli események (műtárgy sérülés, csurgalékvíz elfolyás) következménye.

A lerakó területének határán, illetve azon kívül elhelyezkedő S-3, S-8 és SZ-3 pontok vizében talált határérték feletti ammónium-ion koncentrációk nem hozhatók összefüggésbe a lerakón folytatott tevékenységgel, a magas ammónium koncentrációk oka vélhetően földtani eredetű.



A fémek és félfémek vizsgálatának eredményei alapján azt mondhatjuk, hogy az esetenként és véletlenszerű területi eloszlásban előforduló határérték túllépések mellett az S-3 és S-4 jelű kutak vizének nikkel tartalma, valamint az S-9 kút vizében a bór és a szelén koncentrációja az, ami a többi vizsgált ponthoz képest nagyobb gyakorisággal és tartóssággal haladja meg a (B) határértéket. A háttér területen, magasabb térszínten elhelyezkedő S-3 és S-4 kutak vizének minőségére a lerakó működése nincsen hatással, a kutak vizének magasabb oldott fém tartalma valószínűsíthetően földtani eredetű. Az S-9 kút vizében a bór és a szelén magasabb koncentrációja feltehetően a korábbi rendkívüli esemény következménye. Az utóbbi évek adatai szerint a kút vizében a bór mennyisége emelkedő, a szelén koncentrációja csökkenő tendencia szerint változik.

A közel két évtizedes monitoring vizsgálatok eredményei, a 2013-as tényfeltárás során végzett szűrővizsgálatok, valamint a jelen vizsgálatok során végzett szűrő-, és GC-MS áttekintő vizsgálatok eredményei alapján azt mondhatjuk, hogy a lerakó területén és annak környezetében található talajvíz a vizsgált szerves szennyezők tekintetében nem tekinthető szennyezettnek.

Budapest, 2021. április 20.



Bagyinszki György  
okl. vegyészmérnök, környezet analitikai szakmérnök  
MMK 01-8344

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**  
Részleges teljesítményértékelés

**1. MELLÉKLET**

Áttekintő térképek

2021. április

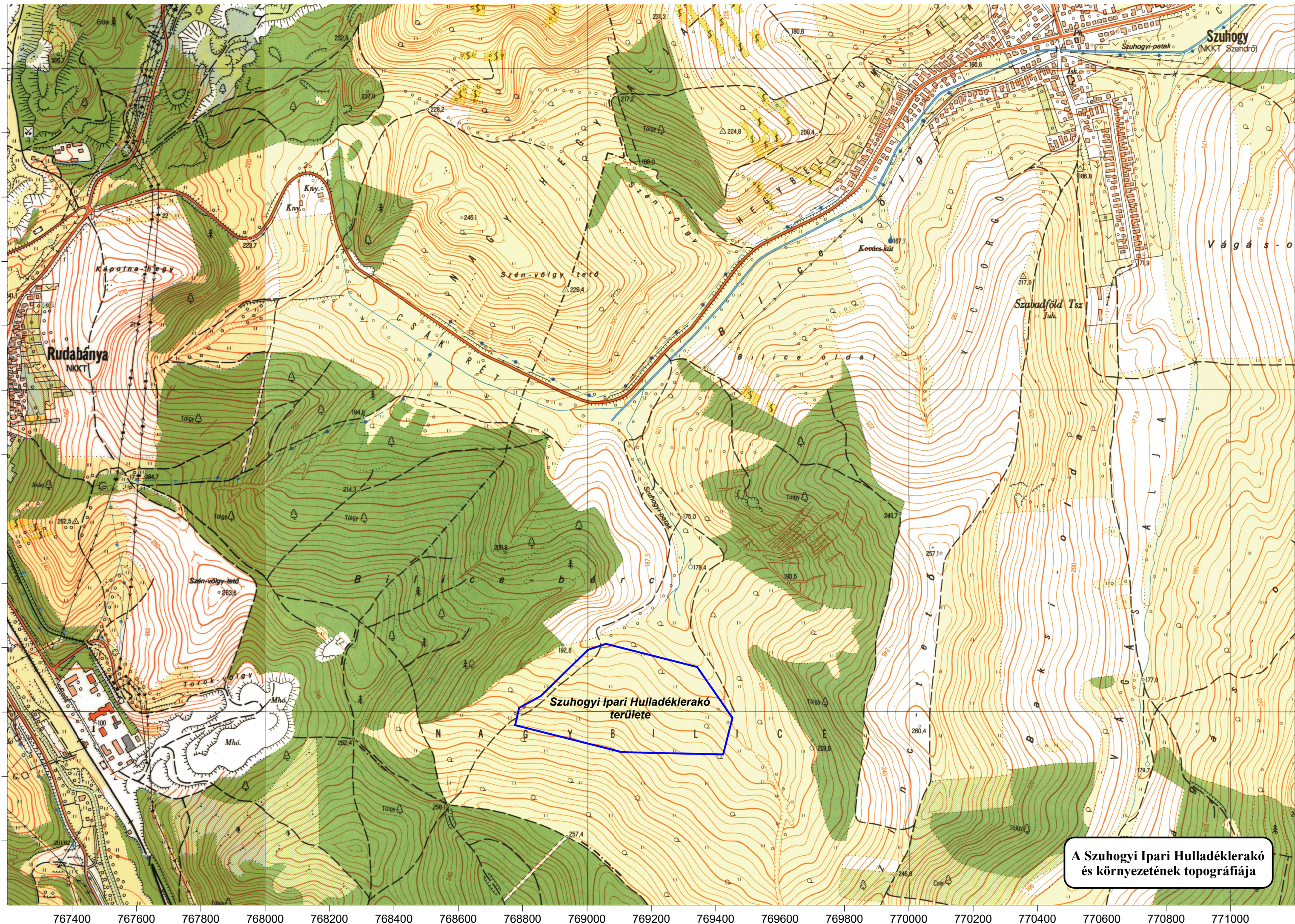
*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

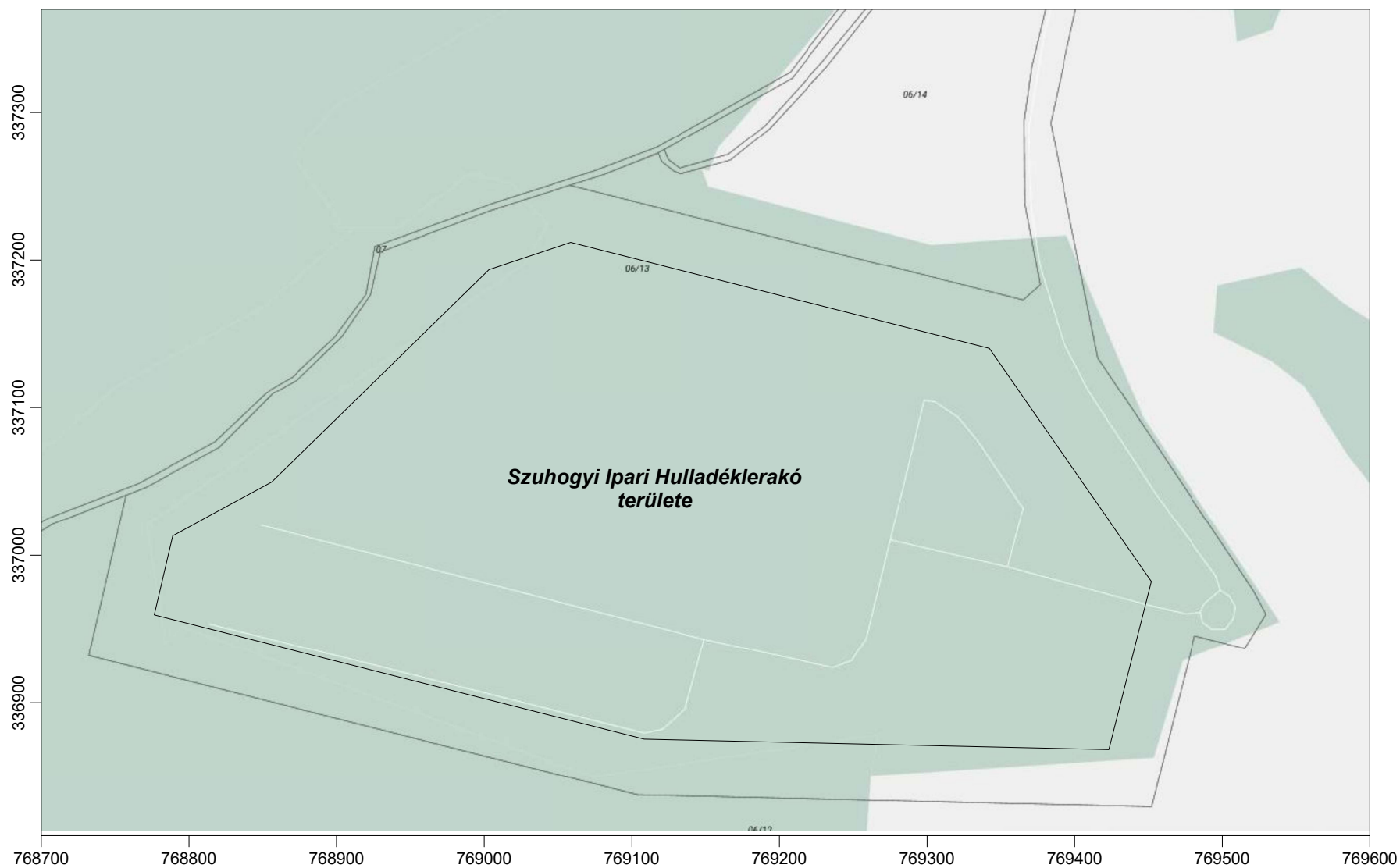
*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)





A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó  
és környezetének topográfiája





**A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó területe ingatlan-nyilvántartási térképen**

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**  
Részleges teljesítményértékelés

**2. MELLÉKLET**

Archív légifotók 1966-2018

2021. április

*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)



**A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó területe az 1966-ban készült légifotón**



**A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó területe az 1981-ben készült légifotón**





**A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó területe a 2005-ben készült légifotón**





**A Szuhogyi Ipari Hulladéklerakó területe a 2018-ban készült légifotón**

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**  
Részleges teljesítményértékelés

**3. MELLÉKLET**

**Fúrásnaplók**

2021. április

*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)



# ÉPÍTÉSI NAPLÓ

sorsz.:

0001551

SZUHOGY

kútfúrási munkáról

2021. 01. 21.

Berendezés jele UGB-1

S2-1

Munkahelyi szám:

	Munkanem	I. mű	II. mű	III. mű
Produkív munka	Száll. szerelés	1		
	Telj. szelv. fúrás	6		
	Keresőfúrás			
	Bővítés			
	Magfúrás			
	Fúrás kemény kőzetben			
	Fúrás iszapolással			
	Csővezetés	1		
	Csőhúzás, préseles			
	Saruzárás			
	Szűrő elhelyezés, visszahúzás			
	Csővágás			
	Tömszelence lehelyezés			
	Sziv. kompr. előtt ki és beépítés keverő átszerelés			
	Szivattyú (kézi, gépi)			
	Kompresszorozás			
Impr. munka	Szűrőmosás, furatöblítés			
	Utánfúrás talóig pr. szűrő után			
	Vízmérés, cementkötésre várakozás			
	Mű ell. utasítására várak.			
	Karottázs mérés, karottázásra várak.			
	Gépkezelés			
	Karbantartás			
	Javítás			
	Mentés			
	Várakozás			
	Összes óra			
	Gépüzem óra			

Rétegsor		
m-től	m-ig	réteg megnevezése
0,00	0,20	Ban talaj
0,20	0,70	Ban víz szennyező réteg
0,70	2,40	Ban agyag
2,40	3,20	Ban szilárd agyag
3,20	4,50	Szilárd agyag
4,50	5,10	Ban szilárd agyag
5,10	7,70	Ban feltehetően víz
7,70	8,40	Agg. réteg
8,40	10,10	Víz réteg
10,10	10,70	Agg. réteg

Beépített csövek			
Ø	m-től	m-ig	hossz.
10,70	-12,60	Szilárd agyag	
12,60	-13,90	Szilárd agyag	
13,90	-15,40	Ban szilárd agyag	
15,40	-17,10	Szilárd agyag	
17,10	-17,60	Víz réteg	
17,60	-18,00	Víz réteg	

Beépített szűrő				
Ø	szövet	m-től	m-ig	hossz.
125	PVC	10,00	15,00	SZÜRŐ
		15,00	17,00	VÁK
		10,00	+0,50	VÁK
		TALP	17,00	

Fúrás		Telj. szelv. fúrás		Kereső fúrás		Bővítés		Után fúrás		Iszapolás	
Előző napi m.		m-től		m-től		m-től		m-től		m-től	
Napi előrehal.		m-ig		m-ig		m-ig		m-ig		m-ig	
Talpm. nap. v.		hossz.		hossz.		hossz.		hossz.		hossz.	

I. műszak

II. műszak

III. műszak

Fúrás Ø 180 gyűrűvel kőzet 18,00 ig.

Ø 125 PVC cső ellátva betonnal 2. sz. b. u.

E 769 419  
EOW 336 871

M: 204  
P: 3

fúrómaster

fúrómaster

fúrómaster

# ÉPÍTÉSI NAPLÓ

sorsz.:

**0001552**

*SZÜHOGY*

kútfúrási munkáról

*2021. 01. 22*

Berendezés jele *UGD-1*

*SZ-4*

Munkahelyi szám:

Munkanem	I. mű	II. mű	III. mű
Száll. szerelés	<i>1</i>		
Telj. szelv. fúrás	<i>6</i>		
Keresőfúrás			
Bővítés			
Magfúrás			
Fúrás kemény kőzetben			
Fúrás iszapolással			
Csővezés	<i>1</i>		
Csőhúzás, préseles			
Saruzárás			
Szűrő elhelyezés, visszahúzás			
Csővágás			
Tömszelence lehelyezés			
Sziv. kompr. előtt ki és beépítés keverő átszerelés			
Szivattyú (kézi, gépi)			
Kompresszorozás			
Szűrőmosás, furatöblítés			
Utánfúrás talóig pr. szűrő után			
Vízmérés, cementkötésre várakozás			
Mű ell. utasítására várak.			
Karottázs mérés, karottázásra várak.			
Gépkezelés			
Karbantartás			
Javítás			
Mentés			
Várakozás			
Összes óra			
Gépüzem óra			

Produktív munka

Impr. munka

Rétegsor		
m-től	m-ig	réteg megnevezése
<i>0,00</i>	<i>0,20</i>	<i>Kőven feltárás</i>
<i>0,20</i>	<i>0,70</i>	<i>Töltő talaj</i>
<i>0,70</i>	<i>1,70</i>	<i>Barna sárga agyag</i>
<i>1,70</i>	<i>2,30</i>	<i>Barna sárga agyag</i>
<i>2,30</i>	<i>3,30</i>	<i>Szürke agyag</i>
<i>3,30</i>	<i>5,80</i>	<i>Szürke agyag</i>
<i>5,80</i>	<i>6,70</i>	<i>Szürke agyag</i>
<i>6,70</i>	<i>8,00</i>	<i>Vörös agyag</i>
<i>8,00</i>	<i>9,10</i>	<i>Vörös agyag</i>
<i>9,10</i>	<i>9,70</i>	<i>Szürke agyag</i>
<i>9,70</i>	<i>10,00</i>	<i>Szürke agyag</i>

Beépített csövek			
Ø	m-től	m-ig	hossz.

Beépített szűrő				
Ø	szövet	m-től	m-ig	hossz.
<i>125</i>	<i>PVC</i>	<i>5,00</i>	<i>8,00</i>	<i>3,00</i>
		<i>8,00</i>	<i>10,00</i>	<i>2,00</i>
		<i>5,00</i>	<i>+ 0,70</i>	<i>0,70</i>
		<i>THALP</i>	<i>10,00</i>	

Vízszállítás m <sup>3</sup>					
Fúrás	Telj. szelv. fúrás	Kereső fúrás	Bővítés	Után fúrás	Izapolás
Előző napi m.	m-től	m-től	m-től	m-től	m-től
Napi előrehal.	m-ig	m-ig	m-ig	m-ig	m-ig
Talpm. nap. v.	hossz.	hossz.	hossz.	hossz.	hossz.

I. műszak

II. műszak

III. műszak

*Fúrás Ø 180 spirál fúróval 19,00 m-ig.*  
*Ø 125 PVC csővel talponként 10,00 m-ig.*

*E 763281* *M: 188*  
*EDUW 337136* *P: 3*

fúrómaster

fúrómaster

fúrómaster

# ÉPÍTÉSI NAPLÓ

sorsz.: 0001553

0001553

SZUHOGY

kútúrasi munkáról

2021.01.27.

Berendezés jele UGB-1

SZ-3.

Munkahelyi szám:

Munkanem	I. mű	II. mű	III. mű
Száll. szerelés	1		
Telj. szelv. fúrás	6		
Keresőfúrás			
Bővítés			
Magfúrás			
Fúrás kemény kőzetben			
Fúrás iszapolással			
Csővezetés	1		
Csőhúzás, préselés			
Saruzárás			
Szűrő elhelyezés, visszahúzás			
Csővágás			
Tömszelence lehelyezés			
Sziv. kompr. előtt ki és beépítés keverő átszerelés			
Szivattyú (kézi, gépi)			
Kompresszorozás			
Szűrőmosás, furatöblítés			
Utánfúrás talóig pr. szűrő után			
Vízmérés, cementkötésre várakozás			
Mű ell. utasítására várak.			
Karottázs mérés, karottázásra várak.			
Gépkezelés			
Karbantartás			
Javítás			
Mentés			
Várakozás			
Összes óra			
Gépüzem óra			

Rétegsor		
m-től	m-ig	réteg megnevezése
0,00	0,60	Bővítés szelvény
0,60	1,00	Bővítés talaj
1,00	2,20	Szivattyú és szűrő elhelyezése
2,20	3,80	Szivattyú és szűrő elhelyezése
3,80	4,90	Bővítés szelvény
4,90	5,40	Szivattyú és szűrő elhelyezése
5,40	7,70	Bővítés szelvény
7,70	8,80	Vízvezeték elhelyezése
8,80	9,70	Vízvezeték elhelyezése
9,70	10,40	Vízvezeték elhelyezése

Beépített csövek			
Ø	m-től	m-ig	hossz.
10,40 - 12,10			Szivattyú és szűrő elhelyezése
12,10 - 12,30			Szivattyú és szűrő elhelyezése
12,30 - 15,00			Szivattyú és szűrő elhelyezése
			NY: 14,30

Beépített szűrő				
Ø	szövet	m-től	m-ig	hossz.
125	PVC	8,00	13,00	5,00
		13,00	15,00	2,00
		8,00	+0,50	0,50
		TALP	15,00	

Fúrás		Telj. szelv. fúrás		Kereső fúrás		Bővítés		Után fúrás		Iszapolás	
Előző napi m.		m-től		m-től		m-től		m-től		m-től	
Napi előrehal.		m-ig		m-ig		m-ig		m-ig		m-ig	
Talpm. nap. v.		hossz.		hossz.		hossz.		hossz.		hossz.	

I. műszak

II. műszak

III. műszak

Fúrás Ø 180 szelvény talajt 15,00 m mélyen.  
 Ø 125 PVC elhelyezése felpumpás szűrővel

E 708 322  
 EOV 337 115

M: 1937  
 P: 3

fúrómaster

fúrómaster

fúrómaster



# ÉPÍTÉSI NAPLÓ

sorsz.:

**0001554**

SZUNOGY

kútúrasi munkáról

2021. 01. 28.

Berendezés jele UCB-1

52-2

Munkahelyi szám:

Munkanem	I. mű	II. mű	III. mű
Száll. szerelés	1		
Telj. szelv. fúrás	6		
Keresőfúrás			
Bővítés			
Magfúrás			
Fúrás kemény kőzetben			
Fúrás iszapolással			
Csővezés	1		
Csőhúzás, préseles			
Saruzárás			
Szűrő elhelyezés, visszahúzás			
Csővágás			
Tömszelence lehelyezés			
Sziv. kompr. előtt ki és beépítés keverő átszerelés			
Szivattyú (kézi, gépi)			
Kompresszorozás			
Szűrőmosás, furatöblítés			
Utánfúrás talóig pr. szűrő után			
Vízmérés, cementkötésre várakozás			
Mű ell. utasítására várak.			
Karottázs mérés, karottázásra várak.			
Gépkezelés			
Karbantartás			
Javítás			
Mentés			
Várakozás			
Összes óra			
Gépüzem óra			

Rétegsor		
m-től	m-ig	réteg megnevezése
0,00	0,30	Szálk. lán. talaj
0,30	0,70	Szálk. lán. föld. sz.
0,70	1,40	Vörösr. lán. föld. sz.
1,40	2,00	Szálk. lán. szálk. sz.
2,30	3,20	Szálk. szálk. sz. föld. sz.
3,20	4,30	Szálk. lán. szálk. sz.
4,30	5,80	Vörösr. lán. szálk. sz.
5,80	6,70	Szálk. lán. föld. sz.
6,70	8,50	Szálk. lán. szálk. sz.
8,50	9,10	Szálk. lán. szálk. sz.

Beépített csövek			
Ø	m-től	m-ig	hossz.
9,10 - 9,50		Szálk. szálk.	
9,50 - 10,50		Szálk. hálós szálk.	
10,50 - 10,80		Szálk. szálk.	
10,80 - 11,30		Szálk. lán. szálk.	
11,30 - 12,70		Szálk. mosó szálk.	
12,70 - 13,50		Szálk. mosó / szálk.	

Beépített szűrő				
Ø	szövet	m-től	m-ig	hossz.
125	PVC	9,00	12,00	SZŐRŐ
		12,00	13,00	VÁK
		13,00	+0,50	VÁK
		TALP	13,00	

Fúrás		Telj. szelv. fúrás		Kereső fúrás		Bővítés		Után fúrás		Iszapolás	
Előző napi m.		m-től		m-től		m-től		m-től		m-től	
Napi előrehal.		m-ig		m-ig		m-ig		m-ig		m-ig	
Talpm. nap. v.		hossz.		hossz.		hossz.		hossz.		hossz.	

I. műszak

II. műszak

III. műszak

Fúrás Ø 180 spirálkúrral 13,00 méterig  
 Ø 125 PVC elhelyezése felrakott szálkötéssel.

E 768246 M: 202  
 EOVV 336874 P: 3

fúrómaster

fúrómaster

fúrómaster

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**  
Részleges teljesítményértékelés

**4. MELLÉKLET**

Mintavételi jegyzőkönyvek

2021. április

*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)

## LÜ8507 FELSZÍN ALATTI VÍZ MINTAVÉTELI JEGYZŐKÖNYV

A mintavétel akkreditált: ☒ igen ☐ nem

Mintavétel ideje: 2021.01.21-2021.02.04.

Munkaszám: M802

Megbízó: Hungaropec Zrt.

Munkaterület: Szuhogy Ipari hulladéklerakó

Mintavételi eszköz típusa, hozama: 6 L/p

Tartósítás, szűrés módja: Hűtés, fémekre szűrés 0,45µm+sav

Vizsgálendő komponensek: ÁVK, fémek, izotópok, szűrővizsg.

Kúthasználat módja: Monitoring

Jegyzőkönyv száma: M802/2021/FAVÍZ/1

Vizsgáló laboratórium: Wessling Hungary Kft.

Témafelelős: Bagyinszki György

Használt térkép megnevezése és léptéke: –

Mintavételi szabványok: MSZ 448-46:1988, MSZ ISO 5667-11:2012, MSZ EN ISO 5667-1:2007, MSZ EN ISO 5667-16:2000 3-6. fejezet (visszavont szabvány)  
Helyszíni vizsgálatok szabványai: MSZ 1484-22:2009 8.1. szakasz, MSZ 448-2:1967 1. fejezet (visszavont szabvány), MSZ EN 27888:1998.

időpont	fűrés, kút jele	minta jele	EOV Y [m]	EOV X [m]	terep [mBf]	csőkiállítás [cm]	talp [m cs.p. alatt]	nyugalmi vízszint [m cs.p. alatt]	CH vast. [cm]	szűrőcső átmérője [mm]/szűrőcső anyaga	szűrőzés [m-m]	3x-os víztérfogat [liter]	kitermelt víz mennyisége [liter]	szivattyúzási idő [óra, perc]	pH	Hőmérséklet °C	fajl. el. vezetőkép. [µS/cm]
2021.01.21 10:20	S-1	S-1				79	10,58	1,88	-	110/100	5,0-9,0	205	240	9:40 10:10 10:19	8,10 7,71 7,73	9,1 9,7 10,0	607 966 969
2021.01.21 10:40	S-7	S-7				68	7,20	1,39	-	125/120	3,0-8,0	197	200	10:01 10:30 10:39	7,47 7,19 7,17	6,5 6,4 6,2	174 168 168
2021.01.21 11:32	S-2	S-2				31	10,70	3,02	-	110/100	5,0-9,0	181	180	11:02 11:25 11:31	7,88 7,68 7,66	10,4 10,7 10,9	712 711 710
2021.01.21 11:55	S-6	S-6				83	10,60	1,25	-	125/120	7,0-9,0	317	270 leürült	11:09 11:45 11:54	7,73 7,74 7,75	10,1 10,7 10,8	1482 1441 1439
2021.01.21 12:25	S-8	S-8				74	10,40	0,83	-	125/120	3,0-8,0	325	270 leürült	11:38 12:15 12:24	7,94 7,84 7,85	8,3 8,6 8,8	938 933 931
2021.01.21 14:04	S-5	S-5				80	10,30	5,67	-	110/100	20,0-26,0	109	110	13:40 13:55 14:03	7,74 7,42 7,41	11,6 11,7 11,7	287 284 282
2021.01.21 14:45	S-4	S-4				85	22,94	18,79	-	110/100	17,0-21,0	98	96 leürült	14:29 14:40 14:45	7,56 7,59 7,61	9,3 9,9 10,2	810 716 703

A mérési eredmények csak az adott mintavételre, mintára vonatkoznak  
A mintavételi jegyzőkönyvet NATURAQUA Zrt. írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében lehet lemásolni  
A minták kezelése, tartósítása az MSZ EN ISO 5667-3:2013 (visszavont szabvány) szerint történik.





időpont	fúrás, kút jele	minta jele	EOV Y [m]	EOV X [m]	terep [mBf]	csőkiallítás [cm]	talp [m cs.p. alatt]	nyugalmi vízszint [m cs.p. alatt]	CH vast. [cm]	szűrőcső átmérője [mm]/ szűrőcső anyag	szűrőzés [m-m]	3x-os vizterfogat [liter]	kitermelt víz mennyisége [liter]	szivattyúzási idő [óra, perc]	pH	Hőmérséklet °C	fajl. el. vezetőkép. [μS/cm]
2021.01.21 15:17	SZV-1	SZV-1				60	6,60	5,03	-	125/120	4,0-6,0	53	150	14:52 15:05 15:16	7,14 7,05 7,04	11,6 11,3 11,1	366 356 355
2021.01.21 16:02	SZH-5	SZH-5		-		44	7,39	3,19	-	110/100	nem ismert	99	96	15:43 15:55 16:01	7,15 6,91 6,89	10,0 10,1 10,1	570 570 571
2021.01.22 8:50	SZV-2	SZV-2				49	7,46	3,96	-	125/120	4,0-6,0	119	114 leürült	8:30 8:40 8:49	7,14 6,65 6,64	10,9 11,1 11,1	210 209 209
2021.01.22 9:30	S-9	S-9				41	12,85	5,49	-	125/120	2,5-10,0	250	220 leürült	8:52 9:15 9:29	7,54 7,49 7,48	11,1 11,8 11,8	2002 2084 2086
2021.01.22 10:28	S-3	S-3				85	23,01	19,80	-	110/100	18,0-22,0	76	54	10:14 10:19 10:25	7,39 7,66 7,67	8,6 8,7 8,7	2380 2439 2440
2021.01.22 10:59	SZ-1	SZ-1				50	17,32	9,64	-	125/120	10,0-15,0	260	120 leürült	10:35 10:45 10:55	8,01 7,91 7,90	10,4 10,8 10,9	1870 1822 1821
2021.01.22 11:57	S-10	S-10				86	10,32	5,64	-	110/100	8,0-10,0	110	120	11:31 11:46 11:51	8,01 7,93 7,92	11,9 12,1 12,1	2093 2068 2066
2021.01.22 13:05	Mély szivárgó akna	Mély szivárgó				0	-	-	-	-	-	folyamatos be- és elfolyás	-	-	-	-	-
2021.01.22 13:15	Mély szivárgó új ág akna	nem mintázható				0	-	-	-	-	-	nem mintázható	-	-	-	-	-
2021.01.22 13:28	Csurgalék víz akna	Csurgalék víz				0	-	-	-	-	-	folyamatos be- és elfolyás	-	13:27	7,84	7,5	2130

A mérési eredmények csak az adott mintavételre, mintára vonatkoznak

A mintavételi jegyzőkönyvet NATURAQUA Zrt. írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében lehet lemásolni

A minták kezelése, tárolása az MSZ EN 5667-3:2013 (visszavont szabvány) szerint történik.



időpont	fűrés, kút jele	minta jele	EOV Y [m]	EOV X [m]	terep [mBf]	csőkiállítás [cm]	talp [m cs.p. alatt]	nyugalmi vizszint [m cs.p. alatt]	CH vast. [cm]	szűrőcső átmérője [mm]/ szűrőcső anyaga	szűrőzés [m-m]	3x-os vízterfogat [liter]	kitermelt víz mennyisége [liter]	szivattyúzási idő [óra, perc]	pH	Hőmérséklet °C	fajl. el. vezetőkép. [μS/cm]
2021.02.04 10:38	SZ-4	SZ-4				51	10,95	1,68	-	125/120	5,0-8,0	314	270 leürült	9:51 10:20 10:37	7,60 7,65 7,66	11,0 11,5 11,5	3090 3320 3680
2021.02.04 11:33	SZ-3	SZ-3				45	14,75	14,07	-	125/120	8,0-13,0	23	30	10:22 10:27 10:32	8,01 8,02 8,03	11,5 11,7 11,8	969 972 973
2021.02.04 12:30	SZ-2	SZ-2				34	11,72	7,15	-	125/120	9,0-12,0	155	130 leürült	12:06 12:20 12:29	7,59 7,60 7,61	11,5 11,5 11,5	1713 1630 1631

Megjegyzés:

A mintavétel a mintavételi terv és utasítás szerint történt – mintavételi tervről, utasítástól való eltérést lásd a túldoldalon!

A mintát vette és a jegyzőkönyvet kitöltötte (név, aláírás): Bakos Gergely

Dátum: 2020.02.10.

A mintavételén és helyszíni vizsgálaton jelen volt:

Ellenőrizte (név, aláírás): Szűcs Róbert JUDIT

Dátum: 2020.02.11.

Név:	Szervezet:	Aláírás	Megjegyzés
Bagyinszki György	NATURAQUA Zrt.	Bagyinszki György	

A mérési eredmények csak az adott mintavételre, mintára vonatkoznak  
 A mintavételi jegyzőkönyvet NATURAQUA Zrt. írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében lehet lemásolni  
 A minták kezelése, tárolása az MSZ EN ISO 5667-3:2013 (visszavont szabvány) szerint történt.

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**  
Részleges teljesítményértékelés

**5. MELLÉKLET**  
Laboratóriumi vizsgálati jegyzőkönyvek

2021. április

*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)

# VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

**Megrendelő: NATURAQUA Környezetvédelmi,  
Tervező és Szolgáltató Zrt.  
1124 Budapest, Németvölgyi út 97.  
Projekt: Szuhogy (2021/K/00545)**

**Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 646215/1**

A NAH által NAH-1-1398/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.  
A "NAH által nem akkreditált" megjelöléssel feltüntetett vizsgálatok kívül esnek laboratóriumunk  
akkreditálásának területén.

Analitika kezdete: 2021. 01. 26.  
Analitika vége: 2021. 02. 05.

A megrendelő által nyújtott információkért a laboratórium nem vállal felelősséget.  
A nem a laboratórium által vett minták mérési eredményei csak a laboratórium rendelkezésére  
bocsátott mintákra vonatkoznak.  
A WESSLING Hungary Kft. írásbeli engedélye nélkül a vizsgálati jegyzőkönyv csak teljes  
terjedelmében sokszorosítható.



**Vizsgálati mintákat összesítő táblázat**

Beszállító: NATURAQUA Zrt. Beszállítás ideje: 2021/01/22 17:10 Megrendelőlap száma: 2021/002062

Minta jele	Mintavétel ideje	Mintatípus	Egyed- azonosító	Minta- mennyiség	Mintatartó típusa	Tartósítás módja	Mintavétel akkreditált státusza	Mintavevő	Megjegyzés
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003951680	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010934	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018382	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018384	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018390	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018405	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018451	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018457	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018521	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098581	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098592	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Csurgalékvíz	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004099836	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélyszivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0001723356	100 cm <sup>3</sup>	Cr(VI) 100 ml műanyag edény	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélyszivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003044056	1000 cm <sup>3</sup>	PAH 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélyszivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003951720	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélyszivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010942	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélyszivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018388	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	

Minta jele	Mintavétel ideje	Mintatípus	Egyed- azonosító	Minta- mennyiség	Mintatartó típusa	Tartás módja	Mintavétel akkreditált státusza	Mintavevő	Megjegyzés
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018395	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018407	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018411	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098583	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098589	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098590	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098591	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
Mélysivárgó 2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098601	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-1	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003950624	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010949	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0001723344	100 cm <sup>3</sup>	Cr(VI) 100 ml műanyag edény	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003044054	1000 cm <sup>3</sup>	PAH 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003330017	1000 cm <sup>3</sup>	EPH 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004004013	1000 cm <sup>3</sup>	EPH 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010940	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018379	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018380	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018387	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018391	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018397	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018423	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	

Minta jele	Mintavétel ideje	Mintatípus	Egyed- azonosító	Minta- mennyiség	Mintatartó típusa	Tartás módja	Mintavétel akkreditált státusza	Mintavevő	Megjegyzés
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018447	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004020251	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098578	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098600	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098850	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098866	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-10	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098875	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-2	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951546	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-2	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010854	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003951668	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010948	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004017563	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018333	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018346	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018383	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018396	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-3	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018408	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-4	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951683	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-4	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010200	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951708	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010957	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	



Minta jele	Mintavétel ideje	Mintatípus	Egyed- azonosító	Minta- mennyiség	Mintatartó típusa	Tartósítás módja	Mintavétel akkreditált státusza	Mintavevő	Megjegyzés
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004018338	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004018357	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004018366	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004018371	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004018392	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004018398	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-6	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951562	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacső	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-6	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010855	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-7	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951630	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacső	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-7	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010197	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-8	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003950982	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacső	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-8	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010921	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0001723319	100 cm <sup>3</sup>	Cr(VI) 100 ml műanyag edény	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003044057	1000 cm <sup>3</sup>	PAH 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003186322	40 cm <sup>3</sup>	PESZT. HPLC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003186342	40 cm <sup>3</sup>	PESZT. HPLC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003186343	40 cm <sup>3</sup>	PESZT. HPLC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003951704	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacső	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004004034	1000 cm <sup>3</sup>	EPH 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010938	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004017580	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	



Minta jele	Mintavétel ideje	Mintatípus	Egyed- azonosító	Minta- mennyiség	Mintatartó típusa	Tartósítás módja	Mintavétel akkreditált státusza	Mintavevő	Megjegyzés
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018339	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018344	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018348	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018374	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018393	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018402	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004018403	1000 cm <sup>3</sup>	ALV 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098580	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
S-9	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004098860	40 cm <sup>3</sup>	VOC 40 ml EPA vial	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-1	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010936	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-1	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004020233	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZH-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951689	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZH-5	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010922	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZV-1	2021/01/21	Felszín alatti víz	0003951649	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZV-1	2021/01/21	Felszín alatti víz	0004010929	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZV-2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0003951721	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacsó	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZV-2	2021/01/22	Felszín alatti víz	0004010890	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0,5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	

**Általános vízkémiai paraméterek (1/2)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

- (1) MSZ EN ISO 10523:2012  
(2) MSZ EN 27888:1998  
(3) MSZ EN ISO 8467:1998  
(4) MSZ EN ISO 9963-1:1998  
(5) MSZ EN ISO 10304-1:2009  
(6) MSZ EN ISO 6878:2004 4. fejezet  
(7) MSZ ISO 7150-1:1992  
(8) MSZ EN 26777:1998  
(9) MSZ 448-21:1986 4., 5. fejezet és Függelék

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-1	S-2	S-3	S-4
pH <sup>1</sup>		7,06	6,00	6,39	5,97
Vezetőképesség 20 °C-on <sup>2</sup>	μS/cm	1090	623	1980	639
KOlp <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	2,4	1,1	3,2	<0,5
p-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	5,7	3,1	16,8	6,1
Hidrogén-karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	348	189	1020	372
Karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<6	<6	<6	<6
Hidroxid <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<2	<2	<2	<2
Fluorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Klorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	6	34	<5	<5
Bromid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	1,5	<0,5	<0,5
Ortofoszfát <sup>6</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Szulfát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	380	140	490	<30
Ammónium <sup>7</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,07	<0,02	0,81	0,02
Nitrit <sup>8</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
Nitrát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<5	<5	<5	<5
Összes keménység <sup>9</sup>	mgCaO/dm <sup>3</sup>	227	162	764	190

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-5	S-6	S-7	S-8
pH <sup>1</sup>		6,12	6,27	5,42	6,35
Vezetőképesség 20 °C-on <sup>2</sup>	μS/cm	263	1290	150	834
KOlp <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	4,9	0,7	3,8	1,3
p-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	1,7	7,8	0,4	6,5
Hidrogén-karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	104	476	24	397
Karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<6	<6	<6	<6
Hidroxid <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<2	<2	<2	<2
Fluorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Klorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<5	26	<5	11
Bromid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	1,1	<0,5	<0,5
Ortofoszfát <sup>6</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Szulfát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	50	400	40	140
Ammónium <sup>7</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,02	0,03	0,05	1,13
Nitrit <sup>8</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,01	<0,01	0,02	0,05
Nitrát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<5	<5	9	<5
Összes keménység <sup>9</sup>	mgCaO/dm <sup>3</sup>	67	394	37	246

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02; Metrohm 850 Professional IC; Metrohm 855 titrátor; Metrohm 905 titrátor; UV/VIS Evolution300; UV/VIS Evolution300 (2)

**Általános vízkémiai paraméterek (2/2)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

- (1) MSZ EN ISO 10523:2012  
(2) MSZ EN 27888:1998  
(3) MSZ EN ISO 8467:1998  
(4) MSZ EN ISO 9963-1:1998  
(5) MSZ EN ISO 10304-1:2009  
(6) MSZ EN ISO 6878:2004 4. fejezet  
(7) MSZ ISO 7150-1:1992  
(8) MSZ EN 26777:1998  
(9) MSZ 448-21:1986 4., 5. fejezet és Függelék

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-9	S-10	SZ-1	SZV-1
pH <sup>1</sup>		6,62	7,00	7,40	5,16
Vezetőképesség 20 °C-on <sup>2</sup>	μS/cm	2180	1770	1700	302
KOlp <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	4,5	2,9	11,4	2,0
p-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	4,5	7,0	12,9	1,9
Hidrogén-karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	275	427	787	116
Karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<6	<6	<6	<6
Hidroxid <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<2	<2	<2	<2
Fluorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Klorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	409	239	66	7
Bromid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	11,8	9,5	1,1	<0,5
Ortofoszfát <sup>6</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Szulfát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	290	400	280	40
Ammónium <sup>7</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	0,28	0,03
Nitrit <sup>8</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,03	<0,01	0,01	<0,01
Nitrát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<5	<5	<5	<5
Összes keménység <sup>9</sup>	mgCaO/dm <sup>3</sup>	354	547	514	73

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		SZV-2	SZH-5	Mély-szivárgó 2	Csurgalék-víz
pH <sup>1</sup>		5,21	5,24	6,97	5,44
Vezetőképesség 20 °C-on <sup>2</sup>	μS/cm	190	477	1430	158000
KOlp <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	2,4	2,0	1,2	750
p-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	0,4	0,4	8,3	20,5
Hidrogén-karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	24	24	506	1250
Karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<6	<6	<6	<6
Hidroxid <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<2	<2	<2	<2
Fluorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<2
Klorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	10	80	81	95000
Bromid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	1,8	2,7	4400
Ortofoszfát <sup>6</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Szulfát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	50	130	360	2900
Ammónium <sup>7</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,02	<0,02	<0,02	780
Nitrit <sup>8</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	37,2
Nitrát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<5	<5	<5	70
Összes keménység <sup>9</sup>	mgCaO/dm <sup>3</sup>	40	97	450	11400

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02; Metrohm 850 Professional IC; Metrohm 855 titrátor; Metrohm 905 titrátor; UV/VIS Evolution300; UV/VIS Evolution300 (2)

**Oldott elemtartalom (1/4)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ EN ISO 17294-2:2017

(2) EPA Method 200.8:1999

(3) MSZ EN ISO 18412:2007

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-1	S-2	S-3	S-4
Vas (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	5630	1130	5780	14300
Mangán (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	413	37,1	1020	178
Nátrium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	59,5	37,3	34,9	15,4
Kálium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,5	0,3	8,4	4,1
Kalcium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	113	76,9	343	90,1
Magnézium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	29,7	23,6	123	27,7
Króm (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobalt (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	1,8	18,0
Nikkel (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,8	<0,5	20,5	45,1
Réz (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,4	<0,5	<0,5	2,4
Cink (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	2,0	2,5	17,3	21,1
Arzén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	0,9	26,1
Molibdén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,6	<0,5	<0,5	3,1
Szelén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	3	<1
Kadmium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ón (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bárium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	38,4	48,3	65,0	252
Higany (oldott) <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ólom (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	1,3
Bór (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	40	30	50	40
Ezüst (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1
Antimon (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,5	<0,5	1,1	10,6
Alumínium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	9	<2	<2	19

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02

**Oldott elemtartalom (2/4)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ EN ISO 17294-2:2017

(2) EPA Method 200.8:1999

(3) MSZ EN ISO 18412:2007

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-5	S-6	S-7	S-8
Vas (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	210	660	100	2080
Mangán (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	10,1	888	3,9	1160
Nátrium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	11,7	60,3	5,6	33,8
Kálium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,3	2,8	0,5	6,4
Kalcium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	31,7	186	16,4	115
Magnézium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	9,6	57,8	6,1	36,7
Króm (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobalt (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	1,3	<0,5	0,8
Nikkel (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	2,0	1,2	2,3	0,9
Réz (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,4	<0,5	1,9	<0,5
Cink (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	9,6	<0,5	0,7	<0,5
Arzén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	1,3	<0,5	1,0
Molibdén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Szelén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1
Kadmium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ón (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bárium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	34,3	43,2	33,8	276
Higany (oldott) <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ólom (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bór (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	40	60	20	120
Ezüst (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1
Antimon (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,4	<0,5	0,9	0,5
Alumínium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	204	60	127	26

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02

**Oldott elemtartalom (3/4)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ EN ISO 17294-2:2017

(2) EPA Method 200.8:1999

(3) MSZ EN ISO 18412:2007

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-9	S-10	SZ-1	SZV-1
Vas (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<10	40	40	2620
Mangán (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	20,0	154	164	755
Nátrium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	171	91,6	78,8	20,1
Kálium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	85,7	1,9	3,8	0,4
Kalcium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	186	260	254	34,4
Magnézium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	40,6	79,4	68,8	10,8
Króm (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobalt (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	0,8	0,9	3,4
Nikkel (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	5,0	4,4	2,7	6,2
Réz (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	3,5	1,1	2,0	0,7
Cink (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	43,0	36,8	12,6	3,8
Arzén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	1,1	0,8	7,3
Molibdén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	2,3	0,6	0,7	<0,5
Szelén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	3	<1	<1	<1
Kadmium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,0	0,1	0,1	<0,1
Ón (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bárium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	42,5	70,4	132	28,3
Higany (oldott) <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ólom (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bór (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	670	40	40	30
Ezüst (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	<1
Antimon (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,7	<0,5	0,7	2,8
Alumínium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<2	9	48	141
Króm(VI) <sup>3</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<5	<5	-/-	-/-

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02; UV/VIS Evolution300

**Oldott elemtartalom (4/4)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ EN ISO 17294-2:2017

(2) EPA Method 200.8:1999

(3) MSZ EN ISO 18412:2007

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		SZV-2	SZH-5	Mély- szivárgó 2	Csurgalék- víz
Vas (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1200	170	<10	720
Mangán (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	219	19,4	13,7	4460
Nátrium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	10,4	37,5	48,9	38500
Kálium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,3	1,9	6,0	20400
Kalcium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	17,8	45,1	211	7400
Magnézium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	6,7	14,6	67,1	462
Króm (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	2100
Kobalt (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,3	<0,5	<0,5	186
Nikkel (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	4,1	6,5	1,4	809
Réz (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	2,7	1,2	0,9	2410
Cink (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	4,5	5,2	11,0	657000
Arzén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,9	<0,5	<0,5	29,8
Molibdén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	0,7	578
Szelén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	2	132
Kadmium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	0,2	4810
Ón (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5	3,5
Bárium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	43,1	61,3	40,2	1420
Higany (oldott) <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	<0,2	1,4
Ólom (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,9	<0,5	<0,5	29600
Bór (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	30	60	50	29900
Ezüst (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1	64
Antimon (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	3,0	1,2	0,9	65,7
Alumínium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	532	249	<2	77
Króm(VI) <sup>3</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-/-	-/-	<5	-/-

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02; UV/VIS Evolution300

### 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (alifás szénhidrogének, benzol és alkilbenzolok)

Mintatípus: Felszín alatti víz

- (1) WBSE-26:2019  
(2) MSZ 1484-7:2009  
(3) MSZ 20354:2003  
(4) WBSE-75:2019

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély- szivárgó 2
Benzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	<0,2
Toluol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Etilbenzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Xilolok összesen <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<2	<2	<2
Egyéb alkilbenzolok összesen (16) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<15	<15	<15
VAPH (C6-C12) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<20	<20	<20
n-Hexán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
n-Dekán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
VALPH (C5-C12) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<25	<25	<25
VPH (C5-C12) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<25	<25	<25
EPH (C10-C40) <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<25	<25	<25
Összes alifás szénhidrogén (TPH C5-C40) <sup>1, 2, 3, 4</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<50	<50	<50

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-6890-GC\_08-FID/FID; HP-6890-GCMS\_09-5975

### 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (fenolok)

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ 1484-9:2009 7.3. szakasz

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély- szivárgó 2
Fenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2-Krezol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
3-Krezol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
4-Krezol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Krezolok (3) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Pirokatechin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Rezorcín <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Összes fenol (6) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1

(a) Egyedi komponensek számszaki összege.

A vizsgálatok során használt készülékek: GC-MS\_DEL3



**14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (klórfeenolok)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ EN 12673:2000

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély-szivárgó 2
2-Klórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
3-Klórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
4-Klórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Monoklórfeenolok (3) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,6-Diklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,4-Diklórfeenol és 2,5-Diklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
3,5-Diklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3-Diklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
3,4-Diklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Diklórfeenolok (6) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,4,6-Triklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,6-Triklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,5-Triklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,4,5-Triklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,4-Triklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
3,4,5-Triklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Triklórfeenolok (6) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,5,6-Tetraklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,4,6-Tetraklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
2,3,4,5-Tetraklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Tetraklórfeenolok (3) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Pentaklórfeenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Összes klórfeenol (19) (a) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1

(a) Egyedi komponensek számszaki összege.

A vizsgálatok során használt készülékek: GC-MS\_DEL3

## 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (egyéb vegyületek)

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) EPA Method 8015C:2007

(2) WBSE-117:2019

(3) WBSE-45:2009 3.1. szakasz

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély-szivárgó 2
2-Propanol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<50	<50	<50
Piridin <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,25	<0,25	<0,25
Tetrahydrofuran <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
Tetrahydrotiofén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
Etilénglikol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Propilénglikol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2-Propoxietanol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,4-Butándiol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Etildiglikol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Butil-glikolát <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Dietilénglikol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Dipropilénglikol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2-Hexoxietanol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2-Fenoxietanol <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Összes glikol (10) (a) <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1

(a) Egyedi komponensek számszaki összege

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-6890-GCMS\_13-5975; LC-MS06; TS-1310-GCMS\_21-7000

# 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (policiklikus aromás szénhidrogének)

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ 1484-6:2003

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély-szivárgó 2
Naftalin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,05	<0,05	<0,05
1-Metilnaftalin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,05	<0,05	<0,05
2-Metilnaftalin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaftilén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Acenaftén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Fluorén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Fenantrén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Antracén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Fluorantén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Pirén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo[a]antracén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Krizén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo[b]fluorantén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo[k]fluorantén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo[e]pirén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,005	<0,005	<0,005
Indeno[1,2,3-cd]pirén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo[a,h]antracén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[ghi]perilén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,005	<0,005	<0,005

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-7890B-GCMS\_15-5973

# 14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (aromás halogénezett szénhidrogének)

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ 1484-5:1998 (visszavont szabvány) 7.3. szakasz

(2) MSZ 1484-8:2004

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély-szivárgó 2
Klórbenzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Diklórbenzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
1,3-Diklórbenzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
1,4-Diklórbenzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Diklórbenzolok (3) (b) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Összes illékony klórbenzol (4) (b) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
Brómbenzol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
1-Klórnaftalin és 2-Klórnaftalin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
1,2,3-Triklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,4-Triklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
1,3,5-Triklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Triklórbenzolok (3) (b) <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3,4-Tetraklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,3,5-Tetraklórbenzol és 1,2,4,5-Tetraklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Tetraklórbenzolok (3) (b) <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Pentaklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Hexaklórbenzol <sup>2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01
Halogénezett aromás szénhidrogének összesen (15) (b) <sup>1,2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5

(b) Egyedi komponensek számszaki összege.

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-6890-GCMS\_03-5973; HP-7890-GCMS\_16-5977B

**14/2005. (VI. 28.) KvVM rendelet 1. szerinti szerves szennyezők (halogénezett alifás szénhidrogének)**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ 1484-5:1998 (visszavont szabvány) 7.3. szakasz

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		S-9	S-10	Mély-szivárgó 2
1,1-Diklóretén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
cisz-Diklóretén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
transz-Diklóretén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Diklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,1,2-Trifluortriklóretán (Freon 113) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,1-Diklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Diklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,5	<0,3	<0,3
Kloroform <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2-Klóretanol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Szén-tetraklorid <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,2-Diklóropán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2,3-Diklóropén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Brómdiklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Triklóretén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Epiklórhidrin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
2-Klóretil-vinil-éter <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
cisz-1,3-Diklóropén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
transz-1,3-Diklóropén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,1,2-Triklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Dibrómklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,2-Dibrómetán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
Tetraklóretén <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
1,1,2,2-Tetraklóretán <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Összes illékony halogénezett alifás szénhidrogén (23) (b) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,5	<1	<1

(b) Egyedi komponensek számszaki összege.

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-7890-GCMS\_16-5977B

## Nem illékony szerves vegyületek GC-MS áttekintése\*

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) EPA Method 8270D:2007

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-9	S-10	Mély- szivárgó 2	Csurgalék- víz
Megjegyzés		n.d.	n.d.	n.d.	-
Egyéb heteroatom tartalmú alifás/alciklusos szénhidrogének <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	4500
Egyéb heteroatom tartalmú aromás szénhidrogének <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	1200
Benzaldehid <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	63
Anilin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	180
Fenol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	380
Acetofenon <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	31
Benzil-alkohol <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	28
N-metil-2-pirrolidon <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	1300
N-etil-2-pirrolidon <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	500
Tributilamin <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	750
2-Fenilbutironitril <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	47
Kaprolaktám <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	66

n.d.: Nem illékony szerves vegyületek a módszerrel nem kimutathatóak.

Az eredmények hexadekán egyenértékben értendők.

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-6890-GCMS\_03-5973

\* NAH által nem akkreditált

**Illékony szerves vegyületek GC-MS áttekintése\***

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) EPA Method 8260C:2006  
(2) WBSE-26:2019

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele			
		S-9	S-10	Mély-szivárgó 2	Csurgalék-víz
Megjegyzés		-	-	n.d.	-
MTBE <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	400
Benzol <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	2
terc-Butanol <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	1500
Etanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	350
2-Propanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	460
Aceton <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	1000
Izobutanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	400
1-Butanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	950
Egyéb alkoholok <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	140
Trimetil-szilanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	3	3	-	120
Tetrahydrofurán <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	160
Etil-metil-kezon <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	83
Piridin <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	570
Izobutil-metil-kezon <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	55
Dimetil-szilándiol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	69
1-Metoxi-2-propanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	300
Egyéb glikolok <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	300
1-Propanol <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	55
Ciklohexanon <sup>1, 2, **</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	4

n.d.: Illékony szerves vegyületek a módszerrel nem kimutathatóak.

A vizsgálatok során használt készülékek: HP-6890-GCMS\_09-5975

\* NAH által nem akkreditált

\*\* Az eredmények toluol-egyenértékben értendők.

2021. február 5.

Volk Gábor  
Laboratóriumvezető-helyettes

Validált rendszerből generált vizsgálati jegyzőkönyv, amely aláírás nélkül is hiteles.

# VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

**Megrendelő: NATURAQUA Környezetvédelmi,  
Tervező és Szolgáltató Zrt.  
1124 Budapest, Németvölgyi út 97.  
Projekt: Szuhogy (2021/K/00545)**

**Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 648236/1**

A NAH által NAH-1-1398/2019 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.

Analitika kezdete: 2021. 02. 05.

Analitika vége: 2021. 02. 16.

A megrendelő által nyújtott információkért a laboratórium nem vállal felelősséget.  
A nem a laboratórium által vett minták mérési eredményei csak a laboratórium rendelkezésére  
bocsátott mintákra vonatkoznak.  
A WESSLING Hungary Kft. írásbeli engedélye nélkül a vizsgálati jegyzőkönyv csak teljes  
terjedelmében sokszorosítható.



Jegyzőkönyv érvényesség  
ellenőrzés.



**Vizsgálati mintákat összesítő táblázat**

Beszállító: NATURAQUA Zrt. Beszállítás ideje: 2021/02/04 16:00 Megrendelőlap száma: 2021/003319

Minta jele	Mintavétel ideje	Mintatípus	Egyed-azonosító	Minta-mennyiség	Mintatartó típusa	Tartósítás módja	Mintavétel akkreditált státusza	Mintavető	Megjegyzés
SZ-2	2021/02/04	Felszín alatti víz	0003951534	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacső	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-2	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004010426	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-3	2021/02/04	Felszín alatti víz	0001723253	50 cm <sup>3</sup>	50 ml centrifugacső Cr(VI)	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-3	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004010407	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0003949672	50 cm <sup>3</sup>	OLDOTT FÉM 50 ml centrifugacső	Salétromsavval tartósított	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004010179	500 cm <sup>3</sup>	ÁVK 0.5 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004017228	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004017229	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004017499	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004017500	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004017502	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	
SZ-4	2021/02/04	Felszín alatti víz	0004017503	1000 cm <sup>3</sup>	EGYÉB 1 l barna üveg	Hűtött	Akkreditált	NATURAQUA Környezetvédelmi, Tervező és Szolgáltató Zrt.	

**Általános vízkémiai paraméterek**

Mintatípus: Felszín alatti víz

- (1) MSZ EN ISO 10523:2012  
(2) MSZ EN 27888:1998  
(3) MSZ EN ISO 8467:1998  
(4) MSZ EN ISO 9963-1:1998  
(5) MSZ EN ISO 10304-1:2009  
(6) MSZ EN ISO 6878:2004 4. fejezet  
(7) MSZ ISO 7150-1:1992  
(8) MSZ EN 26777:1998  
(9) MSZ 448-21:1986 4., 5. fejezet és Függelék

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		SZ-2	SZ-3	SZ-4
pH <sup>1</sup>		6,96	7,50	7,18
Vezetőképesség 20 °C-on <sup>2</sup>	μS/cm	1400	866	2950
KOIps <sup>3</sup>	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	0,9	1,6	5,4
p-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1
m-lúgosság <sup>4</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	9,4	7,6	4,3
Hidrogén-karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	573	464	262
Karbonát <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<6	<6	<6
Hidroxid <sup>4</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<2	<2	<2
Fluorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
Klorid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	20	15	454
Bromid <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,5	<0,5	20,0
Ortofoszfát <sup>6</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<0,06	<0,06	<0,06
Szulfát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	400	110	1060
Ammónium <sup>7</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,24	0,74	0,20
Nitrit <sup>8</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	0,02	0,05	0,02
Nitrát <sup>5</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	<5	<5	<5
Összes keménység <sup>9</sup>	mgCaO/dm <sup>3</sup>	499	245	955

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02; Metrohm 855 titrátor; Metrohm 905 titrátor; Metrohm 930 Compact IC; UV/VIS Evolution300; UV/VIS Evolution300 (2)

**Oldott elemtartalom**

Mintatípus: Felszín alatti víz

(1) MSZ EN ISO 17294-2:2017

(2) EPA Method 200.8:1999

Vizsgált paraméter	Mértékegység	Minta jele		
		SZ-2	SZ-3	SZ-4
Vas (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	20	50	<10
Mangán (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	598	1300	637
Nátrium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	36,7	36,6	197
Kálium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	7,0	6,2	10,2
Kalcium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	255	121	506
Magnézium (oldott) <sup>1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	61,6	32,6	107
Króm (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
Kobalt (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,8	5,7	0,9
Nikkel (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	9,5	25,7	4,7
Réz (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	0,7	4,1	1,8
Cink (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	14,9	9,3	15,4
Arzén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,0	2,0	0,6
Molibdén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	4,1	0,7
Szelén (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	2	<1
Kadmium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	0,2
Ón (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	<0,5	<0,5
Bárium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	122	182	85,3
Higany (oldott) <sup>1, 2</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	1,5
Ólom (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<0,5	0,6	<0,5
Bór (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	40	60	50
Ezüst (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<1	<1	<1
Antimon (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	1,6	8,5	1,4
Alumínium (oldott) <sup>1</sup>	µg/dm <sup>3</sup>	<2	31	<2

A vizsgálatok során használt készülékek: Agilent 7900 ICP-MS 02

2021. február 25.

Filep Zoltán  
Laboratóriumvezető

Validált rendszerből generált vizsgálati jegyzőkönyv, amely aláírás nélkül is hiteles.



**I S O T O P T E C H Z R T .**  
VÍZANALITIKAI LABORATÓRIUM  
H-4026 Debrecen, Bem tér 18/C  
Tel: 06 52 509-200 (11090)

## VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

A NAH ÁLTAL No NAH-1-1755/2018 SZÁMON AKKREDITÁLT  
VIZSGÁLÓLABORATÓRIUM.

**Isotoptech Zrt.**  
Vizanalitikai Laboratórium  
4026 Debrecen, Bem tér 18/c  
II. épület, 1. emelet, 115. labor

**Vizsgálati jegyzőkönyv száma:**  
**115/2021/31**

**Megrendelő neve; címe:** Wessling Hungary Kft.; 1045 Budapest, Anonymus u 6.

**Munka leírása:** vízminta  $\delta^{13}\text{C}$  (karbonát),  $\delta^{34}\text{S}$  (szulfát),  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  (víz)

**Megrendelés azonosítója:** Wessling\_SAP\_212310402

**Mintavételt végezte:** Wessling Hungary Kft.

**Mintavétel időpontja:** 2021.01.21, 2021.01.22, 2021.02.04

**Minta laboratóriumba érkezésének ideje:** 2021.02.10

**Minta típusa:** felszín alatti víz

**Minta neve (mintavevő szerint):** S-3, S-5, S-9, S-10, Csurgalékvíz, SZ-4

**Projektszám:** 2021/K/00545

**Minta laborkódja:** 115/2626/1-6

**Mintavétel módja:** -

**(akkreditált/nem akkreditált mintavétel):** akkreditált mintavétel

**Vizsgálatot végezte (vv):** Dr. Futó István

**Vizsgálat kezdetének/elvégzésének ideje:** 2021.02.22-2021.03.03

### Vizsgálati eredmények:

Minta neve/ Vizsgált komponens	$\delta^{13}\text{C}$ (VPDB, ‰) $\pm 0.08$ ‰
S-3 (4018396)	-3.50
S-5 (4018392)	-21.18
S-9 (4018402)	-14.95
S-10 (4018391)	-13.94
Csurgalékvíz (4018451)	-18.55
SZ-4 (4017503)	-13.39

Minta neve/ Vizsgált komponens	$\delta^2\text{H}$ (VSMOW, ‰) $\pm 2.0$ ‰	$\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW, ‰) $\pm 0.15$ ‰
S-3 (4018383)	-68.5	-10.10
S-5 (4018338)	-65.5	-9.79
S-9 (4018348)	-63.5	-8.94
S-10 (4018380)	-68.2	-9.41
Csurgálékvíz (4018382)	-49.9	-2.98
SZ-4 (4017503)	-76.3	-10.75
Csurgálékvíz (4018382)*	-45.2	-

\*új mérés magas szerves anyag tartalom miatt aktív szénnel kezelve

Minta neve/ Vizsgált komponens	$\delta^{34}\text{S}^*$ (VCDT, ‰) $\pm 0.4$ ‰
S-3 (4018333)	-6.4
S-5 (4018357)	10.6
S-9 (4018403)	7.9
S-10 (4018423)	11.1
Csurgálékvíz (4018457)	3.4
SZ-4 (4017503)	10.7

\* A laboratórium a vizsgálatra NAH által nem akkreditált

### Vizsgálati módszerek:

Vizsgálat neve	Módszer	Készülék
$\delta^{13}\text{C}$ (‰ VPDB)	E 03.1/V:2018	Gasbench II-Delta Plus XP IRMS
$\delta^2\text{H}$ (‰ VSMOW)	E 03.1/V:2018	Gasbench II-Delta Plus XP IRMS
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ VSMOW)	E-03.1/V:2018	Gasbench II-Delta Plus XP IRMS
$\delta^{34}\text{S}$ (‰ VCDT)	*	EA-Isolink Delta Plus XP IRMS

\* A laboratórium a vizsgálatra NAH által nem akkreditált



**I S O T O P T E C H Z R T .**  
**VÍZANALITIKAI LABORATÓRIUM**  
**H-4026 Debrecen, Bem tér 18/C**  
**Tel: 06 52 509-200 (11090)**

**Megjegyzés:**

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintákra vonatkoznak.

A vizsgálati jegyzőkönyvet az Isotoptech Zrt. Vízanalitikai Laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.

A vizsgálati eredményekkel szembeni reklamációt 10 napon belül fogadunk el.

Debrecen, 2021.03.03

*Dr. Fülöp*

.....  
készítette

*Dr. Fülöp*

.....  
jóváhagyta

 **Isotoptech Zrt.**  
4025 Debrecen, Piac u. 53. II/9.  
Adószám: 11804262-4-09  
Csoport azonosító száma: 17781138-5-15  
Erste Bank 11600006-00000000-17569794  
4. Postacím: 4001 Debrecen, Pf. 390.

2021/1224/1

ÉRKEZETT

2021 MAREC 05.

## VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

**Isotoptech Zrt.**  
**Vízanalitikai Laboratórium**  
4026 Debrecen, Bem tér 18/c  
II. épület, 1. emelet, 115. labor

**Vizsgálati jegyzőkönyv száma:**  
**115/2021/49**

**Megrendelő neve; címe:** Wessling Hungary Kft.; 1045 Budapest, Anonymus u 6.

**Munka leírása:** vízminta  $\delta^{18}\text{O}$  (szulfát)

**Megrendelés azonosítója:** Wessling\_SAP\_212310931

**Mintavételt végezte:** Wessling Hungary Kft.

**Mintavétel időpontja:** 2021.01.21, 2021.01.22, 2021.02.04

**Minta laboratóriumba érkezésének ideje:** 2021.02.10

**Minta típusa:** felszín alatti víz

**Minta neve (mintavevő szerint):** S-3, S-5, S-9, S-10, Csurgalékvíz, SZ-4

**Projektszám:** 2021/K/00545

**Minta laborkódja:** 115/2626/1-6

**Mintavétel módja:** -

**(akkreditált/nem akkreditált mintavétel):** akkreditált mintavétel

**Vizsgálatot végezte (vv):** Dr. Futó István

**Vizsgálat kezdetének/elvégzésének ideje:** 2021.04.09

### Vizsgálati eredmények:

Minta neve/ Vizsgált komponens	$\delta^{18}\text{O}$ (szulfát) (VSMOW, ‰) $\pm 0.4$ ‰
S-3 (4018383)	7.7
S-5 (4018338)	9.6
S-9 (4018348)	7.3
S-10 (4018380)	6.9
Csurgalékvíz (4018382)	8.3
SZ-4 (4017503)	13.0



**Vizsgálati módszerek:**

Vizsgálat neve	Módszer	Készülék
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ VSMOW)	*	EA-Isolink Delta Plus XP IRMS

\* A laboratórium a vizsgálatra NAH által nem akkreditált

**Megjegyzés:**

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált mintákra vonatkoznak.

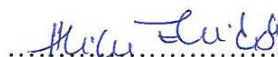
A vizsgálati jegyzőkönyvet az Isotoptech Zrt. Vízanalitikai Laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelmében szabad lemásolni.

A vizsgálati eredményekkel szembeni reklamációt 10 napon belül fogadunk el.

Debrecen, 2021.04.12.



.....  
készítette



.....  
jóváhagyta

 **Isotoptech Zrt.**  
4025 Debrecen, Piac u. 53. II/9.  
Adószám: 11804262-4-09  
Csoport azonosító száma: 17781138-5-15  
Erste Bank 11600006-00000000-17569794  
4. Postacím: 4001 Debrecen, Pf. 390.

NATURAQUA



N A T U R A Q U A

Környezetvédelmi Tervező és Szolgáltató  
Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Msz: M802-2/2021

**HUNGAROPEC ZRT.**

**SZUHOGYI IPARI  
HULLADÉKKEZELŐ TELEP**  
Részleges teljesítményértékelés

**6. MELLÉKLET**

**Szakvélemény stabil izotóp vizsgálatok eredményeiről**

2021. április

*Telephely:* 1124 Budapest, Németvölgyi út 97.

*Telefon:* (+36-1) 205-3680

*Telefax:* (+36-1) 205-3681

*E-mail:* [info@naturaqua.hu](mailto:info@naturaqua.hu)

## Szakvélemény

### A szuhogyi hulladéklerakó vizeinek stabil izotópvizsgálata

#### Előzmények

A NATURAQUA Zrt. megbízásából a Wessling Hungary Kft. környezetvédelmi analitikai vizsgálatokat végez a HUNGAROPEC Ipari Hulladékkezelő Zrt. szuhogyi hulladéklerakójának környezetében, abból a célból, hogy megállapítható legyen a lerakó esetleges hatása a környezet felszín alatti vizeire. A széleskörű vízminőségi vizsgálatokon túl fölmerült annak a lehetősége is, hogy stabil izotópmérésekkel bővítsük a mérendő komponensek körét, mert reményeink szerint ezek az adatok is segítenék a lerakó környezetre gyakorolt hatásának kutatását. Az előzetesen tanulmányozott nemzetközi szakirodalom alapján megállapítható, hogy a világon már több helyen is sikerrel felhasználták a stabil izotóp adatokat a Szuhogyihoz hasonló lerakók környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatára. A hazai hulladéklerakók környezetében tudomásunk szerint eddig nem végeztek ilyen jellegű kutatásokat, így gyakorlati tapasztalat nélkül Megbízónk újdonságokra nyitottsága miatt tudtunk ilyen vizsgálatokba belekezdeni.

#### Elméleti áttekintés

A hulladéklerakók csurgalékvizének és a környezet felszín alatti vizeinek kapcsolatát kutató izotóp méréseket is felhasználó szakirodalomban leggyakrabban a természetben előforduló izotópok mérési eredményeivel találkozhatunk, ritkábban alkalmaznak csak nyomjelzést. A radioaktív izotópok közül elsősorban trícium méréseket végeznek, mivel ez az izotóp a víz természetes nyomjelzője. A stabil izotópok közül leginkább azok jöhetnek szóba, melyeket maguk is a víz összetevői (hidrogén és oxigén izotópjai), vagy valamelyik szennyező anyag tartalmazza (például szén, kén, klór).

#### *Stabil izotóparány*

Jelen vizsgálataink során deutérium, oxigén-18, szén-13 és kén-34 izotópméréseket végeztünk, így csak ezek tulajdonságait, alkalmazhatóságait tekintjük át röviden. A természetben ezek az izotópok kis koncentrációkban fordulnak elő. ezért mennyiségük jellemzésére inkább az izotóp arányukat, illetve azok adott standardhoz viszonyított eltérését használják. Például az oxigénnek a természetben három stabil izotópjá fordul elő az  $^{16}\text{O}$  : 99,762%, az  $^{17}\text{O}$  : 0,038% és az  $^{18}\text{O}$  : 2,0%, másként az izotóparány:

$$R^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = \frac{[^{18}\text{O}]}{[^{16}\text{O}]} = 0,02$$

A standardhoz viszonyított eltérés valamely X izotóp esetén:

$$\delta X = \frac{(R_{\text{minta}} - R_{\text{standard}})}{R_{\text{standard}}} * 1000 (‰)$$

#### *Deutérium és Oxigén-18 izotóp*

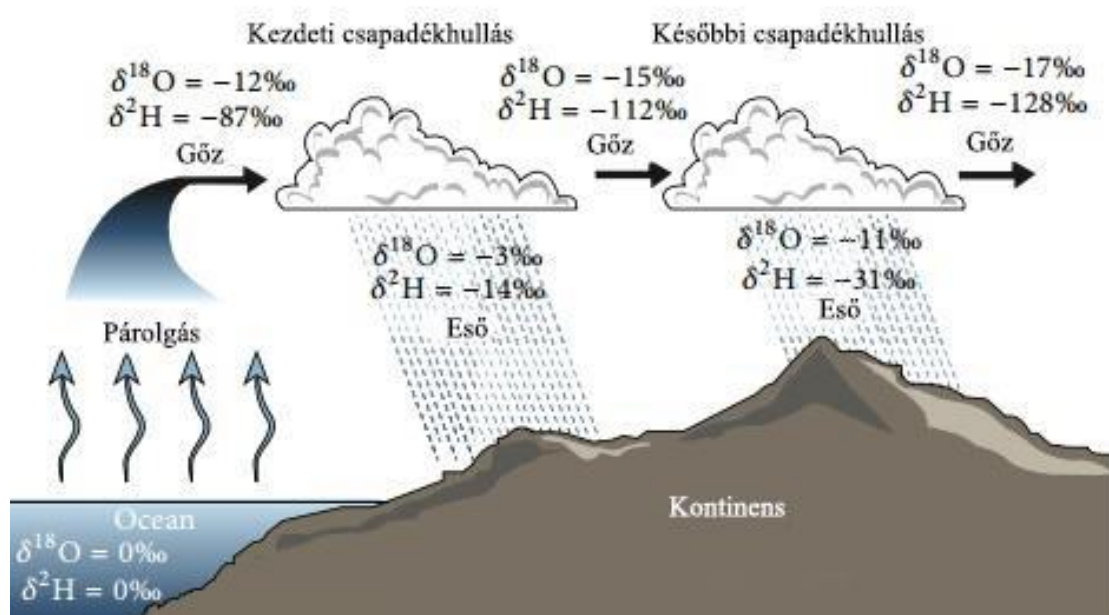
A deutérium a hidrogén 2-es tömegszámú stabil izotópja ( $^2\text{H}$  ill. D), a természetes előfordulása 1:6500. A vízmolekulába beépülve (HDO vagy  $\text{D}_2\text{O}$ , „nehésvíz”) a víz közforgásában vesz részt, és révén, hogy

nehezebb, mint a „normál” víz ( $\text{H}_2\text{O}$ ), például a fizikai folyamatok során (párolgás, csapadékképződés) izotópfractionálódás történik.

Az  $^{18}\text{O}$  az oxigén 18-as tömegszámú stabil izotópja, előfordulása a természetben 2%. A deutériumhoz hasonlóan, a vízmolekulában az  $^{16}\text{O}$  -t helyettesítve a vízkörforgásban izotóparánya változik. A deutérium és oxigén-18 izotóparányát az óceánvízhez, mint nemzetközileg elfogadott standard (VSMOW: Vienna Standard Mean Ocean Water) viszonyítják.

$$\delta D = \frac{(R_{\text{minta}} - R_{\text{VSMOW}})}{R_{\text{VSMOW}}} * 1000 (‰), \text{ illetve } \delta^{18}\text{O} = \frac{(R_{\text{minta}} - R_{\text{VSMOW}})}{R_{\text{VSMOW}}} * 1000 (‰)$$

Az alábbi egyszerűsített ábrán látható, hogy a víz természetes körforgása során milyen irányban változik a víz stabil izotóp összetétele:



1.ábra:  $\delta D$  és a  $\delta^{18}\text{O}$  értékeinek változása a hidrológiai ciklusban  
(Coplen et al. nyomán)

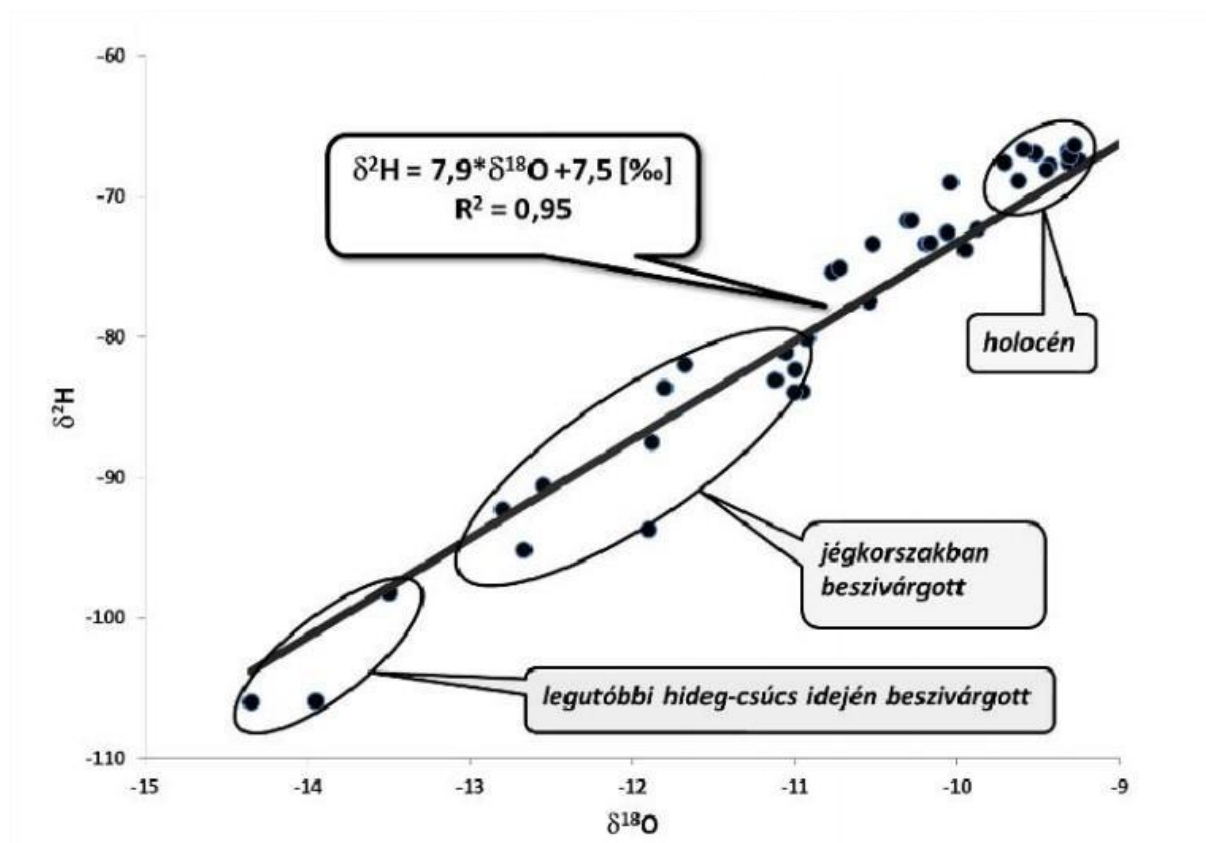
A csapadék izotóp összetételét meteorológiai (pl. hőmérséklet), földrajzi (szélesség, magasság, óceántól való távolság) és szezonális (évszakok) tényezők befolyásolják. E hatások jól szemléltetik, hogy a csapadék izotópos összetétele földrajzi helyenként és időben más és más értékeket mutat, ami így a hidrológiai, hidrogeológiai, ökológiai kutatásokban jól hasznosítható. A stabilizotóp arányok és az azokhoz tartozó földrajzi helyek ismeretében következtetni lehet a víz eredetére, a páráképződés körülményeire, a páratömegek által megtett útra és a csapadékhullás körülményeire is.

A kontinentális csapadékokban mért  $\delta D$  értékeket a hozzájuk tartozó  $\delta^{18}\text{O}$  értékek függvényében ábrázolva lineáris kapcsolatot fedeztek fel, amit a következő egyenlettel írtak le:  $\delta D = 8 * \delta^{18}\text{O} + 10$ , ezt az összefüggést nevezik Globális Csapadékvíz Vonalnak (Global Meteoric Water Line). Nagyszámú magyarországi felszín alatti víz (ásványvíz) stabil izotóp mérései adataiból a következő egyenletet kapjuk  $\delta D = 7,9 * \delta^{18}\text{O} + 7,5$ . Magyarországi csapadékok átlagos  $\delta D$  értéke  $-68‰$  körüli, a  $\delta^{18}\text{O}$  értéke pedig  $-9,3‰$  körüli (Deák és társai, 2013). A  $\delta D$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékek segítségével ellenőrizhetők a  $^{14}\text{C}$  vízkorok, rekonstruálható a paleoklíma, kimutatható a fiatalabb és idősebb vizek keveredése,

elválaszthatók a jégkorszakban és a holocénben beszivárgott vizek. A Magyarországhoz legközelebb eső bécsi csapadék mérőállomáson mért csapadékvíz  $\delta^{18}\text{O}$  koncentrációja és az évi középhőmérséklet között a következő összefüggést találták (IAEA, 1992):

$$\delta^{18}\text{O} = 0,41 * T - 13,9 \text{ [‰]}, \text{ ahol } T: \text{ évi középhőmérséklet (}^\circ\text{C)}$$

Az összefüggés felhasználásával a  $\delta^{18}\text{O}$  érték ismeretében becsülhető a beszivárgási hőmérséklet.



2. ábra. Magyarországi ásványvizek stabil oxigén és hidrogén-izotóp aránya (Deák J. et al. 2011)

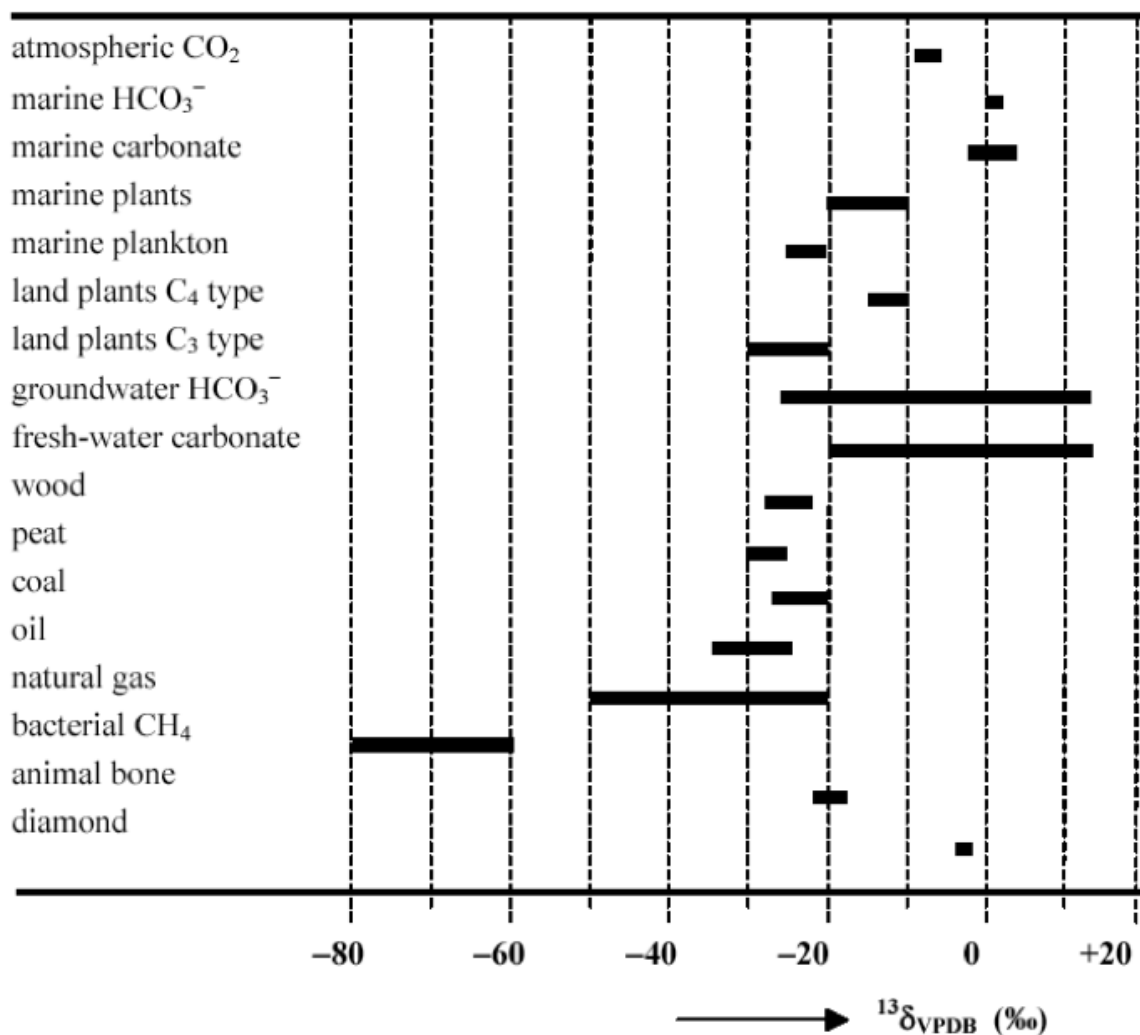
### Szén-13 izotóp

A  $^{13}\text{C}$  a szén 13-as tömegszámú stabil izotópja, előfordulása természetben 1,1%. A szén a természetben számos formában található meg (pl. elemi formában, szerves, szervesetlen anyagokban), jelen munkánkban a  $\text{CO}_2$  formákban azon belül is a vízben oldott karbonát-hidrokarbonát izotóp összetétele az érdekes.

A  $^{13}\text{C}$  izotóp arányát a dél-Karolinai (USA) Pee-Dee formációból származó krétakori belemnitből előállított kalcium-karbonáthoz (VPDB: Vienna-Pee-Dee Belemnite) viszonyítják, melynek  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -izotóp aránya ( $R_{\text{PDB}}$ ) 0,0112372.

$$\delta^{13}\text{C} = \frac{(R_{\text{minta}} - R_{\text{VPDB}})}{R_{\text{VPDB}}} * 1000 (‰)$$

A talajvizek CO<sub>2</sub> formáinak δ<sup>13</sup>C értéke viszonylag széles határok között mozog (-20 – 0‰ -(+10‰)), mert a levegő széndioxid – a tengeri eredetű talajmész – a növényi eredetű széndioxid – a víz közötti fizikai-kémiai-biológiai folyamatok befolyásolják. A légköri CO<sub>2</sub>-ban 7-8‰, a talajmész tengeri eredetű, így abban 0 ‰ körüli, míg a növényi eredetű széndioxidban -25‰ körüli a stabil szénizotóp arány. A δ<sup>13</sup>C értékét nagyban befolyásolja a víz pH értéke is, mivel a szabad formában lévő CO<sub>2</sub>-ban kisebb a nehezebb izotópok aránya, mint a kötött formában lévő széndioxidban.



3. ábra. Szerves és szervetlen anyagok δ<sup>13</sup>C értékei  
(Inglis, G. N. 2015)

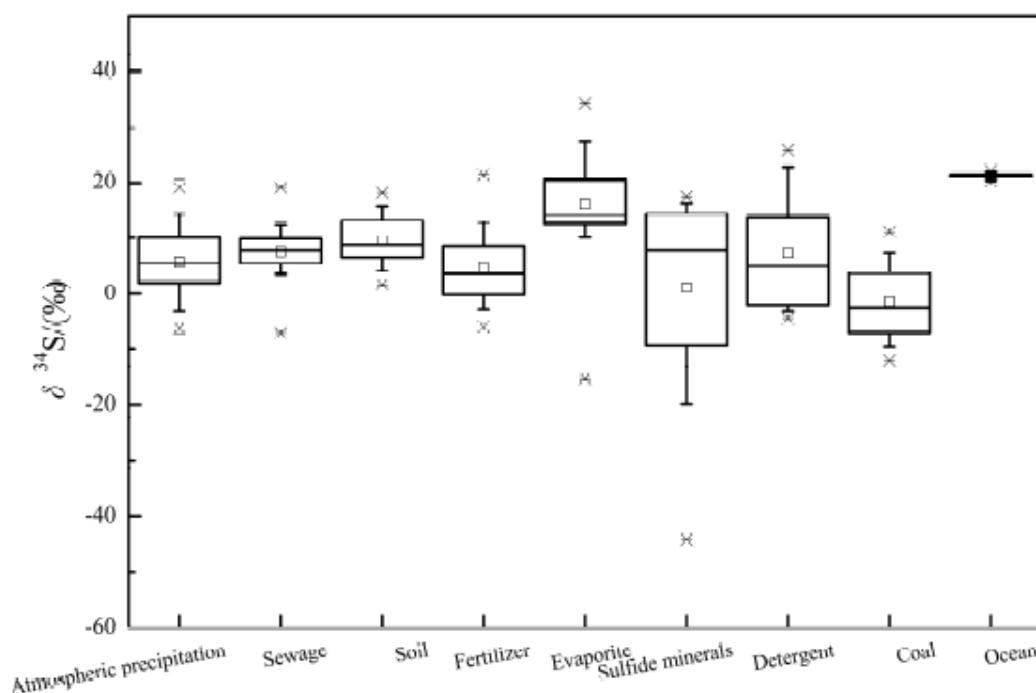
### Kén-34 izotóp

A <sup>34</sup>S a kén 34-es tömegszámú stabilizotópja, előfordulása a természetben 4,21%. A kén a vizekben elsősorban szulfát formában van jelen, de a pH-tól és a redox potenciáltól függően más kénvegyületek is tartalmazhatják kisebb mennyiségben (pl. H<sub>2</sub>S, S<sup>2-</sup>).

A  $^{34}\text{S}$  izotóp arányát az arizonai (USA) Diablo Canyon-ban fellelt meteorit troilit ásvány vas-szulfidjához (VCDT) viszonyítják, melynek  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  izotóp aránya ( $R_{\text{CDT}}$ ) 0,0450045.

$$\delta^{34}\text{S} = \frac{(R_{\text{mint}} - R_{\text{VCDT}})}{R_{\text{VCDT}}} * 1000 (‰)$$

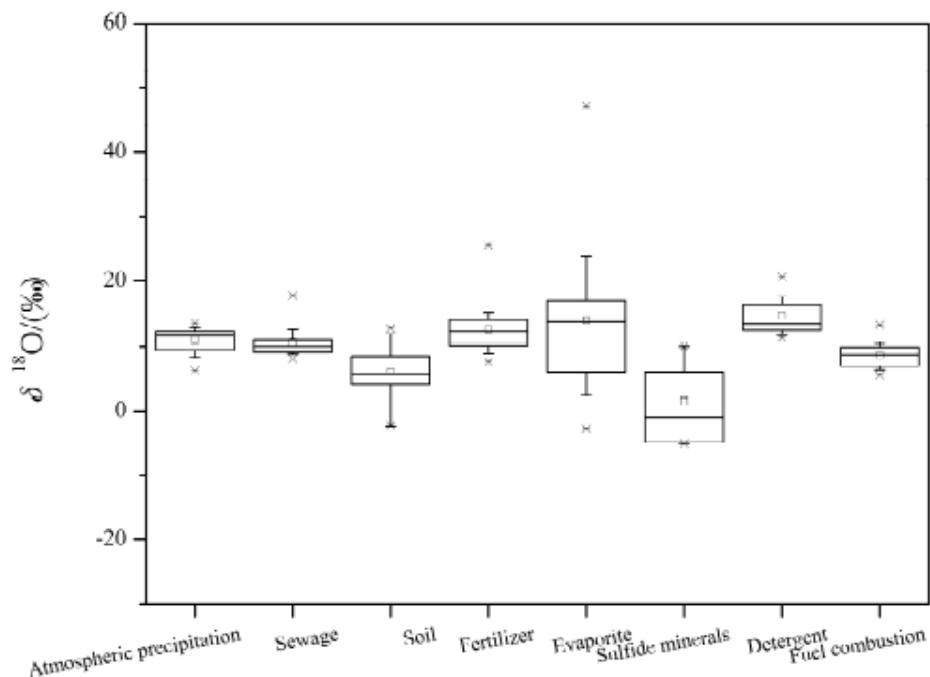
A természetben a  $\delta^{34}\text{S}$  érték nagyon széles tartományban mozog -65‰ - +120‰, aminek oka az, hogy a kén többlépcsős kémia-biológiai folyamatokban alakul különböző kénformákba. Ezekben a folyamatokban, például a szulfát szulfiddá történő redukciója során a maradék szulfátban megnő a  $^{34}\text{S}$  izotóp aránya. A talajvizek  $\delta^{34}\text{S}$  értéke -10‰ - +35‰ között mozoghat, attól függően, hogy a kén (elsősorban szulfát) honnan származik. A biogén eredetű kénben általában negatívabb értékek adódnak, mint a gipsz és az anhidritek oldódásából származó szulfátokban.



4. ábra. Különböző eredetű szulfátok  $\delta^{34}\text{S}$  értékei  
(H. Wang and Q. Zhang 2019)

#### Szulfát $\delta^{18}\text{O}$ értéke

A vízben oldott szulfátok eredetének meghatározására nem csak a  $\delta^{34}\text{S}$  mérési eredmények alkalmasak, hanem a  $\text{SO}_4^{2-}$   $\delta^{18}\text{O}$  értékei is, elsősorban olyan esetekben, amikor a kén izotóp eredmények olyan tartományba esnek, ahol átfedés van a különböző forrásokból származó irodalmi adatok között. A szulfát oxigén izotóp összetételét főleg mállási zónában lejátszódó oxidációs folyamatok, a szulfátok bakteriális redukciója befolyásolja. A szulfidok oxidációja során keletkezett szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  értéke -5 - +4‰, míg a gipszben lényeges pozitívabb értékek adódnak, +14 - +32‰.



4. ábra. Különböző eredetű szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  értékei  
(H. Wang and Q. Zhang 2019)

#### Stabil izotópok mérési módszere

A stabil izotóp arányokat izotóparány mérő tömegspektrométerrel (IRMS) lehet meghatározni. Az izotóparányok mérésére alkalmazott tömegspektrométer általában hármass kollektorral van felszerelve. Az IRMS készülékek kettős bemeneti nyílással rendelkeznek, hogy felváltva tudják mérni az ismeretlen mintát és a referenciamintát (Dual Inlet). A tömegspektrométer a  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$  értékeket  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  formában méri. Az esetek többségében ezek az anyagok nem ilyen gáz formában vannak jelen. A mintafeltárási eljárások feladata, hogy az egyes elemeket a tömegspektrométer számára mérhető gázformába hozza. A minták gázformába hozása vagy elem analízátorral magas hőmérsékletű égetéssel, vagy speciális preparációs készülékkel történik.

Jelen projekt keretén belül a stabil izotóparány mérések az Isotoptech Zrt. Stabil Izotóp Laborjában készültek. Az alkalmazott eszközök:

- Thermo Finnigan Delta Plus XP izotóparány mérő tömegspektrométer
- GASBENCH II típusú preparációs eszköz
- Fisons NA 1500 NCS Elem Analizátor

#### Mérési eredmények

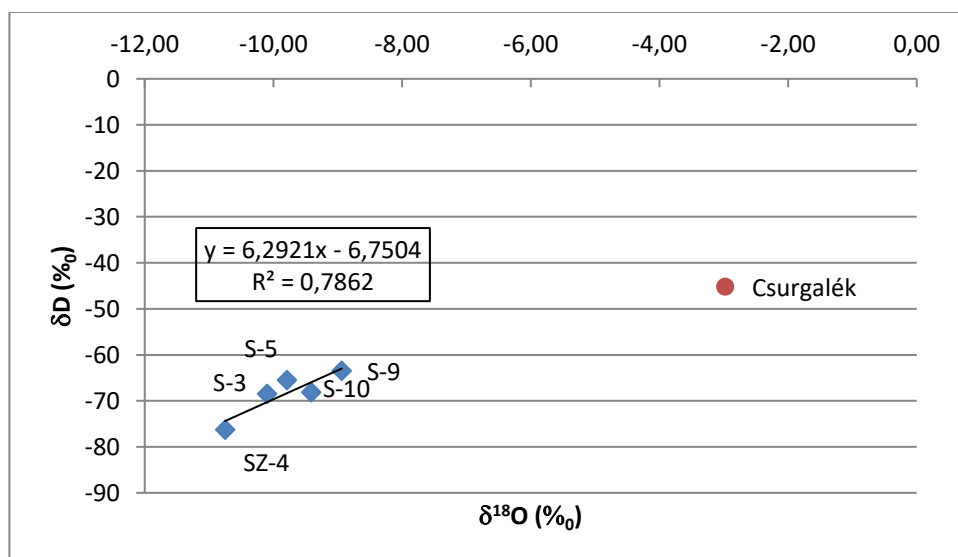
A projekt keretében a Megbízó a hulladéklerakó öt figyelőút vizének és a csurgalékvíznek az izotóp vizsgálatát rendelte meg. A mérési eredményeket az alábbi táblázatban foglaltuk össze:



	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$	$\delta\text{D}_{\text{VSMOW}}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$	$\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$
	‰	‰	‰	‰	‰
Minta jele	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$
Csurgalékvíz	-2.98	-45.2	-18.55	3.4	8.3
S-3	-10.10	-68.5	-3.5	-6.4	7.7
S-5	-9.79	-65.5	-21.18	10.6	9.6
S-9	-8.94	-63.5	-14.95	7.9	7.3
S-10	-9.41	-68.2	-13.94	11.1	6.9
SZ-4	-10.75	-76.3	-13.39	10.7	13.0

1. táblázat. A szuhogyi figyelő kutak és csurgalékvíz stabil izotóparányai

A kútvizek  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei megfelelnek a magyarországi talajvizekben mérteknek, de azért az egyes kutak stabil izotóp összetételében van eltérés. A legnegatívabb értékek az SZ-4 jelű kút vizében voltak, ami alacsonyabb beszivárgási hőmérsékletet valószínűsít. A helyszíni tapasztalatok szerint, ennek a kútnak a környezetében az elmúlt hónapokban a terepi munkák során megbolygatták a talajfelszínt, ami feltételezhetően azt eredményezte, hogy ebben a kútban inkább az őszi-téli csapadékvíz dominál. A többi kút vizének stabil izotóp összetétele jól egyezik a csapadék súlyozott évi átlagos  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^2\text{H}$  értékeivel ( $\delta^{18}\text{O} = -9$  és  $-10$  ‰, illetve  $\delta^2\text{H} = -65$  és  $-70$  ‰). A kutak vizeiben mért  $\delta^{18}\text{O}$  és  $\delta^2\text{H}$  kapcsolat (5. ábra) nagyon szépen követi a globális csapadék vízvonalat (GMWL), jelezve a csapadék eredetét. A csurgalékvíz  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei a kutak vizénél lényegesen pozitívabbnak adódtak, ami azzal magyarázható, hogy a lerakóra hullott csapadékvíz az intenzív párolgás során a nehezebb izotópokban dúsul. Az is jól látszik a csurgalékvíz eredményeiből, hogy az nem illeszkedik a csapadék vízvonalra, a  $\delta^{18}\text{O}$  érték alapján pozitívabb ( $-10$  ‰)  $\delta^2\text{H}$  értéket várnánk. Az eltérés oka az lehet, hogy a csurgalékvíz sok szerves anyagot (szénhidrogéneket) tartalmaz, melynek lényegesen negatívabb a  $\delta^2\text{H}$  értéke (fosszilis eredet).



5. ábra. A szuhogyi figyelő kutak vizeinek és a csurgalékvíz  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei

A  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  mérési eredményekből megállapítható, hogy a **figyelőkutak vize nem tartalmaz kimutatható mennyiségben csurgalékvizet**. Amennyiben a csurgalékvíz elérte volna valamelyik figyelőkutot, annak pozitív irányba megváltozott volna stabilizotóp összetétele. Ezzel szemben a vizsgált kutak vizének  $\delta^2\text{H}$  és  $\delta^{18}\text{O}$  értékei teljesen megegyeznek a hazai talajvizek értékeivel. A lerakóhoz egyik legközelebb eső kút vize még az éves átlagnál is kissé negatívabb értékeket mutatott, felhívva arra a figyelmet, hogy ott jelenleg az átlagosnál gyorsabb a függőleges leszivárgás.

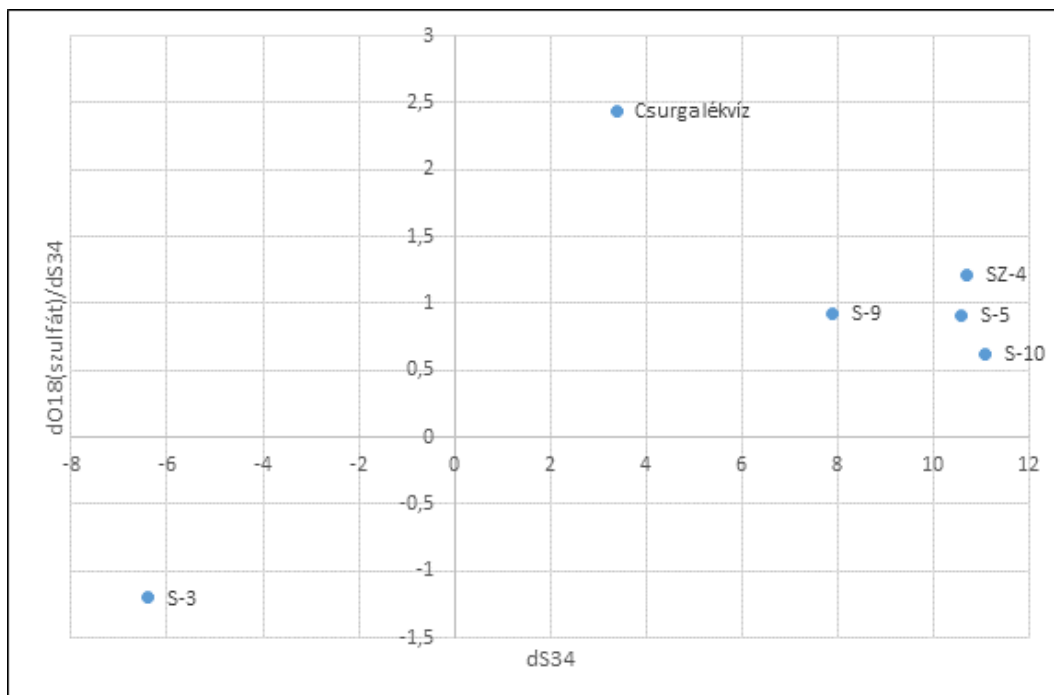
A  $\delta^{13}\text{C}$  méréseket a vizekben oldott  $\text{CO}_2$  formákból végezték (báriumos lecsapás során kapott  $\text{BaCO}_3$  csapadékból), és mivel a kutak vize inkább savas kémhatásúnak mondható ( $\text{pH} < 7$ ), így elsősorban  $\text{HCO}_3^-$ -ből és kisebb koncentrációban szabad  $\text{CO}_2$ -ből. A  $\delta^{13}\text{C}$  értékek  $-3,5\text{‰}$  és  $-21,2\text{‰}$  között adódtak, melyek jó egyezést mutatnak az irodalmi adatokkal. A legpozitívabb értéket az S-3 jelű kútban mérték, míg a legnegatívabbat az S-5 jelűben. Figyelemre méltó, hogy a hidrogén-karbonát koncentrációk is ebben a két kútban mutatják a szélsőértékeket (S-3: 1020 mg/l illetve S-5: 104 mg/l). Az S-3 kút vizének szene elsősorban talajmész eredetű, míg a többi kúté inkább növényi eredetű, azaz inkább a talaj felső rétegében végbemenő biológiai folyamatokból származhat. A csurgalékvíz  $\delta^{13}\text{C}$  értéke ( $-18,55\text{‰}$ ) némileg pozitívabb az S-5 kúténál, és valamivel negatívabb a másik három kútnál (S-9, S-10, SZ-4), ami azt valószínűsíti, hogy a csurgalékvíz hidrogén-karbonátja sem tengeri eredetű.

A vízminták szulfátjából báriumos lecsapást követően mérték a  $\delta^{18}\text{O}$  és a  $\delta^{34}\text{S}$  értékeket. A  $\delta^{34}\text{S}$  értékek viszonylag széles határok között mozognak, a legnegatívabb értéket ( $-6,4\text{‰}$ ) az S-3 jelű kútban, míg a legpozitívabbat ( $11,4\text{‰}$ ) az S-10 jelű kútban mérték. Az S-3 kút negatívabb értéke a szulfát kén biogén eredetét valószínűsíti, ebben a kútban volt a legmagasabb az oldott vas tartalom is, ami szintén a piritek biológiai oxidációjára utal. A többi mintában a pozitívabb  $\delta^{34}\text{S}$  értékek inkább a gipsz és az anhidritek oldódásából származó szulfátot jelzik. A szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  értékei között nincs jelentős eltérés, a legpozitívabb az SZ-4 jelű kútban ( $+13,0\text{‰}$ ), míg a legkisebb értéket ( $+6,9\text{‰}$ ) az S-10 jelű kútban mérték. Az irodalmi értékekkel összevetve a kapott  $\delta^{18}\text{O}$  eredményeket nem jelenthető ki egyértelműen, mi a szulfát eredete, mivel a szulfidok oxidációja során keletkezett szulfátok  $\delta^{18}\text{O}$  értéke ezeknél némileg negatívabbak, míg a gipszben lényeges pozitívabb értékek adódnak.

A szulfátban található oxigén izotópos összetételét elsősorban a klimatikus viszonyok, az oxidációs reakciók, a szulfát baktériális redukciója és a helyi víz izotóp összetétele befolyásolja. Mivel a  $\delta^{34}\text{S}$  érték önmagában nem elegendő a szulfát eredetének tisztázásához, a  $\delta^{34}\text{S}$  eredményeket a  $\delta^{18}\text{O}$  értékekkel összefüggésben kell vizsgálni. Az izotóp frakcionálódás egyaránt érinti a szulfátban található kén és oxigén izotópokat, ezért célszerűnek tűnt a  $\delta^{18}\text{O}/\delta^{34}\text{S}$  hányados használata az eltérő eredetű szulfátok közötti különbségek feltárására.

Amennyiben a  $\delta^{18}\text{O}/\delta^{34}\text{S}$  hányadosokat ábrázoljuk a  $\delta^{34}\text{S}$  függvényében, a 6. ábrához jutunk, amelyen rögtön szembetűnik, hogy az S-3 jelű kút izotóp összetétele lényegesen eltér a többi kútétól és a csurgalékviztől. Ez megerősíti azt, hogy ebben a kútban a szulfát elsődlegesen a pirites oxidáció terméke, míg a többi mintában elsősorban a gipsz oldódásából származik. Az ábrából az is látszik, hogy az SZ-4, S-5, S-10 kutak egy csoportot alkotnak, ami arra enged következtetni, hogy a vízükben található szulfát eredete feltehetőleg azonos. A csurgalékvíz szulfátjának izotópp összetétele a leginkább gipszre jellemző, míg az S-9 jelű kút szulfátja az előzőek között helyezkedik el. Ez utóbbi jelezheti azt, hogy ebben a kútban egy korábbi csurgalékvízből történő szivárgás szulfátja a mai napig jelen van. Ennek a

feltételezésnek az igazolásához azonban szükséges lenne a területen található további kutak vizének stabil izotóp vizsgálatát.



6. ábra. A szuhogyi figyelő kutak vizeiben és a csurgalékvízben lévő szulfátok  $\delta^{18}O$  és a  $\delta^{34}S$  értékei

A szuhogyi hulladéklerakó környezetében elvégzett stabil izotópok mérési eredményeiből összességében megállapítható, hogy a módszer alkalmas lehet a hulladéklerakó környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatára. A  $\delta^2H$  és  $\delta^{18}O$  mérési eredményekből megállapítottuk, hogy a figyelő kutak vize nem tartalmaz kimutatható mennyiségben csurgalékvizet. A figyelőkutak szulfátjának és hidrogénkarbonátjának stabilizotóp mérési eredményei ( $\delta^{18}O$  és a  $\delta^{34}S$  illetve  $\delta^{13}C$ ) nem utalnak arra, hogy a hulladéklerakó csurgalékvize jelentős mértékben szennyezte volna a vizsgált monitoring kutak vizét. Az S-9 jelű kút szulfátjának izotópszététele utalhat egy korábbi szennyezésre, de ennek egyértelműsítésére további térbeli és időbeli vizsgálatokra van szükség.

A kapott eredmények alapján javasoljuk, hogy a lerakó monitoring vizsgálatába kerüljenek beépítésre a stabil izotópvizsgálatok is. Az izotópos vizsgálati módszerek felhasználása más, hasonló hulladéklerakók állapotfelmérésénél is javasolható.

Budapest, 2021.04.19.



Süveges Miklós  
okl. vegyész, radiokémikus

