

**VYHODNOTENIE A VÝVOJ KVALITY A KVANTITY VÔD V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ
POVODIA RIEKY SLANÁ V OBJEKTOCH ŠTÁTNEJ HYDROLOGICKEJ SIETE**





Slovenský hydrometeorologický ústav
Jeséniova 17
833 15 Bratislava

Generálny riaditeľ
RNDr. Martin Benko, PhD.

Riaditeľka úseku Hydrologická služba
Ing. Jana Poórová, PhD.

VYHODNOTENIE A VÝVOJ KVALITY A KVANTITY VÔD V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ POVODIA RIEKY SLANÁ V OBJEKTOCH ŠTÁTNEJ HYDROLOGICKEJ SIETE

Zodpovedný riešiteľ: Mgr. Andrea Ľuptáková

Riešitelia: Ing. Jana Döményová
Ing. Jana Poórová, PhD.
RNDr. Jana Podolinská, PhD.
Ing. Jaroslava Urbancová
Mgr. Anna Molnárová
Mgr. Róbert Chriateľ
Ing. Radoslav Kandrík, PhD.
Mgr. Ivan Bartík

ISBN 978-80-99929-68-6

OBSAH

| | |
|--|----|
| 1. Úvod | 4 |
| 2. Monitorovanie kvality podzemnej vody..... | 4 |
| 2.1 Odbery a analýzy vzoriek podzemnej vody | 6 |
| 2.2 Rozsah sledovaných ukazovateľov v PzV oblasti povodia rieky Slaná..... | 6 |
| 3. Vývoj kvality vôd..... | 6 |
| 3.1 Vývoj kvality podzemnej vody | 6 |
| 3.2 Vývoj kvality povrchovej vody | 15 |
| 4. Monitorovanie kvantity povrchovej vody | 20 |
| 4.1 Hydrologické hodnotenie hlavného toku Slaná za kalendárny rok 2022 | 20 |
| 5. Záver | 23 |

1. Úvod

V súvislosti so znečistením rieky Slaná banskou vodou vytekajúcou zo zatopenej sideritovej bane v Nižnej Slanej bol v júli 2022 vyhlásený mimoriadny stav a zriadený medzirezortný krízový štáb zameraný na riešenie vplyvu kontaminácie na životné prostredie.

K zatopeniu bývalej bane Siderit došlo vo februári, kedy začala do rieky Slaná vytekať banská voda s anomálne vysokým obsahom Fe, Mn, As, Ni a síranov. Z nej sa zrážal železitý oker, ktorý spôsobil intenzívny zákal a zhoršenie ekologického stavu vody rieky Slaná (obrázky 1 a 2). Skúmaným územím dopadu kontaminácie je oblasť v úseku od Nižnej Slanej po štátnu hranicu s Maďarskom.

Obrázok 1: Baňa Siderit v Nižnej Slanej



Obrázok 2: Železitý oker vyzrážaný z banskej vody



2. Monitorovanie kvality podzemnej vody

V záujmovom území povodia rieky Slaná bola kvalita podzemnej vody sledovaná v 18 monitorovacích objektoch podzemných vôd Štátnej hydrologickej siete (ŠHS), z ktorých 9 situovaných v aluviálnych náplavoch rieky Slaná bolo vybraných na mimoriadne monitorovanie minimálne 4-krát do roka. Z vybraných objektov sa odoberali vzorky za účelom celkovej charakterizácie kvality vody a na zistenie vývoja kvality podzemnej vody v záujmovej oblasti.

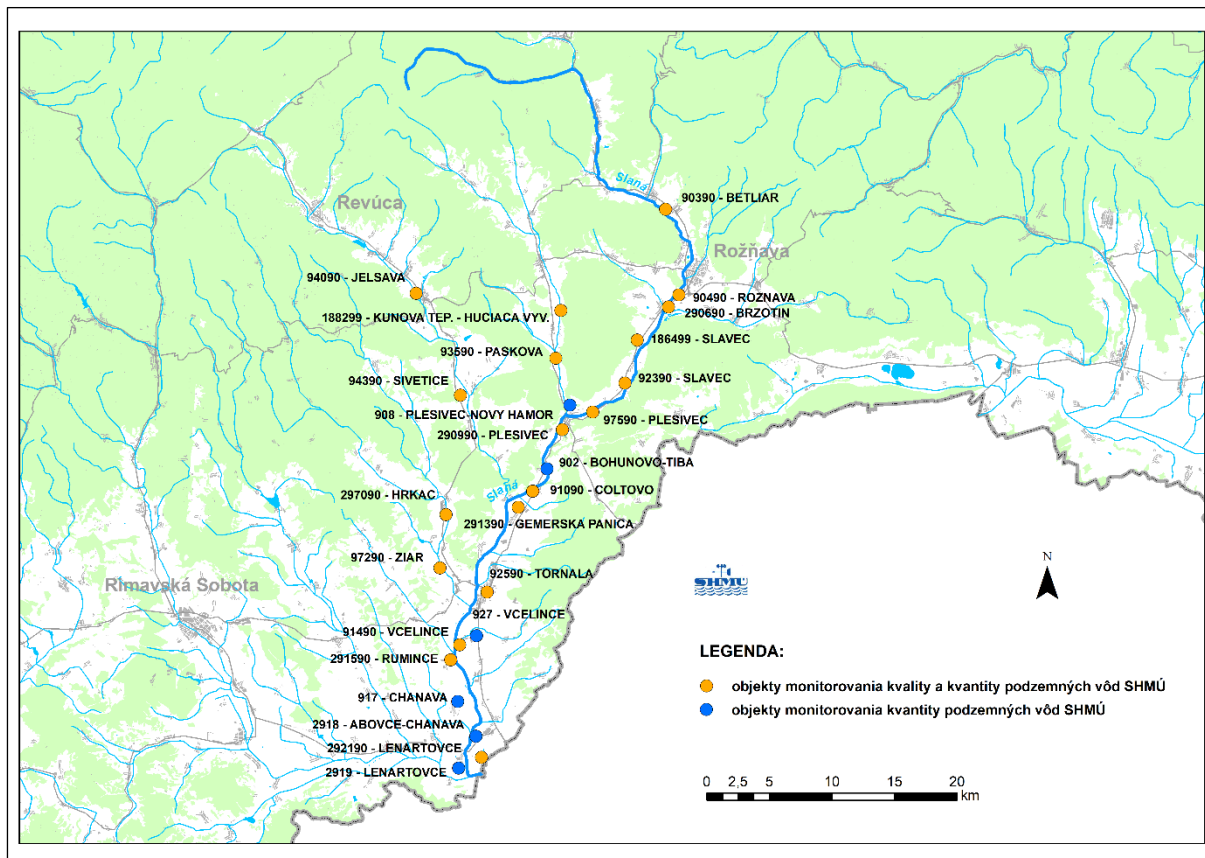
Úlohou Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) bolo okrem monitorovania podľa schváleného Rámcového programu monitorovania na roky 2022 - 2027 (RPM) a jeho dodatkov aj vykonanie mimoriadneho monitorovania, v rámci ktorého bolo po vyhlásení mimoriadneho stavu v auguste 2022 odobraných 28 vzoriek podzemných vôd nad rámec RPM. Celkovo bolo v roku 2022 od znečistenia rieky Slaná v záujmovej oblasti vykonaných 65 odberov vzoriek podzemných vôd z 18 objektov sledovania kvality podzemnej vody. Zoznam monitorovacích miest s frekvenciou vzorkovania je uvedený v tabuľke 1 a lokalizácia monitorovacích objektov ŠHS v mape je znázornená na obrázku 3.

Tabuľka 1: Zoznam monitorovacích miest sledovania kvality PzV situovaných v oblasti rieky Slaná

| Identifikátor monitorovacieho miesta | Názov/lokality | Vzdialenosť od Slanej (m) | Kód útvaru | X (S-JTSK) | Y (S-JTSK) | Hĺbka sondy (m) | Frekvencia mimoriadneho monitorovania - rok 2022 | Frekvencia monitorovania RPM - rok 2022 | Monitorujúca organizácia |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|------------|------------|-------------|-----------------|--|---|--------------------------|
| 90490 | ROŽNAVA * | 252 | SK1001100P | -317855,31 | -1245600,41 | 10,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 91090 | COLTOVO * | 254 | SK1001100P | -329520,87 | -1261256,96 | 10,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 91490 | VCELINCE* | 225 | SK1001100P | -335357,63 | -1273524,81 | 8,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 92390 | SLAVEC * | 229 | SK1001100P | -322160,93 | -1252650,18 | 10,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 93590 | PASKOVA | prítok Slanej | SK1001100P | -327687,34 | -1250655,25 | 15,0 | | 2 | SHMÚ |
| 97290 | ZIAR | prítok Slanej | SK1001100P | -336932,75 | -1267384,12 | 10,0 | | 2 | SHMÚ |
| 290690 | BRZOTIN * | 201 | SK1001100P | -318688,81 | -1246570,25 | 8,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 290990 | PLESIVEC | 228 | SK1001100P | -327156,85 | -1256356,20 | 10,0 | | 2 | SHMÚ |
| 291390 | GEMERSKA PANICA * | 780 | SK1001100P | -330670,92 | -1262544,37 | 6,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 292190 | LENARTOVCE* | 1171 | SK1001100P | -333606,26 | -1282489,14 | 6,0 | 4 | 2 | SHMÚ |
| 90390 | BETLIAR * | 196 | SK200280FK | -318914,11 | -1238781,34 | 5,0 | 4 | 1 | SHMÚ |
| 94090 | JELSAVA | prítok Slanej | SK200280FK | -338833,19 | -1245479,77 | 12,0 | | 1 | SHMÚ |
| 94390 | SIVETICE | prítok Slanej | SK200480KF | -335292,16 | -1253606,13 | 12,0 | | 1 | SHMÚ |
| 188299 | KUNOVA TEPIČKA | prítok Slanej | SK200480KF | -327278,60 | -1246843,30 | | | 1 | SHMÚ |
| 92590 | TORNALA | 814 (obytná štvrť) | SK1001100P | -333165,32 | -1269317,80 | 15,0 | | 2 | SHMÚ |
| 291590 | RUMINCE | 457 | SK1001100P | -336070,05 | -1274711,95 | 15,0 | | 2 | SHMÚ |
| 297090 | HRKAC | prítok Slanej | SK1001100P | -336445,33 | -1263130,40 | 5,0 | | 2 | SHMÚ |
| 97590 | PLESIVEC* | 176 | SK200480KF | -324733,73 | -1254956,59 | 12,0 | 4 | 1 | SHMÚ |

* mimoriadne monitorovanie podzemnej vody

Obrázok 3: Mapa monitorovacích miest sledovania kvality PzV situovaných v oblasti rieky Slaná



2.1 Odbery a analýzy vzoriek podzemnej vody

Odbery vzoriek a merania terénnych parametrov v objektoch podzemných vôd (PzV) in situ vykonávajú pracovníci Skúšobného laboratória Kvalita vody SHMÚ a chemické analýzy vzoriek PzV vykonávajú Geoanalytické laboratóriá ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi v zmysle požiadaviek normy ISO/IEC 7025:2017.

Výsledky terénnych meraní a laboratórných analýz sa po verifikácii importujú do databázového informačného systému na SHMÚ, kde sa následne spracovávajú a vyhodnocujú.

Hodnotenie kvality podzemnej vody sa vykonáva porovnaním s limitnými hodnotami v zmysle Vyhlášky MZ SR č. 91/2023 Z.z., ktorou sa ustanovujú ukazovatele a limitné hodnoty kvality pitnej vody a kvality teplej vody, postup pri monitorovaní pitnej vody, manažment rizík systému zásobovania pitnou vodou a manažment rizík domových rozvodných systémov.

2.2 Rozsah sledovaných ukazovateľov v PzV oblasti povodia rieky Slaná

Rozsah sledovaných ukazovateľov v rámci mimoriadneho monitorovania v záujmovom území povodia rieky Slaná (tabuľka 2):

- Vo všetkých objektoch – terénne ukazovatele, Fe, Mn, sírany, stopové prvky
- V objektoch Betliar a Brzotín – rozšírené sledovanie o vybrané ZFCHR a VOL

Tabuľka 2: Rozsah sledovaných ukazovateľov PzV situovaných v záujmovom území rieky Slaná

| | |
|--|--|
| Terénne ukazovatele | hladina podzemnej vody, koncentrácia rozpusteného kyslíka, percentuálne nasýtenie kyslíkom, pH, vodivosť, oxidačno-redukčný potenciál k vodíkovej elektróde, teplota vody, počasie, teplota vzduchu, farba, pach, zákal, obsah sedimentu |
| Základné fyzikálno-chemické ukazovatele (ZFCHR) | železo, mangán, sírany Vo vybraných objektoch: sodík, draslík, vápnik, horčík, dusičnany, chloridy, hydrogénuhličitany, CHSK-Mn, rozpustené látky pri 105°C |
| Stopové prvky (SP) | arzén, kadmium, zinok, kobalt, nikel, bór, antimón, hliník |
| Všeobecné organické látky (VOL) | Totálny organický uhlík |

3. Vývoj kvality vôd

3.1 Vývoj kvality podzemnej vody

Pre reprezentatívne posúdenie vplyvu havárie na rieke Slaná na kvalitu podzemnej vody bol vyhodnotený vývoj vybraných ukazovateľov, ktoré by mohli mať vplyv na zhoršenie stavu podzemnej vody v záujmovej oblasti od roku 2000.

V predmetnom území Slanej bolo od roku 2000 vyhodnotených 7587 stanovení 23 ukazovateľov, z ktorých v 487 prípadoch bolo zaznamenané prekročenie limitných hodnôt v 12 ukazovateľoch. Predstavuje to 6,42 % nevyhovujúcich stanovení (tabuľka 3), čo je porovnateľné s hodnotením za obdobie mimoriadneho monitorovania v roku 2022, kedy bolo zaznamenaných 63 nadlimitných zo 755 stanovení, čo predstavuje 8,34 % (tabuľka 4).

V oblasti rieky Slaná boli od roku 2000 najčastejšie zaznamenané zvýšené koncentrácie Mn, pričom maximálna hodnota 6,28 mg/l bola stanovená 23.8.2022 v objekte Betliar (limitná hodnota Mn je 0,05 mg/l). So zvýšenou koncentráciou Mn často súvisí aj zvýšená koncentrácia Fe, ktorého maximálna hodnota 9,32 mg/l bola tiež nameraná v Betliari v roku 2018 a 23.8.2022 bola nameraná hodnota 8,88

mg/l (limit Fe je 0,2 mg/l). Nadlimitné koncentrácie boli zaznamenané aj v lokalitách Čoltovo, Slavec, Pašková a Lenartovce.

V objekte Betliar boli opakovane namerané aj nadlimitné koncentrácie As v rozmedzí od 39,5 µg/l do 64,4 µg/l, maximum bolo namerané v roku 2021 (limitná hodnota As je 10,0 µg/l). V minulosti tu boli namerané aj zvýšené obsahy Al a v Lenartovciach Sb.

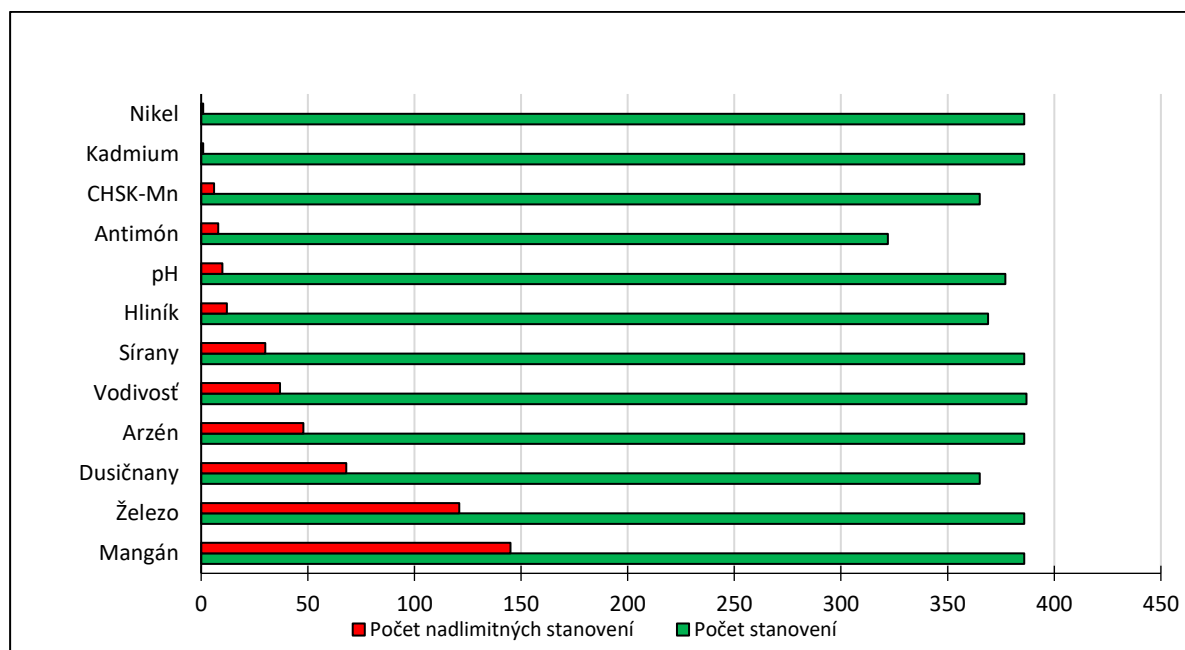
Koncentrácia síranov prekročila limitnú hodnotu (250 mg/l) v monitorovacom objekte Lenartovce (407 mg/l) a v objekte Žiar (254 mg/l), ktorý sa nachádza mimo aluviálnych náplavov rieky Slaná.

Početnosť stanovení ukazovateľov nevyhovujúcich požiadavkám Vyhlášky MZ SR č. 91/2023 Z.z. v podzemnej vode oblasti rieky Slaná v rokoch 2000 – 2022 je znázornený na obrázku 4 a roku 2022 na obrázku 5.

Tabuľka 3: Vyhodnotenie kvality PzV v oblasti povodia rieky Slaná v rokoch 2000 – 2022

| Ukazovateľ | Počet stanovení | Počet nadlimitných stanovení | Percento nadlimitných stanovení |
|--------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| Mangán | 386 | 145 | 37,56% |
| Železo | 386 | 121 | 31,35% |
| Dusičnany | 365 | 68 | 18,63% |
| Arzén | 386 | 48 | 12,44% |
| Vodivosť | 387 | 37 | 9,56% |
| Sírany | 386 | 30 | 7,77% |
| Hliník | 369 | 12 | 3,25% |
| pH | 377 | 10 | 2,65% |
| Antimón | 322 | 8 | 2,48% |
| CHSK-Mn | 365 | 6 | 1,64% |
| Kadmium | 386 | 1 | 0,26% |
| Nikel | 386 | 1 | 0,26% |
| Zinok | 386 | 0 | 0,00% |
| Chloridy | 365 | 0 | 0,00% |
| Hydrogénuhličitaný | 365 | 0 | 0,00% |
| Draslík | 365 | 0 | 0,00% |
| Horčík | 365 | 0 | 0,00% |
| Sodík | 365 | 0 | 0,00% |
| Vápnik | 365 | 0 | 0,00% |
| RL-105°C | 365 | 0 | 0,00% |
| NEL-UI | 55 | 0 | 0,00% |
| Bór | 45 | 0 | 0,00% |
| Kobalt | 45 | 0 | 0,00% |
| Spolu | 7587 | 487 | 6,42% |

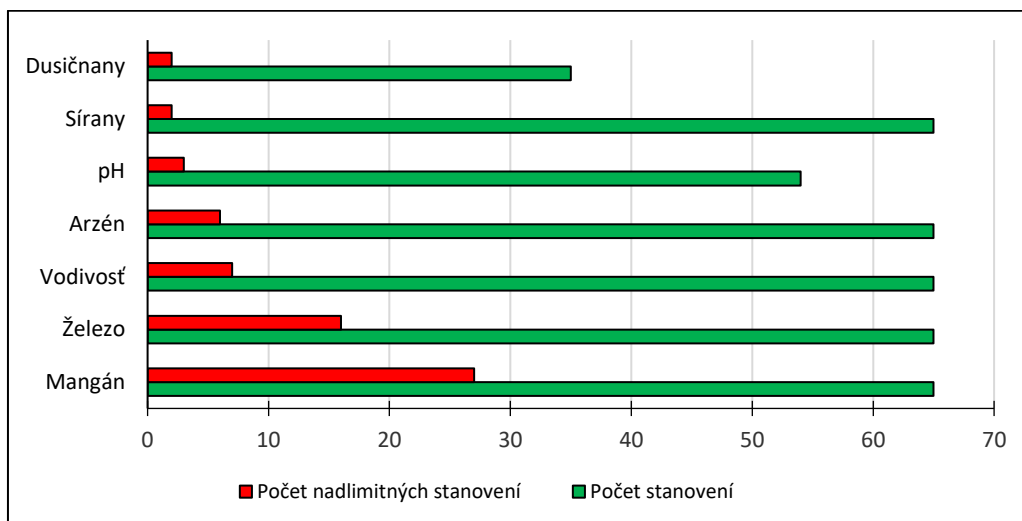
Obrázok 4: Početnosť stanovení ukazovateľov nevyhovujúcich požiadavkám Vyhlášky MZ SR č. 91/2023 Z.z. v podzemnej vode oblasti rieky Slaná v rokoch 2000 – 2022



Tabuľka 4: Vyhodnotenie kvality PzV v oblasti povodia rieky Slaná v roku 2022

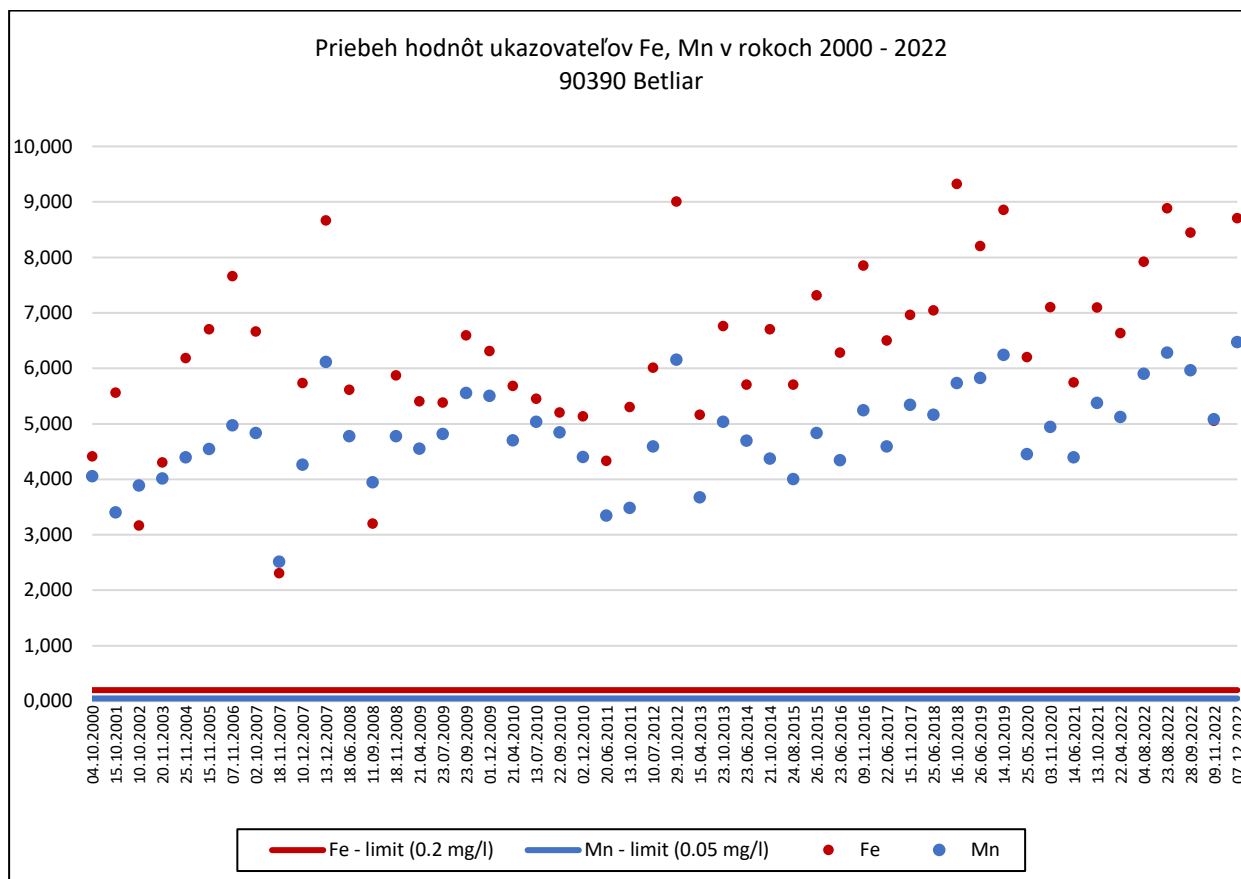
| Ukazovateľ | Počet stanovení | Počet nadlimitných stanovení | Percento nadlimitných stanovení |
|--------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| Mangán | 65 | 27 | 41,54% |
| Železo | 65 | 16 | 24,62% |
| Vodivosť | 65 | 7 | 10,77% |
| Arzén | 65 | 6 | 9,23% |
| pH | 54 | 3 | 5,56% |
| Sírany | 65 | 2 | 3,08% |
| Dusičnany | 35 | 2 | 5,71% |
| Hliník | 65 | 0 | 0,00% |
| Kadmium | 65 | 0 | 0,00% |
| Nikel | 65 | 0 | 0,00% |
| Antimón | 65 | 0 | 0,00% |
| Zinok | 65 | 0 | 0,00% |
| Bór | 54 | 0 | 0,00% |
| Kobalt | 54 | 0 | 0,00% |
| CHSK-Mn | 35 | 0 | 0,00% |
| Chloridy | 35 | 0 | 0,00% |
| Horčík | 35 | 0 | 0,00% |
| Sodík | 35 | 0 | 0,00% |
| Vápnik | 35 | 0 | 0,00% |
| Hydrogénuhličitaný | 35 | 0 | 0,00% |
| Draslík | 35 | 0 | 0,00% |
| RL-105°C | 35 | 0 | 0,00% |
| NEL-UI | 24 | 0 | 0,00% |
| Spolu | 755 | 63 | 8,34% |

Obrázok 5: Početnosť stanovení ukazovateľov nevyhovujúcich požiadavkám Vyhlášky MZ SR č. 91/2023 Z.z. v podzemnej vode oblasti rieky Slaná v roku 2022

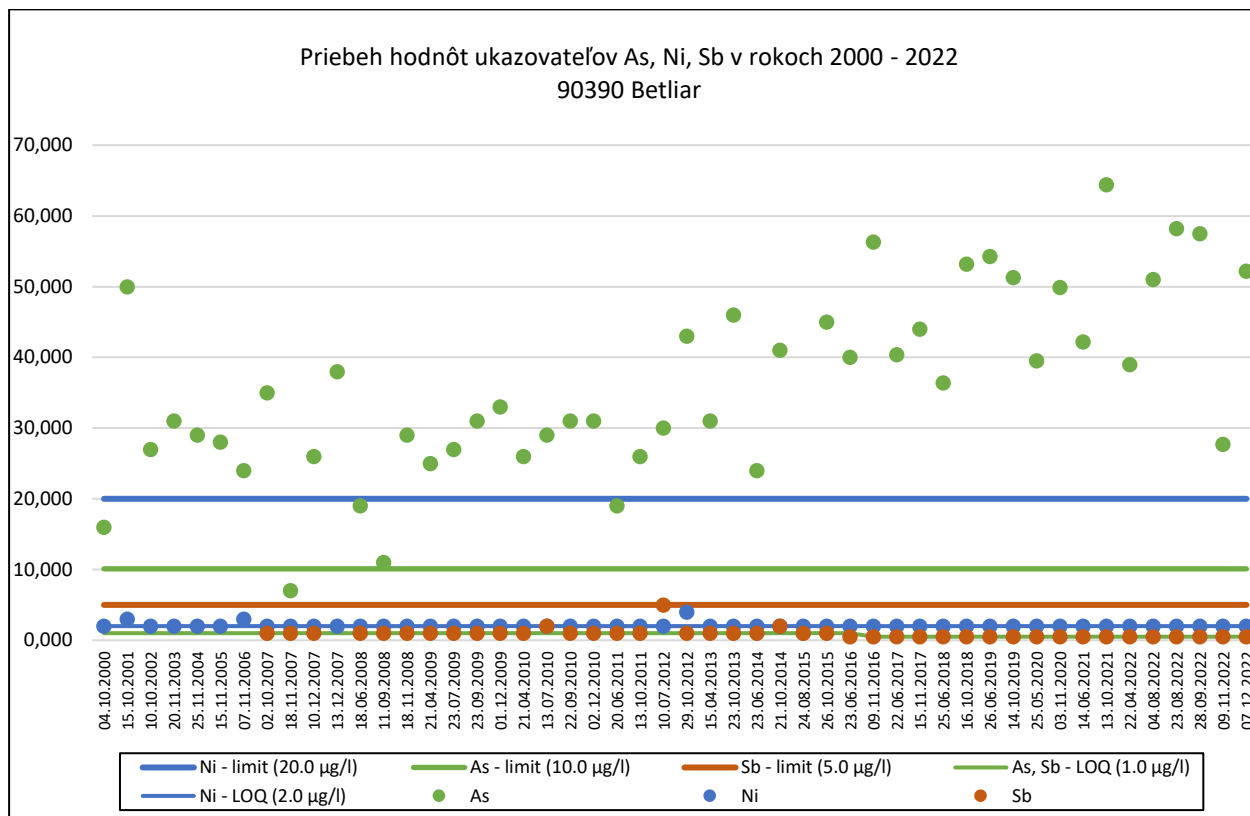


Vývoj kvality vybraných ukazovateľov v podzemnej vode oblasti riečnych náplavov Slanej od roku 2000 do roku 2022 v objekte Betliar je znázornený v obrázkoch 6 a 7 a vývoj od roku 2000 do roku 2022 je znázornený v obrázkoch 8 až 12.

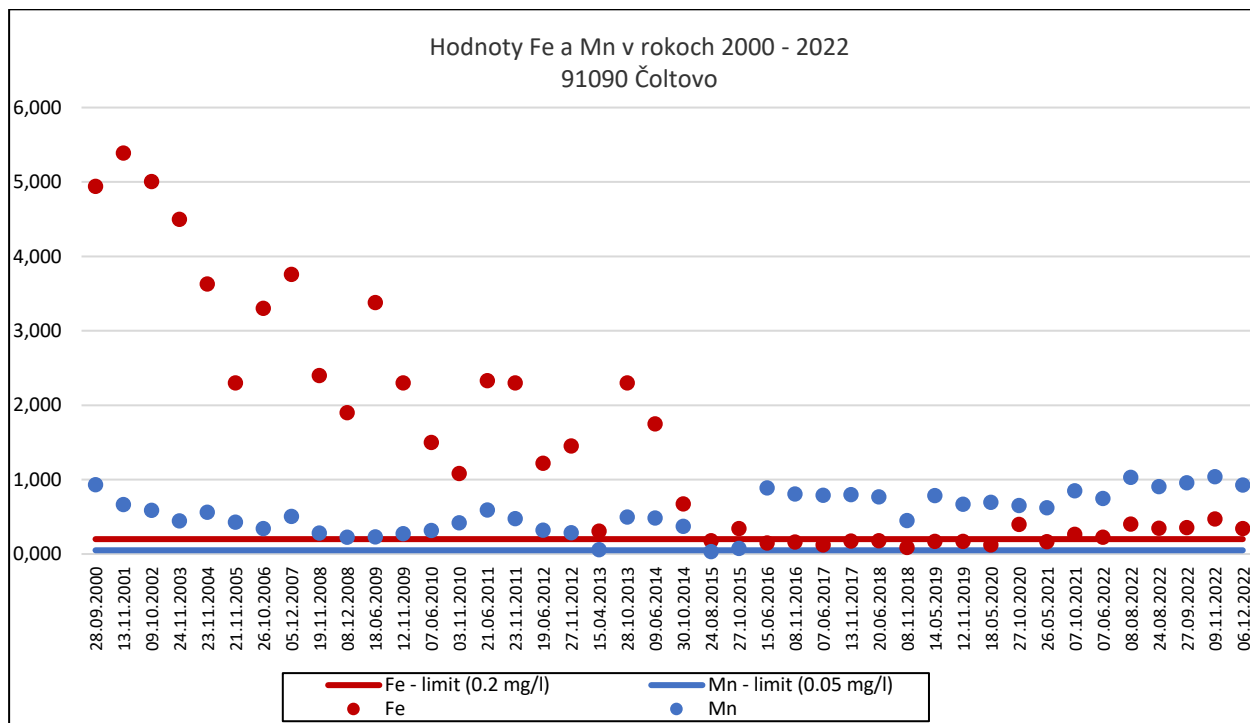
Obrázok 6: Vývoj ukazovateľov Fe a Mn v podzemnej vode objektu Betliar od roku 2000 do 2022



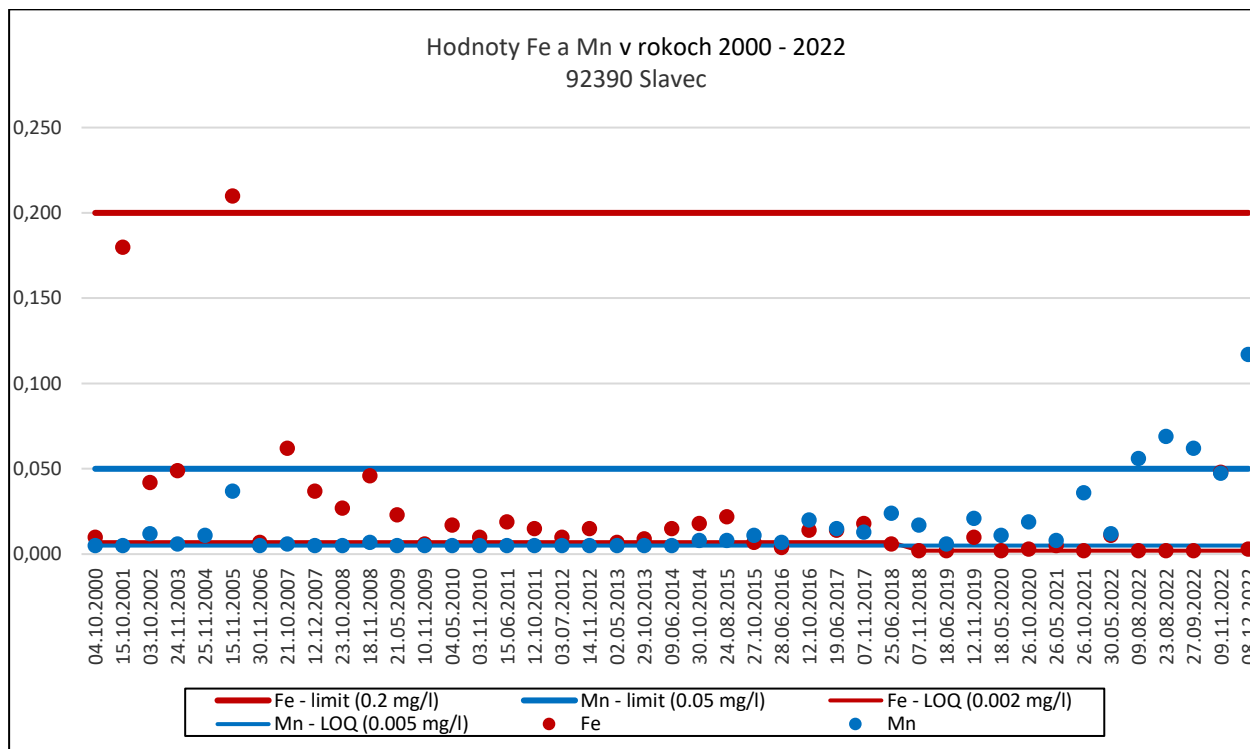
Obrázok 7: Vývoj ukazovateľov As, Ni, Sb v podzemnej vode objektu Betliar od roku 2000 do 2022



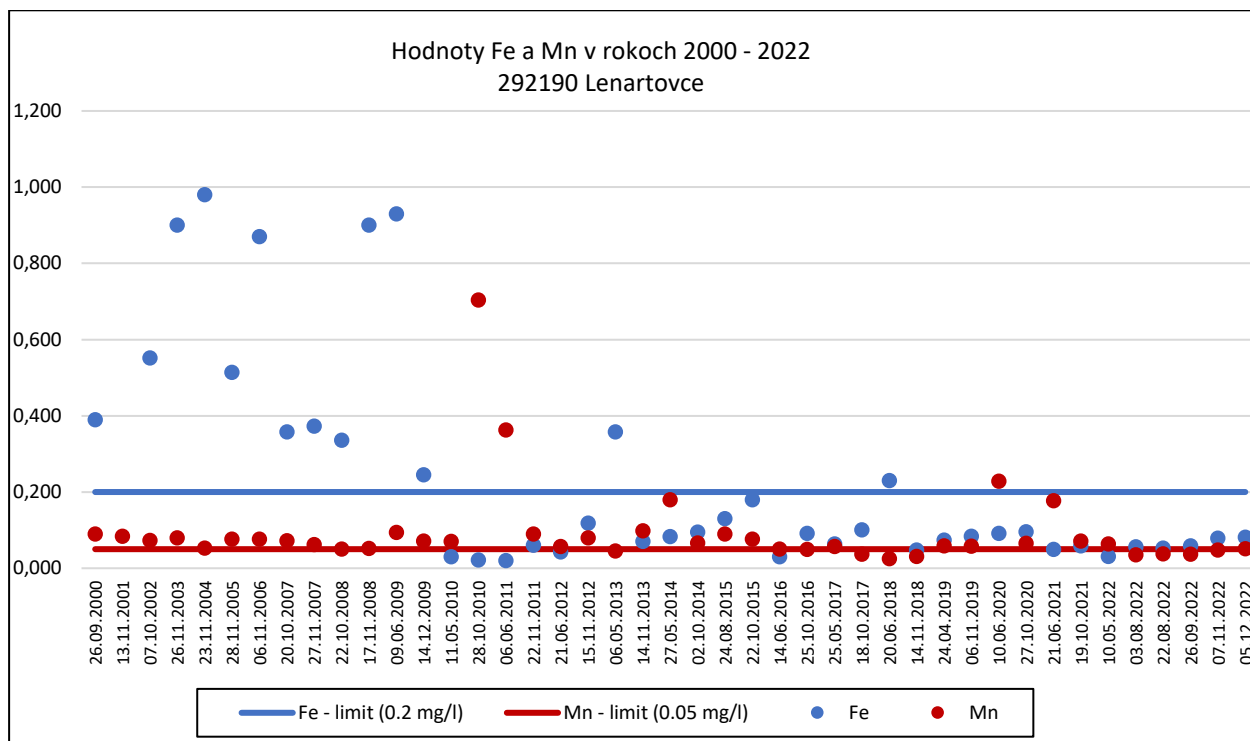
Obrázok 8: Vývoj ukazovateľov Fe a Mn v podzemnej vode objektu Čoltovo od roku 2000 do 2022



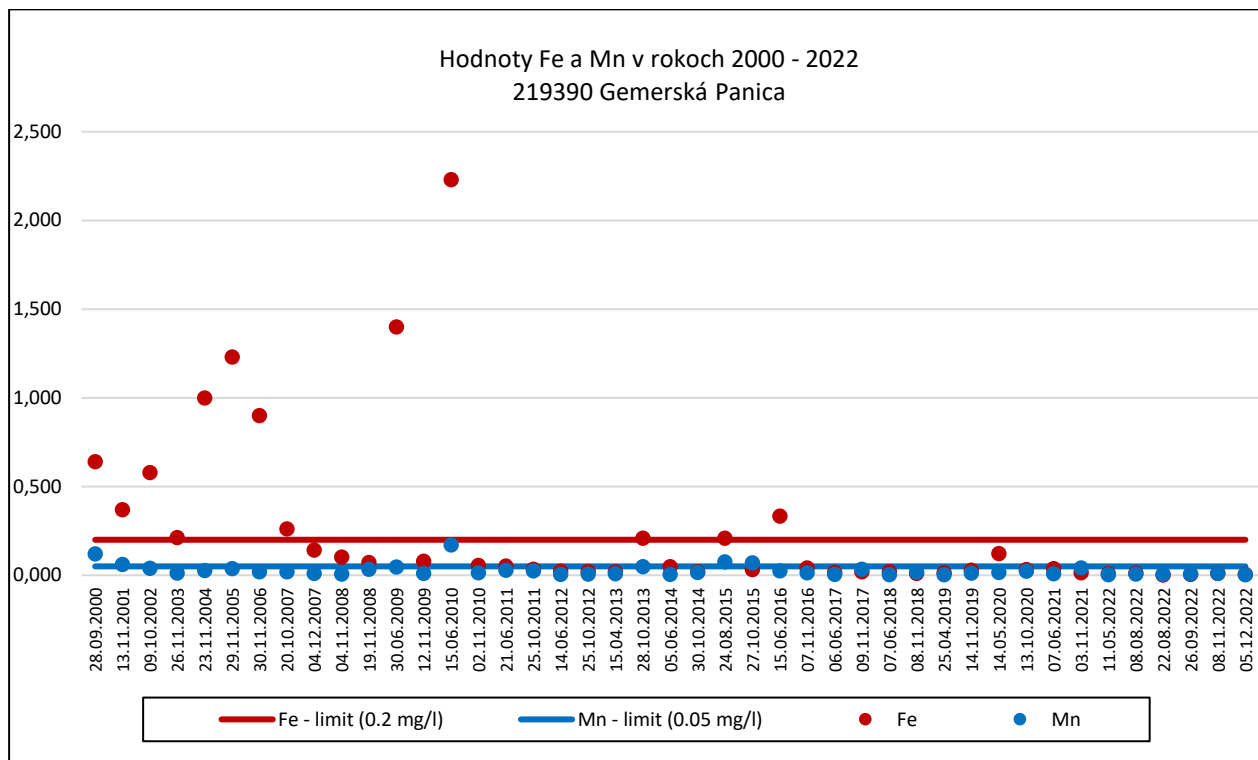
Obrázok 9: Vývoj ukazovateľov Fe a Mn v podzemnej vode objektu Slavec od roku 2000 do 2022



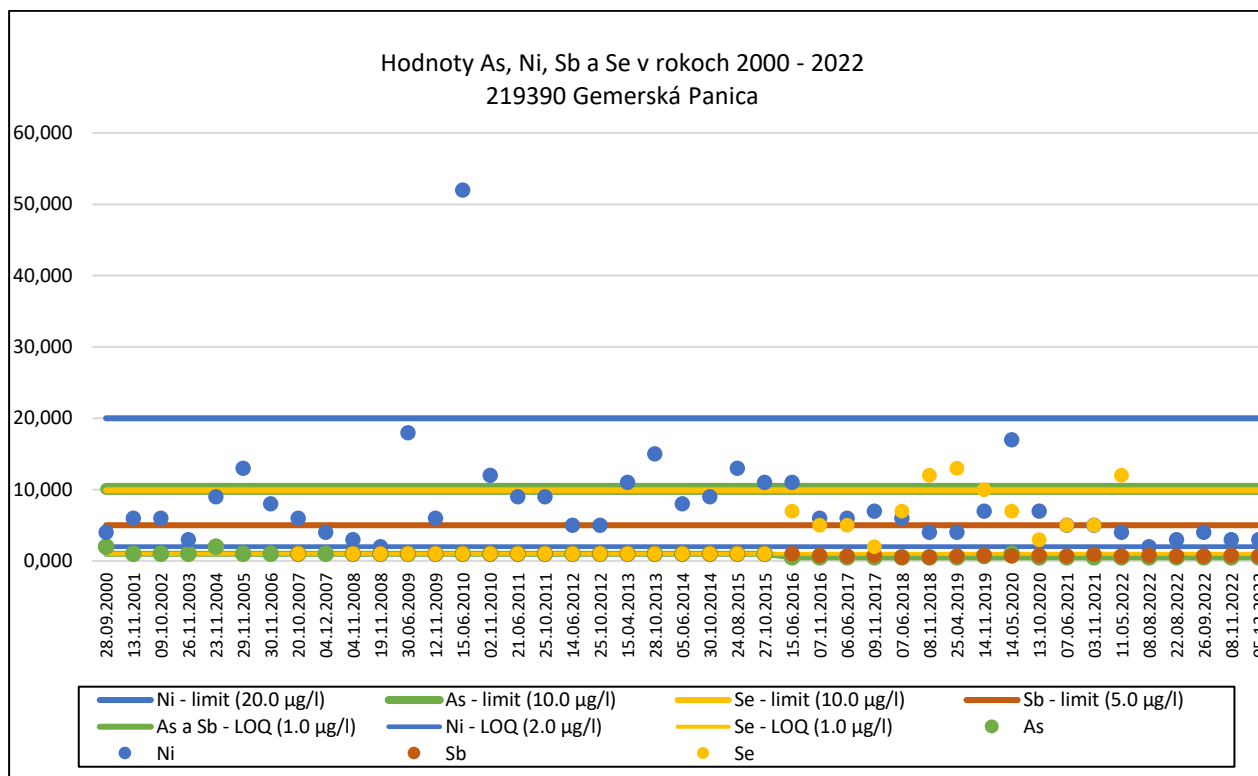
Obrázok 10: Vývoj ukazovateľov Fe a Mn v podzemnej vode objektu Lenartovce od roku 2000 do 2022



Obrázok 11: Vývoj ukazovateľov Fe a Mn v podzemnej vode objektu Gemerská Panica od roku 2000



Obrázok 12: Vývoj ukazovateľov As, Ni, Sb, Se v podzemnej vode objektu Gemerská Panica od roku 2000 do 2022



V 13 monitorovacích miestach štátnej hydrologickej siete bolo možné vyhodnotiť štatistickú významnosť trendov (Tabuľka 5).

Tabuľka 5: Zoznam monitorovacích miest, v ktorých boli vyhodnotené štatisticky významné trendy

| Identifikátor monitorovacieho miesta | Názov/lokalita | Vzdialenosť | Kód útvaru | X (S-JTSK) | Y (S-JTSK) | Hĺbka sondy (m) |
|--------------------------------------|----------------|---------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| | | od Slanej (m) | | | | |
| 90490 | ROZNAVA | 252 | SK1001100P | -317855,31 | -1245600,41 | 10 |
| 91090 | COLTOVO | 254 | SK1001100P | -329520,87 | -1261256,96 | 10 |
| 91490 | VCELINCE* | 225 | SK1001100P | -335357,63 | -1273524,81 | 8 |
| 92390 | SLAVEC | 229 | SK1001100P | -322160,93 | -1252650,18 | 10 |
| 93590 | PASKOVA | prítok Slanej | SK1001100P | -327687,34 | -1250655,25 | 15 |
| 97290 | ZIAR | prítok Slanej | SK1001100P | -336932,75 | -1267384,12 | 10 |
| 290690 | BRZOTIN | 201 | SK1001100P | -318688,81 | -1246570,25 | 8 |
| 290990 | PLESIVEC | 228 | SK1001100P | -327156,85 | -1256356,2 | 10 |
| 291390 | GEMERSKA | 780 | SK1001100P | -330670,92 | -1262544,37 | 6 |
| 292190 | LENARTOVCE | 1171 | SK1001100P | -333606,26 | -1282489,14 | 6 |
| 90390 | BETLIAR | 196 | SK200280FK | -318914,11 | -1238781,34 | 5 |
| 94090 | JELSAVA | prítok Slanej | SK200280FK | -338833,19 | -1245479,77 | 12 |
| 94390 | SIVETICE | prítok Slanej | SK200480KF | -335292,16 | -1253606,13 | 12 |

Vyhodnotené boli časové rady za obdobie rokov 2013-2022, kde ich minimálny rozsah bol 6 rokov, medzera medzi pozorovaniami nepresahovala 1 rok, podiel meraní pod limitom kvantifikácie použitej analytickej metódy (LOQ) tvoril maximálne polovicu z celkového počtu a posledné odbery vzoriek boli realizované v roku 2022. Výsledky meraní pod LOQ boli nahradené číselnou hodnotou zodpovedajúcou 0.5 násobku hodnoty LOQ ($\frac{1}{2}$ LOQ). Do hodnotenia vstupovali agregované údaje (medián/rok). Na testovanie rozdelenia hodnôt v časových radoch boli použité Shapiro-Wilkov test a Lillieforsova varianta Kolmogorov-Smirnovovho testu. Normálne rozdelenie hodnôt muselo byť potvrdené obidvomi testami.

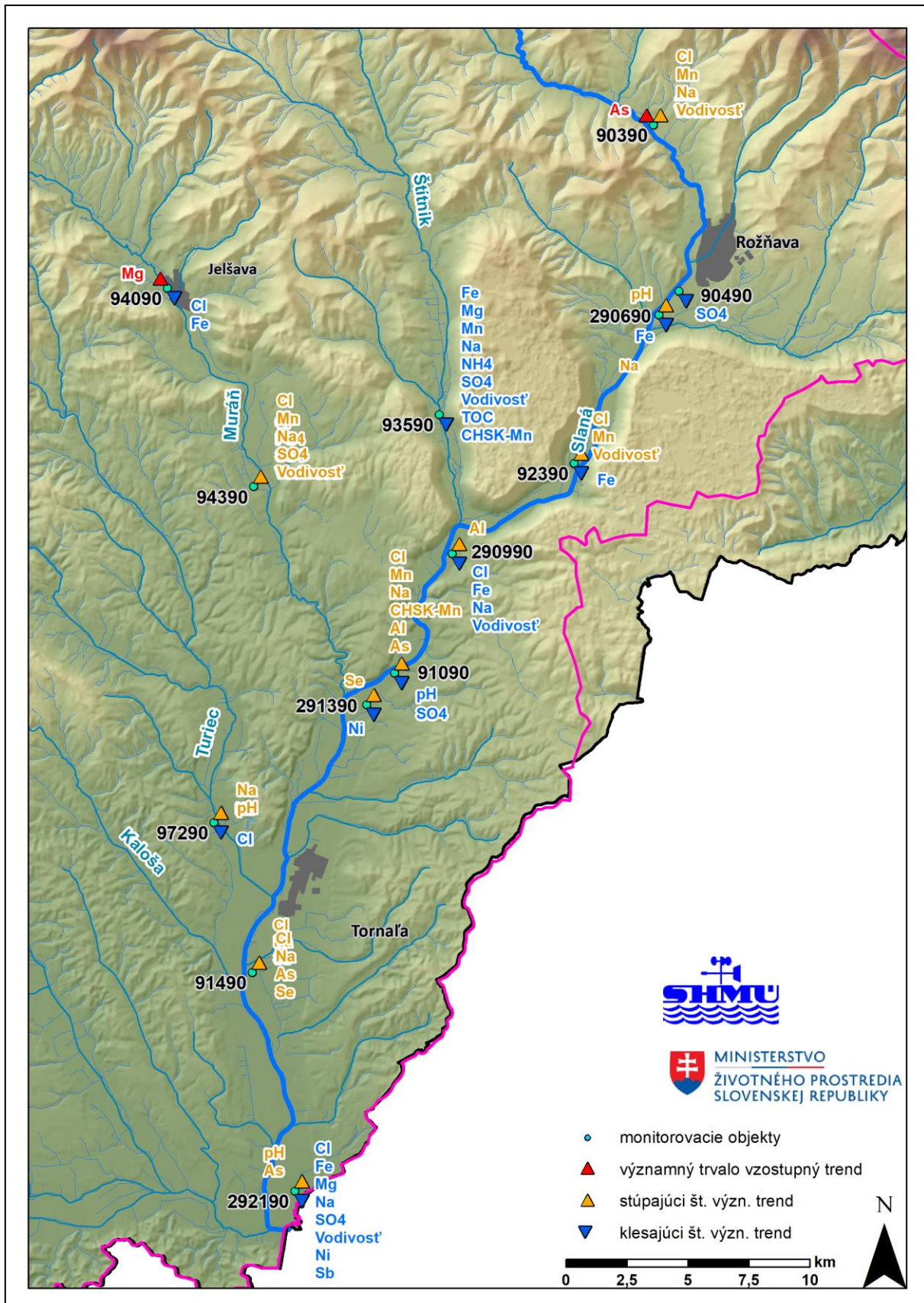
Testovanie štatistickej významnosti trendov bolo pre všetky časové rady realizované pomocou Mann-Kendall testu. Tam kde časový rad vykazoval normálne rozdelenie údajov bola použitá aj metóda analýzy rozptylu (ANOVA). Všetky testy boli vykonávané na hladine významnosti $\alpha=0,05$, pričom štatistická významnosť trendov musela byť potvrdená aspoň jedným testom.

Časové rady, v ktorých bol identifikovaný štatisticky významný stúpajúci trend a aktuálne namerané hodnoty (medián nameraných hodnôt za posledné 2 roky) presahovali 0.75 násobok príslušnej limitnej hodnoty, boli klasifikované ako Významné trvalo vzostupné trendy (VTvZT).

Celkovo bolo vyhodnotených 198 časových radov spĺňajúcich kritériá pre hodnotenie trendov. Prítomnosť štatisticky významného trendu bola potvrdená pri 61 časových radoch, z ktorých 30 vykazovalo pokles a 31 vzostup. Dva časové rady boli klasifikované ako VTvZT (90390 Betliar– As, 94090 Jelšava - Mg). Výsledky hodnotenia trendov sú znázornené na obrázku č. 13.

Aspoň jeden časový rad spĺňal kritériá pre hodnotenie trendov pri 22 ukazovateľoch (Tabuľka 6). Prevala štatisticky významných stúpajúcich trendov bola zaznamenaná pri ukazovateľoch: Arzén, Mangán, Hliník, pH, Selén, Sodík a Chloridy. Prevala štatisticky významných klesajúcich trendov bola zaznamenaná pri ukazovateľoch: Celkové železo, Sírany, Nikel, Amoniak, Antimón, Horčík a TOC. Štatisticky významný trend nebol identifikovaný v ukazovateľoch indikujúcich znečistenie z poľnohospodárskej činnosti (Dusičnany, Dusitany, Fosforečnany a Pesticídy).

Obrázok 13: Výsledky hodnotenia trendov v povodí rieky Slaná



Tabuľka 6: Prehľad počtu trendov vyhodnotených v jednotlivých ukazovateľoch

| Ukazovateľ | Počet časových radov | Neprítomný trend | Potvrdený trend | Pokles | Vzostup | VTvZT |
|-----------------|----------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------|----------|
| Arzén | 10 | 6 | 4 | - | 3 | 1 |
| Mangán | 13 | 8 | 5 | 1 | 4 | - |
| Hliník | 13 | 11 | 2 | - | 2 | - |
| pH | 13 | 9 | 4 | 1 | 3 | - |
| Selén | 2 | - | 2 | - | 2 | - |
| Sodík | 13 | 5 | 8 | 3 | 5 | - |
| Chloridy | 13 | 4 | 9 | 4 | 5 | - |
| Celkové železo | 12 | 6 | 6 | 6 | - | - |
| Sírany | 13 | 8 | 5 | 4 | 1 | - |
| Nikel | 2 | - | 2 | 2 | - | - |
| Amoniak | 13 | 12 | 1 | 1 | - | - |
| Antimón | 6 | 5 | 1 | 1 | - | - |
| Horčík | 13 | 10 | 3 | 2 | - | 1 |
| TOC | 13 | 12 | 1 | 1 | - | - |
| Vodivosť | 13 | 7 | 6 | 3 | 3 | - |
| CHSK-Mn | 10 | 8 | 2 | 1 | 1 | - |
| Posforečnany | 13 | 13 | - | - | - | - |
| Dusičnany | 8 | 8 | - | - | - | - |
| Dusitany | 2 | 2 | - | - | - | - |
| Atrazín | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Meď | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Suma pesticídov | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Spolu | 198 | 137 | 61 | 30 | 29 | 2 |

3.2 Vývoj kvality povrchovej vody

Kvalita povrchovej vody na samotnom toku Slaná bola za obdobie rokov 2009-2022 vyhodnotená v 10 monitorovacích miestach v súlade s kvalitatívnymi požiadavkami uvedenými v nariadení vlády SR č. 269/2010 Z. z. a nariadení vlády SR č. 167/2015 Z.z. (tabuľka 7). Obdobie od roku 2009 bolo vybraté z dôvodu kontinuálneho hodnotenia podľa vyššie uvedených legislatívnych požiadaviek na kvalitu povrchovej vody. Pri hodnotení kvality povrchovej vody na rieke Slaná sa vychádzalo z nameraných údajov ukazovateľov kvality (znečisťujúcich látok) sledovaných podľa schváleného Rámcového programu monitorovania vôd a jeho dodatkov na roky 2009-2022, ktoré poskytujú rezortné laboratória SVP, š.p. a VÚVH do centrálnej databázy na SHMÚ.

Frekvencia monitorovania kvality povrchovej vody je spravidla rovnomerne rozložená počas kalendárneho roka (12x) v súlade s programom monitorovania vôd. Nižšiu frekvenciu sledovania majú biologické ukazovatele (2-7x), ukazovatele rádioaktivity (4x) a relevantné syntetické a nesyntetické znečisťujúce látky (4x).

Tabuľka 7: Zoznam monitorovacích miest na toku Slaná v rokoch 2009-2022

| Identifikátor monitorovacieho miesta (NEC) | Monitorovacie miesto | rkm |
|--|---|------|
| S004010D | SLANÁ - Vlachovo nad ústím Dobšinského potoka | 76,0 |
| S004020D | SLANÁ - Vlachovo (pri ihrisku) | 71,9 |
| S005000O | SLANÁ - Gočovo, pod | 69,4 |
| S011000D | SLANÁ - Rožňava, nad (Nadabula) | 55,5 |

| Identifikátor monitorovacieho miesta (NEC) | Monitorovacie miesto | rkm |
|--|---|------|
| S013020D | SLANÁ - Rožňava, nad (pod vyústením bane Mária) | 54,9 |
| S017010D | SLANÁ - Rožňava, pod | 49,2 |
| S048030O | SLANÁ - Plešivec, pod | 34,8 |
| S053000D | SLANÁ - Čoltovo | 28,2 |
| S131000D | SLANÁ - Lenartovce | 3,3 |
| S131010R | SLANÁ - Sajópüspöki | 0,0 |

Pri ročnom hodnotení kvality povrchovej vody sa posudzuje súlad s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody, pričom sa vychádza z porovnania štatisticky spracovaných údajov ukazovateľov kvality nameraných počas kalendárneho roka a limitných hodnôt uvedených v prílohe č. 1 nariadenia vlády č. 269/2010 Z. z. a prílohy č. 1 nariadenia vlády č. 167/2015 Z. z. .

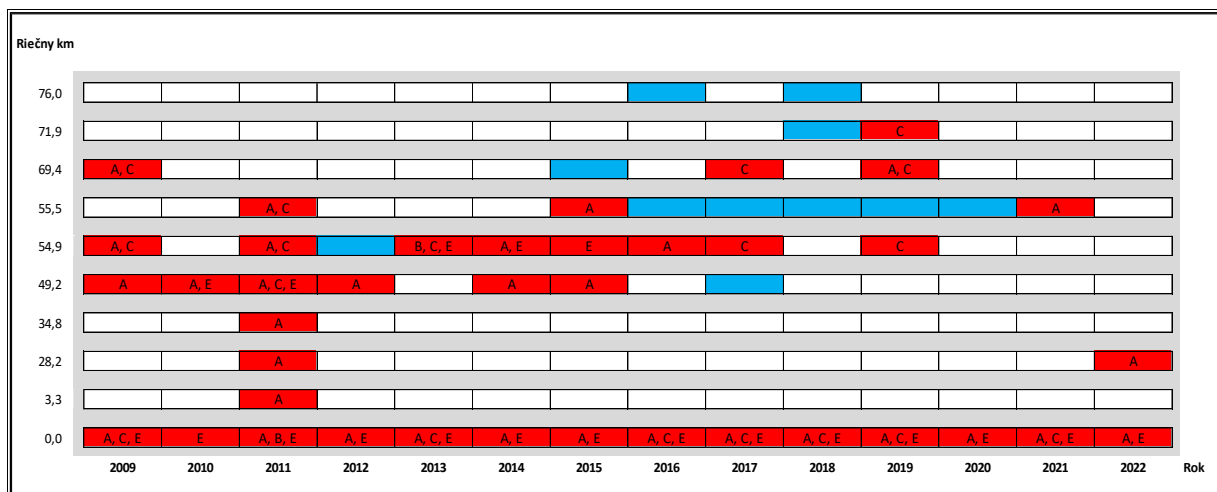
V povrchovej vode sa sleduje vyše 80 ukazovateľov kvality, ktoré pri hodnotení sú zaradené do skupín:

- *Všeobecné ukazovatele (časť A)*
- *Nesyntetické látky (časť B)*
- *Syntetické látky (časť C)*
- *Ukazovatele rádioaktivity (časť D)*
- *Hydrobiologické a mikrobiologické ukazovatele (časť E)*

Zhrnutie výsledkov hodnotenia kvality povrchovej vody v jednotlivých monitorovacích miestach v rokoch 2009 – 2022 je uvedené v obrázku č. 14, kde je červenou farbou vyznačený nesúlad a modrou farbou súlad s legislatívnymi požiadavkami na kvalitu povrchovej vody. Pri nesúlade sú v jednotlivých bunkách uvedené aj skupiny ukazovateľov, ktoré spôsobili prekročenie limitných hodnôt.

Počas obdobia rokov 2009-2022 sa kvalita povrchovej vody kontinuálne sledovala len v hraničnom monitorovacom mieste *Sajópüspöki* (riečny km 0,0), kde bol zistený nesúlad s legislatívnymi požiadavkami na kvalitu povrchovej vody počas celého sledovaného obdobia hlavne v skupine ukazovateľov A (všeobecné fyzikálno-chemické ukazovatele), v skupine C (syntetické znečisťujúce látky) a v skupine E (hydrobiologické a mikrobiologické ukazovatele). Ostatné miesta sa v priebehu hodnoteného obdobia boli sledované nepravidelne v súlade s programom monitorovania vôd (Obrázok 14).

Obrázok 14: Prehľad výsledkov hodnotenia kvality povrchovej vody v rokoch 2009 - 2022



V tabuľke 8 sú uvedené ukazovatele kvality, ktoré v období rokov 2009-2022 nespĺňali legislatívne požiadavky na kvalitu povrchovej vody. Najčastejšie prekročenia boli zistené v skupine všeobecných fyzikálno-chemických ukazovateľov (časť A), v skupine syntetických látok (časť C) a v skupine hydrobiologických a mikrobiologických ukazovateľov (časť E).

Tabuľka 8: *Prehľad ukazovateľov kvality nespĺňajúce požiadavky na kvalitu povrchovej vody v rokoch 2009-2022*

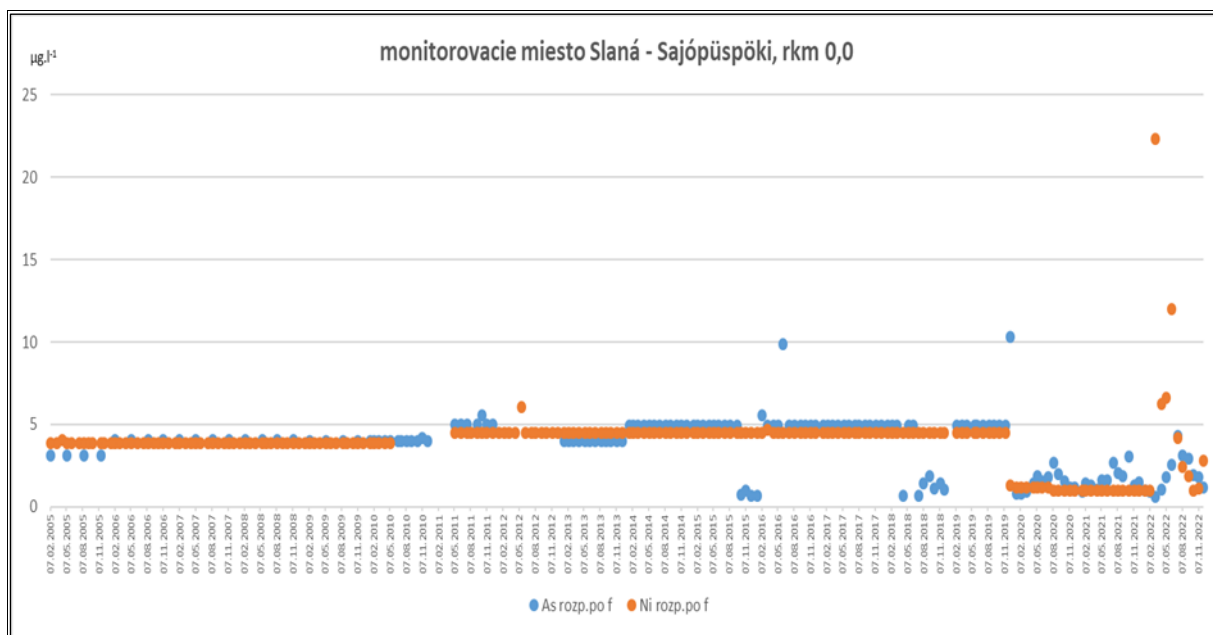
| Skupina ukazovateľov | Ukazovatele nespĺňajúce požiadavky na kvalitu povrchovej vody |
|----------------------|---|
| Časť A | dusitanový dusík, absorbované organické halogény, chemická spotreba kyslíka dichrómanom, ojedinele: reakcia vody (pH), Nepolárne extrahovateľné látky-UV, železo, mangán |
| Časť B | ojedinele: kadmium |
| Časť C | benzo(a)pyrén, benzo(b)fluórantén, benzo(g,h,i)perylén, indenopyrén, fluórantén, 4-metyl-2,6-di-tercbutylfenol, ojedinele: oktylfenol, di(2-etylhexyl)ftalát, dibutylftalát, celkové kyanidy |
| Časť E | fekálne streptokoky, koliformné baktérie, termotolerantné koliformné baktérie, kultivované mikroorganizmy 22°C, sapróbny index biosestónu |

V súvislosti s vypúšťaným znečistením banských odpadových vôd v povodí rieky Slaná sú relevantné najmä železo, mangán, sírany a ťažké kovy. V sledovaných monitorovacích miestach na rieke Slaná boli zistené prekročenia v prípade železa a mangánu v roku 2011 v mieste *Rožňava nad (pod vyústením bane Mária)*, riečny km 54,9 a v roku 2012 v mieste *Rožňava pod*, riečny km 49,2. V skupine B (ťažké kovy) bolo zistené prekročenie limitnej hodnoty kadmia v roku 2011 v hraničnom mieste *Sajópüspöki*, riečny km 0,0 a v roku 2013 v mieste *Rožňava nad (pod vyústením bane Mária)*, riečny km 54,9.

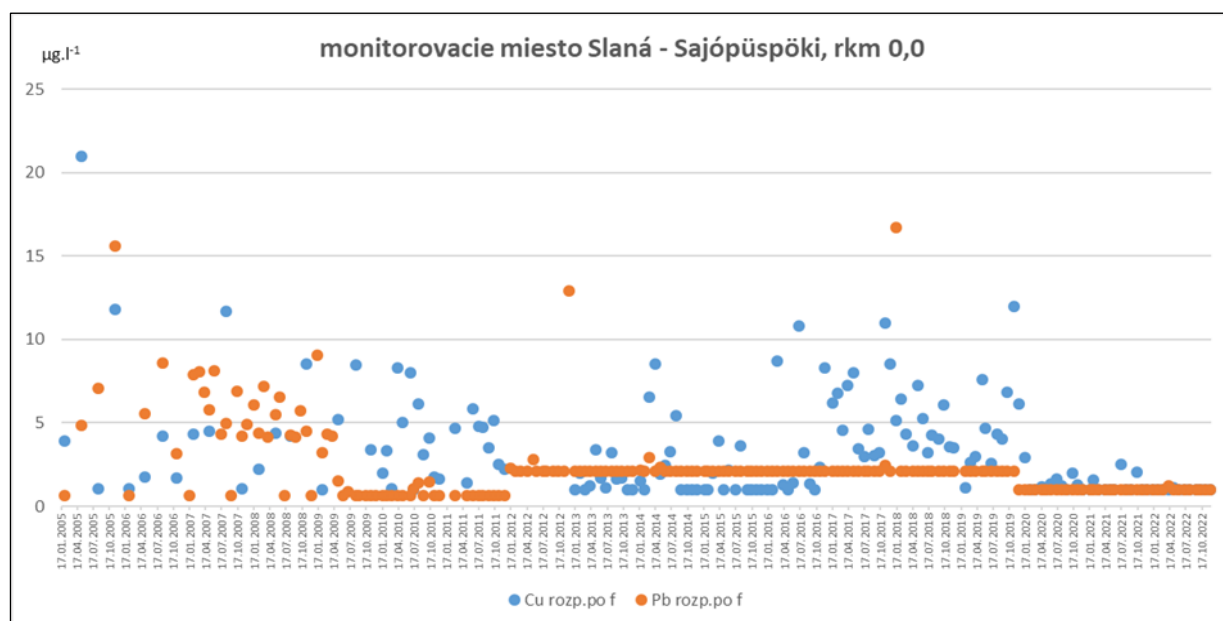
Pre grafické spracovanie dlhodobého vývoja sledovaných ťažkých kovov v povrchovej vode toku Slaná bolo vybrané hraničné monitorovacie miesto *Sajópüspöki*, kde boli kontinuálne merania počas rokov 2009-2022. Údaje z mimoriadneho monitorovania kvality povrchovej vody nie sú súčasťou grafického spracovania. Na obrázku 15 je pozorovaný výraznejší výskyt vyšších nameraných hodnôt koncentrácií niklu v jarnom období 2022. Avšak porovnaním štatisticky spracovaných nameraných údajov za rok 2022 s limitnými hodnotami pre nikel bolo zistené, že najvyššia prípustná koncentrácia pre nikel s požadovou koncentráciou ($36,0 \mu\text{g.l}^{-1}$) ako aj limit pre ročný priemer s požadovou koncentráciou ($6,0 \mu\text{g.l}^{-1}$) neboli prekročené.

Na obrázku 16 je znázornený dlhodobý priebeh nameraných hodnôt medi a olova. V prípade olova je situácia v priebehu celého sledovaného obdobia priaznivá, koncentrácie sú pod medzou stanovenia, až na ojedinele namerané vyššie hodnoty. V prípade medi pozorujeme častejší výskyt nameraných hodnôt nad medzou stanovenia, ktoré však nespôsobili ročné prekročenia limitnej hodnoty medi. Približne od roku 2020 po súčasnosť pozorujeme výrazný pokles nameraných hodnôt medi.

Obrázok 15: Vývoj ukazovateľov As a Ni v povrchovej vode v období rokov 2009 - 2022

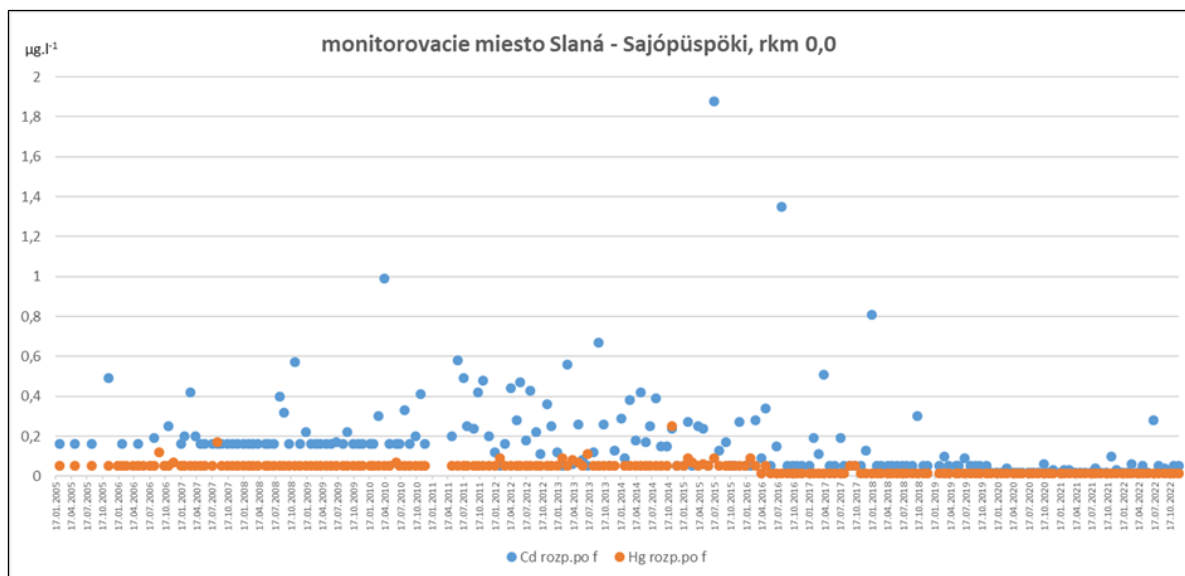


Obrázok 16: Vývoj ukazovateľov Cu a Pb v povrchovej vode v období rokov 2009 - 2022



Na obrázku 17 je znázornený dlhodobý priebeh nameraných hodnôt kadmia a ortuť. Ortuť je dlhodobo meraná pod medzou stanovenia na rozdiel od kadmia, kde bol pozorovaný pravidelný výskyt nad medzou stanovenia, avšak približne od roku 2019 pozorujeme výrazný pokles na úroveň medze stanovenia, aj keď v roku 2022 bol v jednej vzorke nameraný vyšší výskyt kadmia ($0,28 \mu\text{g.l}^{-1}$). Napriek tomu štatisticky spracované údaje za rok 2022 neprekročili stanovené požiadavky na kvalitu povrchovej vody pre kadmium.

Obrázok 17: Vývoj ukazovateľov Cd a Hg v povrchovej vode v období rokov 2009 - 2022



Stav rieky Slaná v mieste Včelince z novembra 2022 dokumentujú obrázky 18 a 19.

Obrázok 18 a 19: Slaná - Včelince z novembra 2022



4. Monitorovanie kvantity povrchovej vody

Monitorovanie kvantitatívnych ukazovateľov povrchových tokov vykonáva Slovenský hydrometeorologický ústav vo vodomerných staniách štátnej hydrologickej siete (ŠHS). V povodí rieky Slaná s Rimavou je 29 staníc, z nich na hlavnom toku Slaná je 6 staníc vrátane stanice Sajópüspöki, ktorá je hraničným profilom na území Maďarska pod prítokom Rimava. Základom monitorovania kvantitatívnych ukazovateľov je pozorovanie, meranie a vyhodnocovanie vodného stavu, prietoku, teploty vody a mútnosti (obsahu plavenín) vody. Zoznam vodomerných staníc je uvedený v tabuľke 9 a lokalizácia v mape je znázornená na obrázku 20.

4.1 Hydrologické hodnotenie hlavného toku Slaná za kalendárny rok 2022

Priemerné ročné prietoky na hlavnom toku Slaná dosiahli 47 až 85 % dlhodobého priemeru, rok hodnotíme ako suchý až veľmi suchý. Hlavný tok Slaná je ovplyvnený prevodom vody z Hnilca, ktorý v roku 2022 bol iba $0,400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V staniách, ktoré sú ovplyvnené prevodom (od stanice Vlachovo) po jeho odčítaní dosiahli priemerné ročné prietoky 44 - 62 % dlhodobých hodnôt.

Maximálne priemerné mesačné prietoky boli vyhodnotené v apríli. Percentuálne rozpätie k príslušným dlhodobým hodnotám sa na hlavnom toku Slaná pohybovalo od 57 % do 93 %.

Minimálne priemerné mesačné prietoky sa vyskytli v auguste. Hodnoty sa na hlavnom toku pohybovali od 21 do 49 % príslušných dlhodobých hodnôt.

Ročné kulminačné prietoky sa vyskytli v apríli. Ich hodnoty boli nevýznamné, nižšie ako 1 - ročný prietok.

Minimálne denné prietoky boli vyhodnotené v auguste, v Lenartovciach a Sajópüspöki v júli. Ich hodnoty boli nižšie ako Q_{364d} .

Priebeh priemerných ročných prietokov za kalendárne roky 1931 až 2022 vo vodomernej stanici s dlhodobým pozorovaním Lenartovce Slaná je na obrázku 21. Priemerný prietok za rok 2022 bol tretí najnižší za 92 rokov.

Priemerné denné prietoky za rok 2022, priemerný dlhodobý prietok Q_a , Q_{355d} , Q_{364d} vo vodomernej stanici Lenartovce – Slaná sú na obrázku 22.

(Dlhodobé charakteristiky Q_a , Q_{355d} , Q_{364d} sú odvodené za referenčné obdobie 1961-2000 pre prirodzený režim odtoku.)

Tabuľka 9: Zoznam vodomerných staníc v povodí rieky Slaná (bez Rimavy) a pod Rimavou (v Maďarsku)

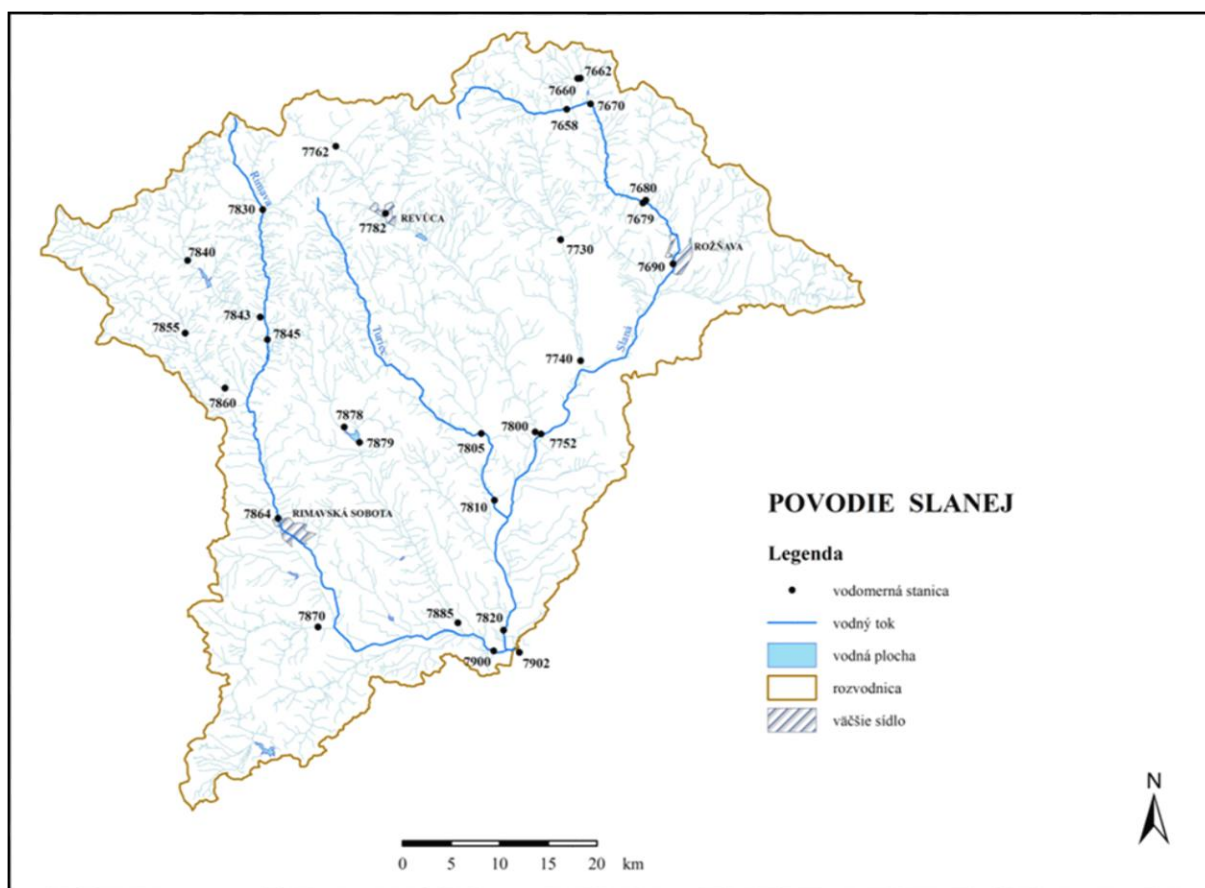
| P. č. | Indik. | Stanica | Tok | Hydrol. číslo | Riečny km | Plocha povodia [km ²] | Druh pozorovania od roku | | | |
|-------|--------|-----------------|-----------------|----------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|---------|--------------|-----------|
| | | | | | | | Vodný stav | Prietok | Teplota vody | Plaveniny |
| 1 | 7658 | Vyšná Slaná | Slaná | 4-31-01-007-01 | 77,70 | 60,28 | 1983* | 1983 | 2006 | |
| 2 | 7660 | Dobšiná | Dobšinský potok | 4-31-01-011-01 | 3,40 | 31,97 | 1923 | 1931 | 2007 | |
| 3 | 7662 | Dobšiná-HC | odpad. kanál | 4-31-01-012-03 | 0,20 | 0,10 | 1969* | 1969 | 2005 | |
| 4 | 7670 | Vlachovo | Slaná | 4-31-01-016-01 | 75,00 | 123,16 | 1921 | 1931 | 2005 | |
| 5 | 7679 | Gemerská Poloma | Slaná | 4-31-01-022-01 | 60,70 | 201,60 | 1993 | 1993 | 2005 | |
| 6 | 7680 | Gemerská Poloma | Súfovský potok | 4-31-01-027-01 | 0,30 | 57,38 | 1923 | 1964 | 2007 | |
| 7 | 7690 | Rožňava | Slaná | 4-31-01-031-01 | 51,90 | 301,53 | 1921* | 1968* | 1974 | |
| 8 | 7730 | Štítnik | Štítnik | 4-31-01-071-01 | 13,80 | 129,63 | 1924 | 1931 | 1974 | |

| P. č. | Indik. | Stanica | Tok | Hydrol. číslo | Riečny km | Plocha povodia [km ²] | Druh pozorovania od roku | | | |
|-------|--------|---------------|---------------|----------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|---------|--------------|-----------|
| | | | | | | | Vodný stav | Prietok | Teplota vody | Plaveniny |
| 9 | 7740 | Plešivec | Štítnik | 4-31-01-078-03 | 1,30 | 224,17 | 1968 | 1968 | 2007 | |
| 10 | 7752 | Bretka | Slaná | 4-31-02-006-01 | 26,20 | 889,12 | 1977 | 1977 | 1977 | |
| 11 | 7762 | Muráň | Hrdzavý potok | 4-31-02-010-01 | 1,30 | 38,39 | 1970 | 1970 | 1970 | |
| 12 | 7782 | Revúca | Zdychava | 4-31-02-021-01 | 0,60 | 58,95 | 1974 | 1974 | 2007 | |
| 13 | 7800 | Bretka | Muráň | 4-31-02-043-01 | 0,60 | 386,01 | 1978 | 1978 | 2005 | |
| 14 | 7805 | Gemerská Ves | Turiec | 4-31-02-063-01 | 10,30 | 131,61 | 1993 | 1993 | 2005 | |
| 15 | 7810 | Behynce | Turiec | 4-31-02-082-01 | 2,40 | 304,66 | 1969 | 1970 | 2005 | |
| 16 | 7820 | Lenartovce | Slaná | 4-31-02-098-01 | 3,60 | 1829,65 | 1925 | 1931 | 1958 | 1993 |
| 17 | 7902 | Sajópüspöki** | Slaná | 4-31-03-147-01 | 0,01 | 3224,00 | 2005 | 2005 | 2005 | |

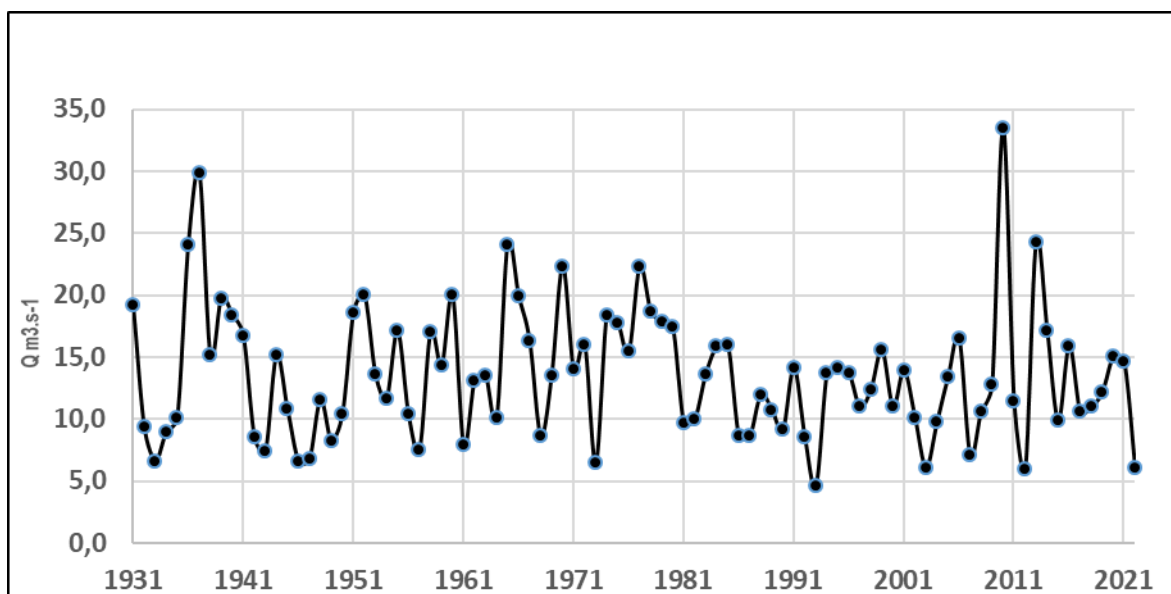
* – prerušené obdobie pozorovania

** - stanica na území Maďarska

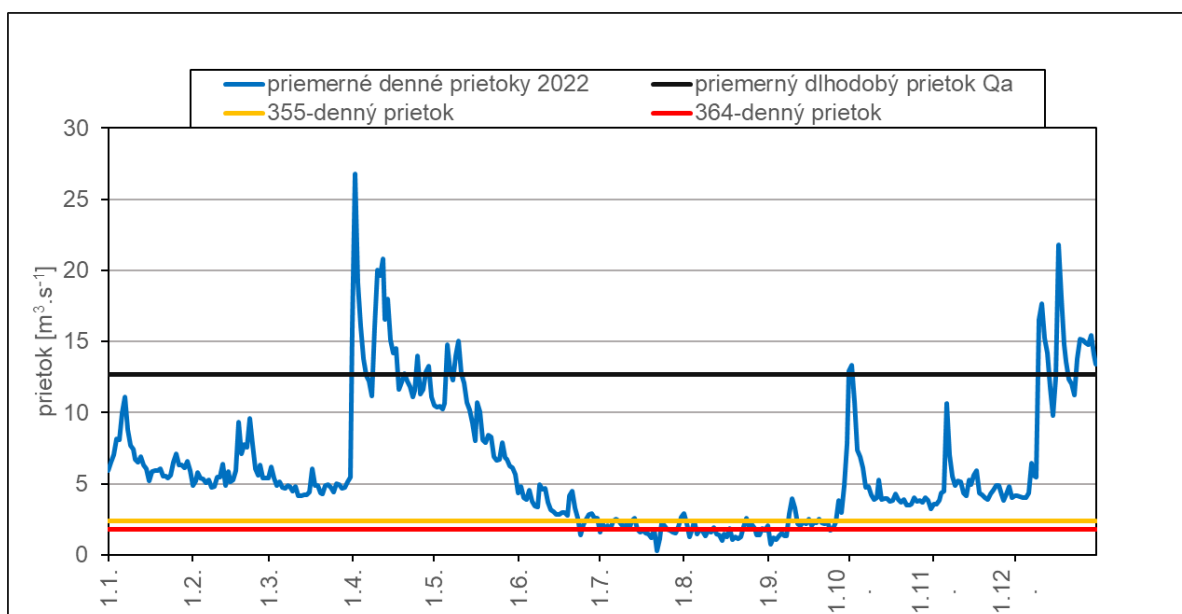
Obrázok 20: Mapa vodomerných staníc PV v povodí rieky Slaná



Obrázok 21: Priemerné ročné prietoky vo vodomernej stanici Lenartovce – Slaná za obdobie 1931 - 2022



Obrázok 22: Priemerné denné prietoky v roku 2022, priemerný dlhodobý prietok Q_a , 355-denný prietok, 364-denný prietok vo vodomernej stanici Lenartovce – Slaná

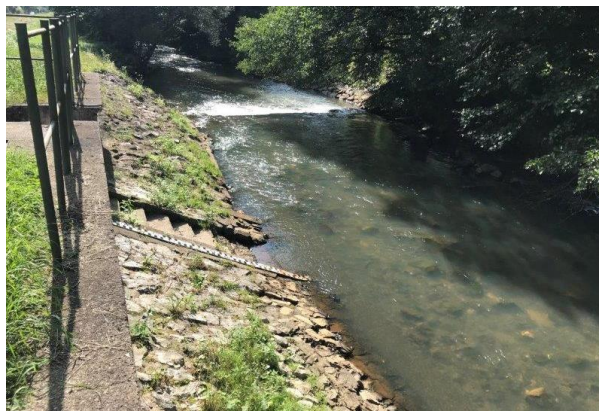


Obrázky 23 a 24 dokumentujú situáciu vo vodomernej stanici Rožňava – Slaná.

Obrázok 23: Vodomerná stanica Rožňava – Slaná
15.3.2022



Obrázok 24: Vodomerná stanica Rožňava - Slaná
13.9.2023



5. Záver

V záujmovom území povodia rieky Slaná v súvislosti so znečistením rieky Slaná banskou vodou a riešenia vplyvu kontaminácie na životné prostredie bolo sledovaných 18 objektov Štátnej hydrologickej siete (ŠHS), z ktorých 9 je situovaných v aluviálnych náplavoch rieky Slaná, za účelom celkovej charakterizácie kvality vody a na zistenie vývoja kvality podzemnej vody v záujmovej oblasti.

Z celkového hodnotenia 7587 stanovení od roku 2000 bola najhoršia kvalita PzV v lokalite Betliar, kde boli zaznamenané najvyššie koncentrácie hlavne v ukazovateľoch mangán, železo a arzén. Treba však poznamenať, že v porovnaní s predchádzajúcim monitorovacím obdobím objektov sledovaných v aluviálnych náplavoch rieky Slaná, zistené nadlimitné koncentrácie boli opakovane stanovované aj v období pred haváriou bývalej sideritovej bane v Nižnej Slanej.

Napriek doposiaľ zistených poznatkov v oblasti povodia rieky Slaná stále pretrváva riziko znečistenia z havárie spôsobenej zatopením bývalej bane. Preto je potrebné naďalej venovať zvýšenú pozornosť tejto oblasti a pokračovať v mimoriadnom monitorovaní podľa nastaveného harmonogramu do roku 2027.

Podrobné vyhodnotenie kvality vôd z nameraných údajov v roku 2022 bude zverejnené v ročných správach na webovej stránke SHMÚ koncom roka 2023.