

**VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA**  
**Nábr. arm. gen. L. Svobodu č. 5, 812 49 Bratislava**



**Riešiteľ (titul, meno a priezvisko):**

**Mgr. Katarína Kučerová**

**Názov čiastkovej úlohy:**

**Hodnotenie chemického stavu  
kvartérnych a predkvartérnych  
útvarov podzemných vôd - Test  
ochranných pásiem vodárenských  
zdrojov/chránených vodohospodárskych  
oblastí, resp. test kvality vody určenej  
na ľudskú spotrebu**

**Interné číslo úlohy:**

**10063**

**Kód úlohy:**

**1.2.6.4-6(i)**

**Gestor:**

**Mgr. Oliver Horvát, PhD.**



**Bratislava november 2020**



**Generálny riaditeľ ústavu:**

**Riaditeľ odboru:**

**Vedúci oddelenia:**

**Zodpovedný riešiteľ:**

**Spoluriešiteľ:**

**Spolupracovníci:**

**Ing. Ľubica Kopčová, PhD.**

**Ing. Peter Belica, CSc.**

**RNDr. Anna Patschová, PhD.**

**Mgr. Katarína Kučerová**

**RNDr. Anna Patschová, PhD.**

**Mgr. Mária Bubeníková, PhD.**

**Ing. Margita Slovinská**

**Ing. Anna Vajíčeková, PhD.**

**Ing. Karol Munka, PhD.**

## Obsah

Zoznam najpoužívanejších skratiek .....	3
Úvod.....	4
1. Základné východiská testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.....	6
2. Metodika testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.....	9
2.1. Úprava dát .....	10
2.2. Metodika testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre hodnotenie na úrovni odberných miest .....	11
2.3. Metodika testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre hodnotenie na úrovni útvarov podzemných vôd.....	17
3. Výsledky a diskusia.....	19
3.1. Vyhodnotenie skríningu .....	19
3.2. Hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu na úrovni odberných miest.....	19
3.3. Hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu na úrovni útvarov podzemných vôd .....	25
Kvartérny útvar SK1000100P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy .....	29
Kvartérny útvar SK1000200P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy.....	31
Kvartérny útvar SK1000300P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy.....	32
Kvartérny útvar SK1001300P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov.....	34
Predkvartérny útvar SK2000200P - Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy .....	35
Predkvartérny útvar SK200030FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu.....	37
Predkvartérny útvar SK2000500P - Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy .....	38
Predkvartérny útvar SK2000900F - Puklinové podzemné vody Myjavskej pahorkatiny .....	41
Predkvartérny útvar SK2001000P - Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov .....	43
Predkvartérny útvar SK200120FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Považského Inovca.....	47
Predkvartérny útvar SK200140KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry .....	48
Predkvartérny útvar SK200150FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tribeča .....	49
Predkvartérny útvar SK2001800F - Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny .....	50

Predkvartérny útvar SK200220FP - Puklinové a medzizrnové podzemné vody severnej časti stredoslovenských neovulkanitov.....	51
Predkvartérny útvar SK200270KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry, Chočských vrchov a Západných Tatier.....	53
Predkvartérny útvar SK200280FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria.....	54
Predkvartérny útvar SK200340KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severu Nízkych Tatier.....	57
Predkvartérny útvar SK200410KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier.....	58
Predkvartérny útvar SK200460KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu.....	59
Predkvartérny útvar SK2004700F - Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu.....	61
Predkvartérny útvar SK200480KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského krasu.....	62
Predkvartérny útvar SK2004900F - Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu.....	63
Predkvartérny útvar SK200500FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského rudohoria.....	65
Predkvartérny útvar SK2005800P - Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy.....	66
3.4. Výsledné hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.....	68
Záver.....	75
Zoznam použitej literatúry:.....	76

## Zoznam najpoužívanejších skratiek

ANOVA	analýza rozptylu (analysis of variance)
BKG	pozad'ová hodnota (background value)
CHVO	chránená vodohospodárska oblasť (drinking water protected area DWPA)
CIS	Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/ES) - usmerňujúci dokument spoločnej stratégie implementácie rámcovej smernice o vode (2000/60/ES)
LH	limitná hodnota
LOQ	limit kvantifikácie (limit of quantification)
MK	Mann-Kendallov test
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
ND	nedostatok/žiadne dáta (no data)
OM	odberné miesto
OPVZ	ochranné pásmo vodárenského zdroja (safeguard zone SZ)
PH	prahová hodnota
pH	reakcia vody – záporný dekadický logaritmus koncentrácie vodíkových iónov určujúci kyslosť, zásaditosť, príp. neutralnosť roztoku
RSV	rámcová smernica o vode - smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
ÚPzV	útvár podzemnej vody
VS	vodárenská spoločnosť
VTVzT	významne a trvalo vzostupný trend
VÚVH	Výskumný ústav vodného hospodárstva

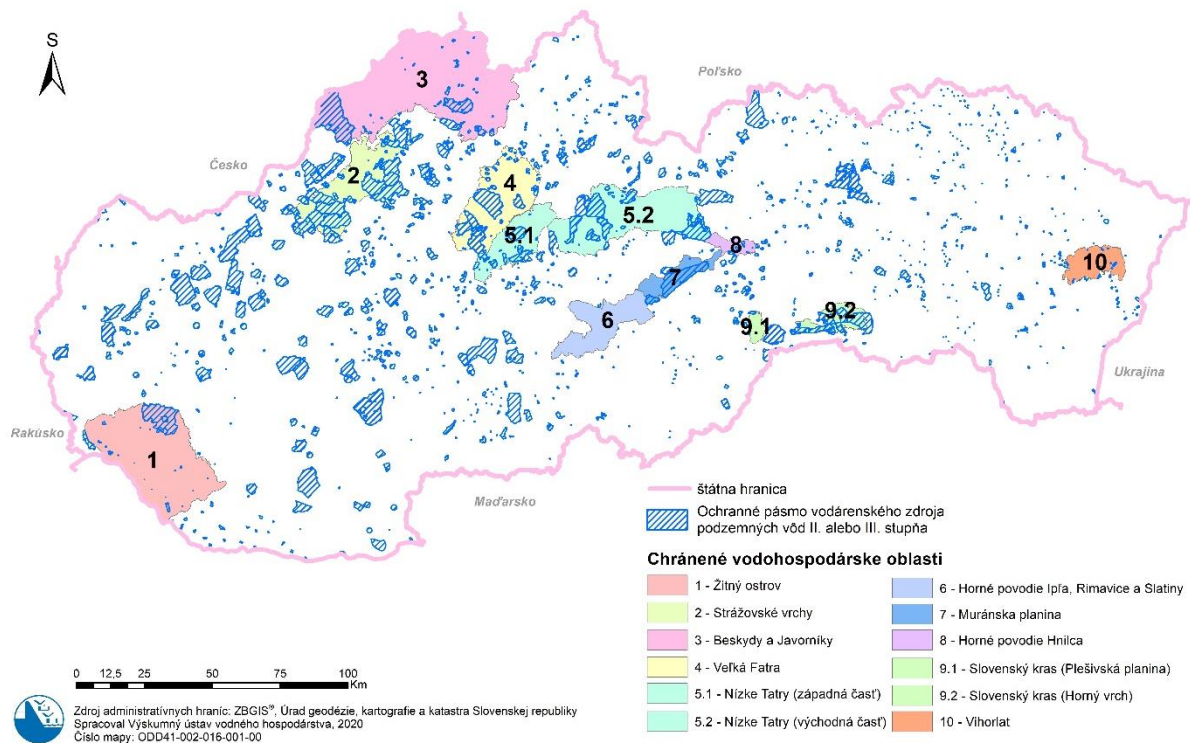
## Úvod

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky (tzv. rámcová smernica o vode – RSV) predstavuje kľúčový dokument zjednocujúci platnú legislatívu vo vodnom hospodárstve členských štátov Európskej únie. RSV definuje v čl. 4 ods. 1 environmentálne ciele pre povrchové vody, podzemné vody a pre chránené územia. RSV vyžaduje splnenie 3 environmentálnych cieľov definovaných v čl. 4 ods. 1 pre podzemné vody a jedného environmentálneho cieľa definovaného pre chránené územia, ktorý nepriamo tiež súvisí s cieľmi pre podzemné vody z dôvodu splnenia požiadavky pre vodné ekosystémy súvisiace s podzemnými vodami a suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách a aj dosiahnutia súladu s čl. 7 ods. 3 (Vody využívané na odber pitnej vody).

Zabezpečenie vyhovujúcej kvality vody určenej na ľudskú spotrebu má bezpochyby veľký význam. Voda určená na ľudskú spotrebu je definovaná smernicou Rady 98/83/ES o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu v čl. 2 ods. 1. a) ako „*všetka voda v pôvodnom stave alebo po úprave, určená na pitie, varenie, prípravu potravín alebo iné domáce účely*“. Na Slovensku pochádza až 82 % pitnej vody zo zdrojov podzemnej vody (VÚVH 2019). V roku 2018 bolo odobrané cez 10 700 l/s podzemných vôd, pričom hlavnú časť odberov 73 % predstavovali odbery pre zásobovanie obyvateľstva formou verejných vodovodov. Celkové dokumentované využiteľné množstvá podzemných vôd predstavovali v roku 2018 cez 77 100 l/s. Napriek tejto priaznivej bilancii pretrváva v niektorých lokalitách deficit zdrojov pitnej vody v dôsledku nerovnomerného kvantitatívneho rozloženia vodárenských zdrojov na území SR (SHMÚ 2019). Kvalita a kvantita vody sú úzko spojené. Kvalita vody je rozhodujúcim faktorom pre jej využitie – aj najväčšie zdroje vody, ktoré nespĺňajú požiadavku kvality nie sú využívané, vzhľadom na vysoké náklady na úpravu takejto vody (napr. znečistený vodárenský zdroj v Podunajských Biskupiciach, v Nitre, Čadci a pod.). Na druhej strane menší objem vody môže byť ľahšie znečistený, vo vzťahu k rovnakému zdroju znečistenia, keďže nedôjde k dostatočnému nariadeniu prípadného kontaminantu. Preto ochrana podzemných vôd v súlade s požiadavkami RSV musí zahŕňať oba aspekty – nielen množstvo podzemnej vody, ale aj kvalitu zdrojov podzemných vôd.

V zmysle zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) je na ochranu vodných zdrojov na Slovensku uplatňovaná okrem všeobecnej ochrany vôd aj špeciálna ochrana – formou vyhlásenia chránenej vodohospodárskej oblasti (CHVO) a formou určenia ochranného pásma vodárenských zdrojov (OPVZ) (obr. 1). Podľa vodného zákona môže vláda vyhlásiť územie, ktoré svojimi prírodnými podmienkami tvorí významnú prirodzenú akumuláciu vôd za CHVO. Zákomom č. 305/2018 Z. z. o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov, je stanovených 10 CHVO, ktoré predstavujú 14 % z rozlohy Slovenska. Zákon ustanovuje činnosti, ktoré sú v území CHVO zakázané, opatrenia na ochranu podzemných a povrchových vôd, práva a povinnosti osôb na úseku ochrany vôd a zodpovednosť za porušenie povinností daných týmto zákonom. Zákon podrobne špecifikuje zákazy v CHVO, ako napríklad zákaz stavať alebo rozširovať stavby (ako priemyselné zdroje, ropovody, zariadenia na spracovanie uhynutých zvierat a bitúnky, veľkokapacitné farmy, stavby bez zabezpečenia čistenia komunálnych odpadových vôd), vykonávať leteckú aplikáciu hnojív a chemických látok na ochranu rastlín alebo ničenie škodcov, vykonávať plošné odvodnenie lesných a poľnohospodárskych pozemkov, ťažiť rašelinu, ťažiť nevyhradené nerasty povrchovým spôsobom (napr. štrk, piesok), ukladať rádioaktívny odpad alebo budovať skládky nebezpečného odpadu. V CHVO možno plánovať a vykonávať činnosť, len ak sa

zabezpečí ochrana tvorby, výskytu, prirodzenej akumulácie a obnovy zásob povrchových aj podzemných vôd, a tieto záujmy musia byť zosúladené už pri územnom plánovaní. V súlade so zákonom č. 364/2004 Z. z. sa každoročne predkladá súhrnná správa o kvalite povrchových a podzemných vôd v CHVO.



Obrázok 1 - Mapa chránených vodohospodárskych oblastí a ochranných pásiem vodárenských zdrojov podzemných vôd II. a III. stupňa (zdroj: VÚVH a zákon č. 305/2018 Z. z. o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov)

Vo Vodnom pláne Slovenska 2021 (MŽP SR 2021) je uvedených spolu 2730 vodárenských zdrojov podzemných vôd, z toho 1406 má rozhodnutím stanovené OPVZ, čo tvorí približne 7,5 % rozlohy štátu. Podrobnosti o určovaní OPVZ, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v OPVZ ustanovuje vyhláška MŽP SR č. 29/2005 Z. z.. Vyhláška MŽP SR č. 29/2005 Z. z. v prílohách špecifikuje zásady určovania rozsahu, hraníc a upresňuje spôsob ochrany pre jednotlivé stupne OPVZ podľa typu odberu vody (podzemné vody v krasovo-puklinovom prostredí, puklinovom prostredí a medzizrnovom horninovom prostredí, priamy odber vody z povrchového toku a odber z vodárenskej nádrže). OPVZ I. stupňa sa určuje pre všetky vodárenské zdroje podzemných vôd a slúži na ochranu bezprostrednej blízkosti miesta odberu vôd a odberného zariadenia pred poškodením. Hranica pásma sa zabezpečí oplotením (ak to terén dovoľuje) najmenej 10 m od odberného zariadenia, tak aby zahŕňala aj okolité vodohospodárske objekty a označí sa informatívnymi tabuľami. V OPVZ I. stupňa sa na ochranu vodárenského zdroja realizujú technické úpravy ako terénne a vegetačné úpravy, úpravy pozemných komunikácií a úpravy vodných tokov. OPVZ II. stupňa slúži na ochranu množstva, kvality a zdravotnej bezpečnosti podzemných vôd v časti alebo celej infiltračnej oblasti. Určuje sa na základe odborného posúdenia a zhodnotenia hydrogeologických pomerov oblasti. Na zvýšenie ochrany vodárenského zdroja môže orgán štátnej vodnej správy určiť aj OPVZ III. stupňa, najmä ak ide o ochranu pred znečistením nebezpečnými látkami. Jedným z potrebných podkladov na určenie OPVZ sú zakreslené hranice OPVZ v katastrálnej alebo štátnej mape v mierke 1 : 5 000.



Podľa usmernení CIS č. 15 o monitorovaní podzemných vôd a CIS č. 16 o chránených vodohospodárskych oblastiach sú CHVO chápané ako celé útvary podzemnej vody a v OPVZ by sa malo realizovať špeciálne monitorovanie na kontrolu ochrany vodárenských zdrojov. Definície chránených oblastí a ochranných pásiem používané členskými štátmi sa nie vždy zhodujú. Dôvodom je často, že v mnohých krajinách boli zavedené ochranné pásma ešte pred implementáciou RSV a terminológia nebola dodatočne upravená.

RSV vyžaduje prostredníctvom zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) § 4c (Hodnotenie stavu podzemných vôd) ods. 9 vykonať hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd vrátane zohľadnenia noriem kvality podzemných vôd alebo prahových hodnôt v jednotlivých monitorovacích miestach podľa všeobecne záväzného právneho predpisu. V smernici 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality sú uvedené kritéria a postupy hodnotenia podzemných vôd. Hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd sa vyžaduje uskutočniť na základe 5 testov, z nich sú pre SR relevantné 4. Jedným z týchto testov je test chránených vodohospodárskych oblastí/ochranných pásiem vodárenských zdrojov, ďalej len test kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (skrátene test Pitná voda). V predchádzajúcom I. a II. cykle plánov manažmentu povodí nebol tento test uskutočnený. V tomto III. plánovacom cykle bola preto po prvý krát spracovaná metodika pre hodnotenie a prvý krát uskutočnený test „Pitná voda“ pre všetky kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd.

Výsledky testu „Pitná voda“ boli zahrnuté do hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd. Na základe tohto hodnotenia budú pre útvary podzemných vôd klasifikované v zlom chemickom stave alebo identifikované v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov navrhnuté opatrenia pre zvrátenie tohto stavu.

## 1. Základné východiská testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu

Podľa RSV prílohy V 2.3.2 je útvary podzemnej vody v dobrom chemickom stave, ak koncentrácie znečisťujúcich látok:

- nevykazujú žiadne vplyvy prieniku slanej vody alebo iných prienikov,
- nepresahujú normy kvality platné podľa smernice 2006/118/ES,
- nie sú také, aby viedli k nesplneniu environmentálnych cieľov stanovených v čl. 4 RSV pre súvisiace povrchové vody, ani k významnému zhoršeniu ekologickej alebo chemickej kvality takýchto útvarov, ani k žiadnemu významnému poškodeniu suchozemských ekosystémov, priamo závislých na útvare podzemnej vody.

Environmentálnymi cieľmi pre podzemné vody a chránené územia podľa čl. 4 ods. 1 RSV je vykonanie opatrení na:

- zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a na zabránenie zhoršenia stavu všetkých útvarov podzemných vôd,
- ochranu, zlepšovanie a obnovovanie všetkých útvarov podzemných vôd a na zabezpečenie rovnováhy medzi odbermi a dopĺňaním podzemných vôd za účelom dosiahnutia dobrého stavu podzemných vôd do 22. decembra 2015, resp. 2021 alebo najneskôr do roku 2027,

- zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody,
- splniť požiadavky chránených území, kde členské štáty zaručia, čo najmenšie možné zmeny dobrého stavu podzemnej vody.

RSV v čl. 7 (Vody využívané na odber pitnej vody), uvádza v troch odsekoch povinnosti pre členské štáty:

1. *„Členské štáty určia v každom správnom území povodia:*
  - *všetky vodné útvary využívané na odber vody určenej na ľudskú spotrebu, ktoré poskytujú v priemere väčšie množstvo ako 10 m<sup>3</sup> za deň alebo slúžia viac ako 50 osobám, a*
  - *tie vodné útvary, pre ktoré sa uvažuje s využitím na tento účel.*

*Členské štáty budú v súlade s prílohou V monitorovať tie vodné útvary, ktoré podľa prílohy V poskytujú v priemere viac ako 100 m<sup>3</sup> za deň.*
2. *Okrem splnenia cieľov ustanovených článkom 4 v súlade s požiadavkami tejto smernice pre povrchové vody a kvalitatívnych požiadaviek ustanovených na úrovni spoločenstva článkom 16, členské štáty zabezpečia pre každý vodný útvar identifikovaný podľa odseku 1, aby použitý spôsob úpravy vody v súlade s právnymi predpismi spoločenstva zabezpečoval kvalitu upravenej vody, ktorá bude aj v súlade s požiadavkami smernice 80/778/EHS v znení smernice 98/83/ES.*
3. *Členské štáty zabezpečia nevyhnutnú ochranu vyčlenených vodných útvarov, s cieľom vylúčiť zhoršenie ich kvality, a aby sa znížila miera úpravy potrebná pre výrobu pitnej vody. Členské štáty môžu zriadiť ochranné pásma pre tieto vodné útvary.“*

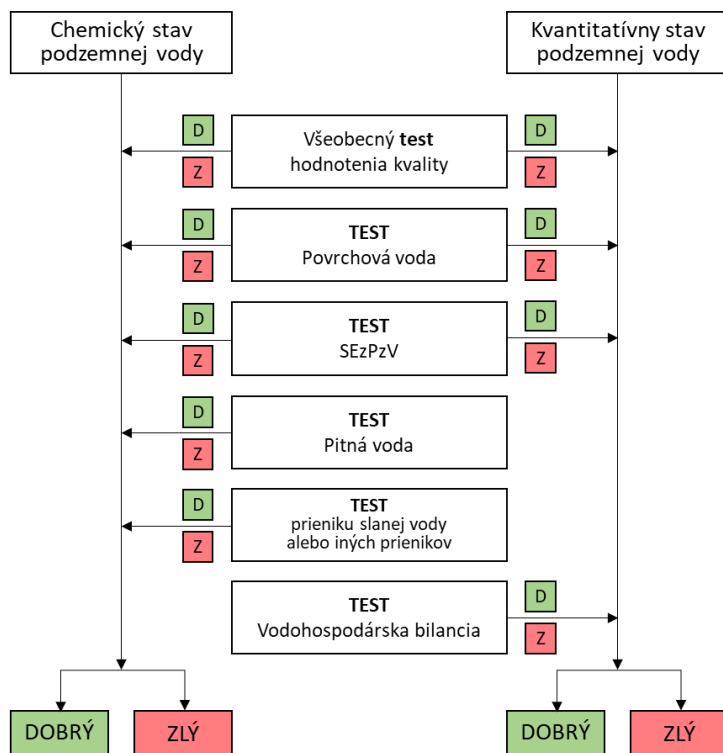
Kritéria pre hodnotenie stavu, postup hodnotenia podzemných vôd, identifikácia významných a trvalo vzostupných trendov a definovanie počiatkových bodov zvrátenia trendov sú uvedené v smernici 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality.

Požiadavky a odporučené postupy hodnotenia stavu útvarov podzemných vôd na základe požiadaviek RSV sú uvedené v usmernení CIS č. 18 (Hodnotenie stavu podzemných vôd a hodnotenie trendov). Hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd je potrebné uskutočniť na základe 5 testov (obr. 2), z ktorých sú pre SR relevantné prvé 4:

- všeobecný test hodnotenia kvality (GQA – General quality assessment test),
- test zhoršenia chemického a ekologického stavu súvisiacich útvarov povrchových vôd v dôsledku prieniku znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd – nazvaný skrátene ako test Povrchová voda,
- test zhoršenia stavu suchozemských ekosystémov závislých na podzemných vodách (SEzPzV) v dôsledku prieniku znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd – nazvaný skrátene ako test SEzPzV,
- test chránených vodohospodárskych oblastí/ochranných pásiem vodných zdrojov, resp. test kvality vody určenej pre ľudskú spotrebu – nazvaný skrátene ako test Pitná voda,
- test prieniku slanej vody alebo iných prienikov.

Je nutné uviesť, že všetky uvedené testy majú rovnakú váhu, a ak výsledkom hodnotenia jedného z testov je nesplnenie kritérií, tak celý útvar podzemnej vody je klasifikovaný v zlom chemickom stave.

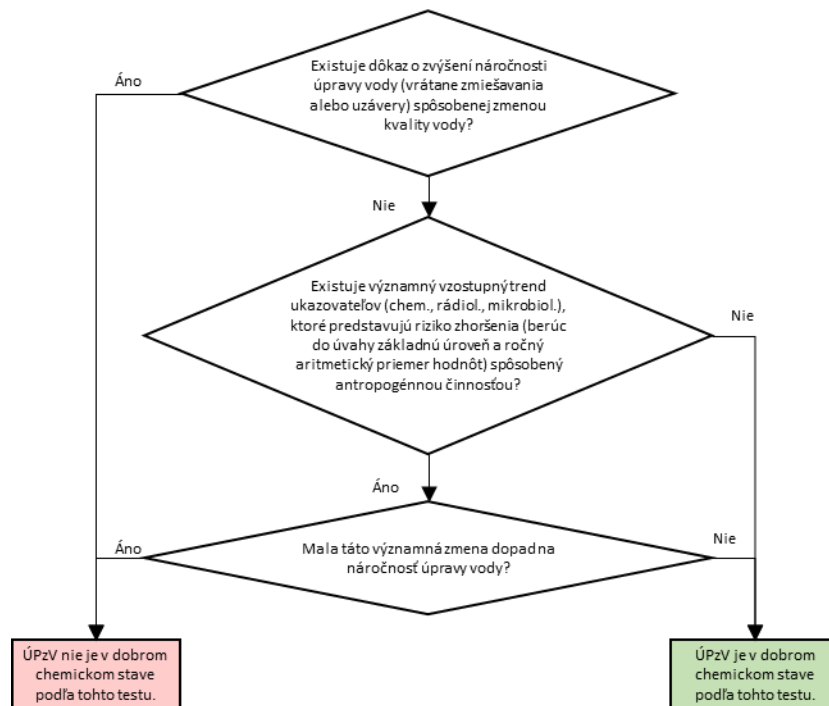
Výsledné hodnotenie testov tvorí podklad pre strategický dokument vodného plánovania - Vodný plán Slovenska, ktorý určuje rámcové úlohy na zlepšenie a ochranu stavu podzemných a povrchových vôd a vodných ekosystémov, na trvalo udržateľné a hospodárne využívanie vôd, na zlepšenie vodných pomerov, na zabezpečenie územného systému ekologickej stability a na ochranu pred škodlivými účinkami vôd. Vodný plán Slovenska je podkladom na vypracovanie Medzinárodného plánu manažmentu povodia Dunaja a Medzinárodného plánu manažmentu povodia Visly v súlade s medzinárodnými záväzkami SR. Aktualizácia Vodného plánu Slovenskej republiky je súčasťou implementácie tretieho plánovacieho cyklu RSV.



Obrázok 2 - Celková schéma testov pre hodnotenie stavu podzemných vôd (zdroj: CIS č. 18 – Usmernenie o hodnotení stavu podzemných vôd a hodnotení trendov)

Cieľom testu hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd – testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda), by malo byť zhodnotenie, či je ochrana CHVO a OPVZ dostatočná, aby sa predchádzalo zhoršeniu kvality vody, a aby sa znížila miera/náročnosť úpravy vody. Tento test zatiaľ nebol pre Slovensko uskutočnený (MŽP SR 2009; MŽP SR 2015).

V usmernení CIS č. 18 sa odporúča v teste chránených vodohospodárskych oblastí/ochranných pásiem vodárenských zdrojov hodnotiť, či nedošlo k zhoršeniu kvality vody určenej pre ľudskú spotrebu (smernica 2006/118/ES čl. 4 ods. 2 (c) (iii) a príloha III ods. 4). Navrhovaná procedúra (obr. 3) odporúča v prvom kroku testu zhodnotiť zmeny v náročnosti úpravy surovej vody na pitnú. Nemal by byť žiaden dôkaz o zvýšení náročnosti úpravy vody zapríčinennej zmenami kvality (kvantity), vrátane zmien v zmiešavaní vôd a odstavenia záchytných miest. Druhým krokom by malo byť hodnotenie zhoršenia kvality surovej vody v mieste odberu pred akoukoľvek úpravou pre všetky relevantné ukazovatele (chemické, rádiologické a mikrobiologické). Mala by sa hodnotiť významná zmena spôsobená antropogénnym vplyvom prostredníctvom hodnotenia trendov ročných priemerov berúc do úvahy základné úrovne (požadované hodnoty) ukazovateľov. Nakoniec by sa mal zhodnotiť vplyv prípadnej významnej zmeny na náročnosť úpravy vody.



Obrázok 3 - Schéma návrhu testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (zdroj: CIS č. 18 - Usmernenie o hodnotení stavu podzemných vôd a hodnotení trendov) ÚPzV - útvar podzemnej vody

## 2. Metodika testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu

Po preštudovaní dostupnej literatúry sme navrhli metodiku hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu v súlade s čl. 7 RSV a odporúčením usmernenia CIS č. 18. Metodika testu vychádza z kombinácie metodík navrhnutých expertami z Anglicka (UKTAG 2012) a Českej republiky (Hrabánková a kol., 2014). Metodika bola prispôbená pre podmienky SR. Test hodnotí významnú zmenu kvality surovej vody (z podzemných zdrojov určenú na ľudskú spotrebu) spôsobenú antropogénnym vplyvom prostredníctvom hodnotenia trendov ročných priemerov.

Metodika vyvinutá Anglickom začína test skríningom, ktorým sa odberné miesta automaticky hodnotia ako v dobrom stave, ak priemer hodnôt ukazovateľov za posledných 6 rokov nepresahuje 50 % z limitu pre pitnú vodu. Ďalej test zahŕňa dva základné kroky, prvým je hodnotenie, či kvalita neupravenej/surovej vody prekračuje prahové hodnoty a druhým, či existuje zhoršenie (vzostupný trend), ktoré by mohlo viesť k potrebe novej alebo dodatočnej úpravy vody. Testom kvality vody určenej na ľudskú spotrebu sa hodnotia zmeny kvality surovej vody, preto nevyhnutne nevyžadujú informácie o úprave vody.

Metodika vyvinutá expertami z Českej republiky hodnotí kvalitu surovej vody podľa zaradenia do jednej z kategórií (A1, A2, A3, > A3) štandardných metód úprav povrchovej alebo podzemnej vody na pitnú vodu. V hodnotení na úrovni útvarov podzemných vôd zohľadňuje odobrané množstvo vody. Ak percentuálny podiel nevyhovujúcich odberov z celkového množstva vody nepresiahne 10 %, je útvar klasifikovaný vo vyhovujúcom stave. V prípade, že podiel nevyhovujúcich odberov je medzi 10 – 25 %, je útvar zaradený do kategórie potenciálne nevyhovujúceho stavu (kategória vyžadujúca návrh opatrení). Útvar je klasifikovaný v nevyhovujúcom stave, ak podiel nevyhovujúcich odberov presiahne 25 %. Avšak, ak je preukázané, že nevyhovujúci stav v zdrojoch pitnej vody je dôsledkom prírodných

podmienok, nie antropogénneho znečistenia, nie je takýto nevyhovujúci stav v útvare považovaný za nedosiahnutie environmentálneho cieľa RSV.

## 2.1. Úprava dát

Vstupnými dátami pre test boli hodnoty ukazovateľov kvality surovej vody pred akoukoľvek úpravou v mieste odberu podzemnej vody určenej na ľudskú spotrebu. Boli spracované údaje reportované 14 vodárenskými spoločnosťami (VS) za časové obdobie 10 rokov (2008 - 2017). Údaje o zmene a miere/náročnosti úpravy surovej vody na pitnú sa centrálnne nezhrmažďujú, a preto nevstupovali do hodnotenia testom kvality vody určenej na ľudskú spotrebu v tomto hodnotiacom cykle plánu manažmentu povodí. Údaje o kvalite využívaných zdrojov pitných vôd jednotlivých vodárenských spoločností sú zhromažďované v systéme ZBERVaK spravovanom Výskumným ústavom vodného hospodárstva (VÚVH).

Podľa usmernenia CIS č. 18 by sa mali hodnotiť všetky ukazovatele sledované podľa smernice 98/83/ES o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu, vrátane chemických, mikrobiologických a rádiologických ukazovateľov. Vodárenské spoločnosti stanovovali počas rokov 2016 - 2017 v surovej vode spolu 73 ukazovateľov, z ktorých bolo na základe početností meraní jednotlivými VS a zdravotnej významnosti ukazovateľov vybraných 44 relevantných ukazovateľov: 4 mikrobiologické, 37 chemických a 3 rádiologické (tab. 1).

V teste kvality vody určenej na ľudskú spotrebu sa hodnotili všetky relevantné ukazovatele v rozsahu vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou, okrem tých, ktoré sú uvedené v prílohe č. 1 časti B tabuľky c) „Ukazovatele vyšetrované pri dezinfekcii a chemickej úprave pitnej vody“, e) „Látky, ktorých prítomnosť je v pitnej vode žiaduca“ a časti C ukazovatele č. 77 – 83 „Prírodné rádionuklidy“. Ukazovatele, ktoré neboli uvedené vo vyhláške MZ SR č. 247/2017 Z. z. boli prevzaté z vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody a na sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch alebo z nariadenia vlády SR č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu<sup>1</sup>.

Príprava dát zahŕňala kontrolu, zjednotenie názvov a identifikačných kódov odberných miest počas jednotlivých rokov, priradenie technických údajov (súradnice, príp. hĺbka vrtu) k odberným miestam a určenie ich príslušnosti k útvarom podzemných vôd. Keďže test kvality vody určenej na ľudskú spotrebu má hodnotiť surovú vodu pred akoukoľvek úpravou, zo zoznamu odberných miest boli vyradené pre tento test nerelevantné odberné miesta (úpravne vôd, združené odbery, zmiešané vzorky, čerpacie stanice, pozorovacie vrty), a tiež vodárenské zdroje povrchových vôd (toky, potoky, vodné nádrže). V prípade, že súradnice vodárenského zdroja boli neznáme, boli mu priradené fiktívne súradnice stredu príslušnej obce, ak sa obec celou rozlohou nachádzala v jednom ÚPzV. V opačnom prípade bol zdroj s neznámymi súradnicami vylúčený z hodnotenia úplne.

---

<sup>1</sup> Nariadenie vlády SR č. 496/2010 Z. z. už nie je v účinnosti, bolo nahradené vyhláškou MZ SR č. 247/2017 s účinnosťou od 15. 10. 2017. Z dôvodu, že sa hodnotenie uskutočňuje za obdobie rokov 2008 – 2017, boli pre niektoré ukazovatele, ktoré už nie sú v novej vyhláške, ale vodárenské spoločnosti ich stále monitorujú použité limity z tejto vyhlášky (styrén, tetrachlórmetán, toluén, xylén, celkové rozpustné látky a nasýtenie vody kyslíkom).

## 2.2. Metodika testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre hodnotenie na úrovni odberných miest

Na hodnotenie chemického stavu ÚPzV vyžaduje čl. 3 smernice 2006/118/ES použitie:

- normy kvality podzemných vôd
- prahové hodnoty

V teste kvality vody určenej na ľudskú spotrebu boli použité prahové hodnoty (PH) určené nariadením vlády SR č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd a normy kvality (NK) podzemných vôd zo smernice 2006/118/ES v prílohe I (dusičnany, pesticídy spolu).

Pre ukazovatele, ktorých PH nie je uvedená v nariadení vlády SR č. 282/2010 Z. z., sa PH odvodila ako 75 % z limitnej hodnoty (LH) (štandardu ukazovateľa pre pitnú vodu z vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z. o kvalite pitnej vody. Limitné hodnoty ukazovateľov, ktoré neboli uvedené vo vyhláške MZ SR č. 247/2017 Z. z. boli prevzaté z vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z. alebo z nariadenia vlády SR č. 496/2010 Z. z.. Prahové hodnoty boli odvodené z limitných hodnôt (PH = 75 % LH) v súlade s metodikou použitou pre odvodenie organických znečisťujúcich látok pre všeobecný test hodnotenia kvality vody (GQA test) (Bubeníková a kol., 2020). Keďže znečistenie mikroorganizmami je možné odstrániť pomerne jednoduchou technologickou úpravou vody, limity pre mikrobiologické ukazovatele boli prevzaté z vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z. kategórie A1, ktoré sú menej prísne ako limit z vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z. (kde pre všetky štyri vybrané mikrobiologické ukazovatele je limit rovný 0 KTJ/100 ml alebo 0 jedincov/ml).

V **tabuľke 1** sú prehľadne uvedené PH/NK a LH relevantných ukazovateľov použitých v teste. Pre niektoré menej významné ukazovatele, ako sú mikrobiologické ukazovatele (*E. coli*, koliformné baktérie, enterokoky, živé organizmy) alebo všeobecné chemické ukazovatele (absorbancia, celkové rozpustné látky, chemická spotreba kyslíka manganistanom, reakcia vody pH) boli zvolené menej prísne kritéria testu, kde PH sa neodvodila ako 75 % LH, ale sa rovná LH. Taktiež (ďalej v teste) pri hodnotení významne a trvalo vzostupného trendu sa pre tieto ukazovatele nepoužila 75 % PH, ale PH (LH).

Test kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda) pre hodnotenie na úrovni odberných miest je schematicky znázornený na **obrázku 4**. Prvá časť testu pozostáva zo skríningu, ktorý porovnáva priemer z rokov 2016 - 2017 voči skrínigovej hodnote. Skrínigová hodnota je rovná 50 % PH/NK. Odberné miesta, v ktorých ani jeden z ukazovateľov neprekročil skrínigovú hodnotu, boli hodnotené ako v dobrom/vyhovujúcom stave.

Pre ukazovatele monitorované v jednotlivých odberných miestach, ktoré prekročili skrínigovú hodnotu, bol vytvorený časový rad z ročných priemerov hodnôt nameraných v období 2008 - 2017. Tento časový rad sa testoval na prítomnosť štatisticky významného vzostupného trendu podľa metodiky podrobne rozpisanej v časti *Metodika pre hodnotenie trendov na úrovni odberných miest*. Pri hodnotení ukazovateľa pH sme venovali pozornosť nielen vzostupným, ale aj štatisticky významným klesajúcim trendom, keďže pH musí byť podľa vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z. v rozmedzí hodnôt 6,5 – 9,5.

Ak sa nepotvrdila prítomnosť štatisticky významného vzostupného trendu (pri pH aj klesajúceho), ukazovateľ bol hodnotený ako v dobrom stave. Následne, informácia o tom, či priemer posledných dvoch rokov presiahol 75 % PH/NK (resp. PH, pre *E. coli*, koliformné baktérie, enterokoky, živé



organizmy, absorbančiu, celkové rozpustné látky, chemickú spotrebu kyslíka manganistanom, reakciu vody pH) bližšie zaradila ukazovateľ do dobrého stavu s nízkou alebo vysokou spoľahlivosťou.

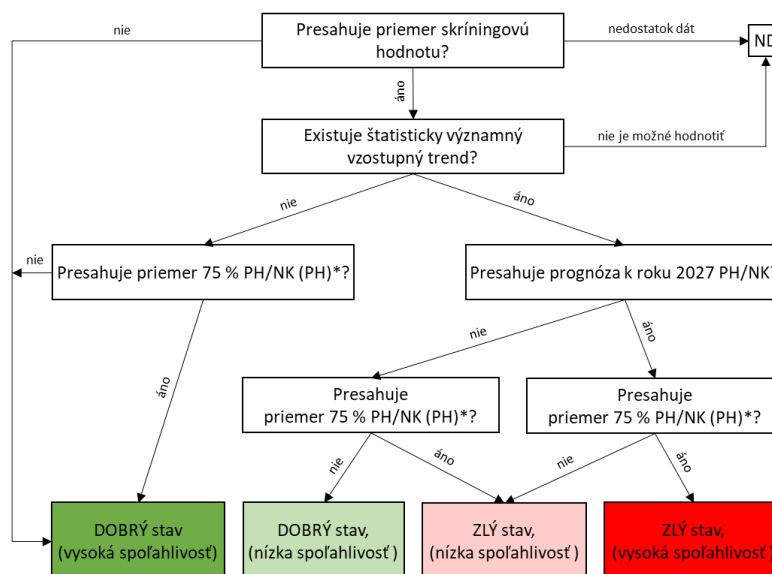
V prípade, že sa v časovom rade použitými štatistickými metódami preukázala prítomnosť vzostupného trendu, skúmali sme ďalšie dve kritéria:

- Presahuje prognóza k roku 2027 (predpovedaná hodnota koncentrácie na konci ďalšieho plánu manažmentu povodí) PH/NK?
- Presahuje priemer posledných dvoch rokov v časovom rade 75 % PH/NK (PH)?

Ak boli splnené obe kritéria, priemer presiahol 75 % PH/NK (PH) a aj prognóza k roku 2027 presiahla PH, ukazovateľ bol hodnotený ako v zlom stave s vysokou spoľahlivosťou hodnotenia. Ak bolo splnené len jedno z kritérií, priemer presiahol 75 % PH/NK (PH) alebo prognóza k roku 2027 presiahla PH/NK, ukazovateľ bol hodnotený ako v zlom stave s nízkou spoľahlivosťou. Ukazovateľ hodnotený v zlom stave s nízkou alebo vysokou spoľahlivosťou môžeme označiť aj za ukazovateľ s významne a trvalo vzostupným trendom na úrovni odberného miesta.

Ak nebolo splnené ani jedno z kritérií, priemer nepresiahol 75 % PH/NK (PH) a ani prognóza k roku 2027 nepresiahla PH, ukazovateľ bol hodnotený ako v dobrom stave s nízkou spoľahlivosťou.

Odberné miesto bolo výsledne hodnotené ako v dobrom stave, ak žiaden z ukazovateľov nebol vyhodnotený ako v zlom stave (vysoká alebo nízka spoľahlivosť). Ak niektorý z ukazovateľov v odbernom mieste bol hodnotený ako v zlom stave, odberné miesto sa vyhodnotilo ako v zlom stave kvôli danému ukazovateľu.



Obrázok 4 - Schéma hodnotenia testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu na úrovni odberného miesta

ND - nedostatok/žiadne dáta

PH - prahová hodnota

NK - norma kvality

\*pre mikrobiologické ukazovatele (*E. coli*, koliformné baktérie, enterokoky, živé organizmy) a všeobecné chemické ukazovatele (absorbancia, celkové rozpustné látky, chemická spotreba kyslíka manganistanom, reakcia vody pH) boli zvolené menej prísne kritéria - namiesto 75 % PH bola použitá PH

Tabuľka 1 - Prahové a limitné hodnoty vybraných relevantných ukazovateľov použitých v teste kvality vody určenej na ľudskú spotrebu

Skupina	Ukazovateľ	Symbol	Jednotka	PH pre test Pitná voda	*Pozn.	LH	Podľa vyhlášky	Druh limitu
Mikrobiologické ukazovatele	<i>Escherichia coli</i>	EC	KTJ/100 ml	25	c	25	636/2004 Z. z., Príloha č. 1, Tab. č. 2, Kat. A1, 1	MH
	Koliformné baktérie	KB	KTJ/100 ml	50	c	50	636/2004 Z. z., Príloha č. 1, Tab. č. 2, Kat. A1, 2	MH
	Enterokoky	EK	KTJ/100 ml	300	c	300	636/2004 Z. z., Príloha č. 1, Tab. č. 2, Kat. A1, 3	MH
	Živé organizmy	ŽO	jedince/ml	10	c	10	636/2004 Z. z., Príloha č. 1, Tab. č. 2, Kat. A1, 4	MH
Chemické ukazovatele	Antimón	Sb	mg/l	0,00375	b	0,005	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 14	NMH
	Arzén	As	mg/l	0,0053 - 0,0100	a	0,01	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 15	NMH
	Bór	B	mg/l	0,75	b	1	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 16	NMH
	Dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	a	50	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 17	NMH
	Dusitany	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,26 - 0,30	a	0,5	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 18	NMH
	Fluoridy	F <sup>-</sup>	mg/l	0,8 - 1,0	a	1,5	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 19	NMH
	Chróom	Cr	mg/l	0,025 - 0,027	a	0,05	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 20	NMH
	Kadmium	Cd	mg/l	0,0025 - 0,0035	a	0,005	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 21	NMH
	Kyanidy	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,0375	b	0,05	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 22	NMH
	Meď	Cu	mg/l	1,000 - 1,005	a	2	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 23	MH
	Nikel	Ni	mg/l	0,015	b	0,02	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 24	NMH
	Olovo	Pb	mg/l	0,0053 - 0,0100	a	0,01	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 25	NMH
	Ortuť	Hg	mg/l	0,0005 - 0,0008	a	0,001	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 26	NMH
	Selén	Se	mg/l	0,005 - 0,006	a	0,01	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. a) 27	NMH
	Benzén	-	µg/l	0,8	a	1	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 29	NMH
	Dichlórbenzén	DCB	µg/l	0,23	a	0,3	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 31	MH
	Dichlóretán	DCA	µg/l	2,3	a	3	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 32	NMH
	Pesticídy spolu	PLs	µg/l	0,5	a	0,5	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 35	NMH
	Polycyklické aromatické uhl'ovodíky	PAU	µg/l	0,08	a	0,1	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 36	NMH



Skupina	Ukazovateľ	Symbol	Jednotka	PH pre test Pitná voda	*Pozn.	LH	Podľa vyhlášky	Druh limitu
	<b>Benzo(a)pyrén</b>	B(a)P	µg/l	0,008	<i>a</i>	0,01	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 37	NMH
	<b>Styrén</b>	ST	µg/l	15	<i>b</i>	20	496/2010 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 42.	NMH
	<b>Tetrachlórétén</b>	PCE	µg/l	7,5	<i>a</i>	10	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 39	NMH
	<b>Tetrachlórmetán</b>	CCl <sub>4</sub>	µg/l	1,5	<i>b</i>	2	496/2010 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 44.	MHRR
	<b>Toluén</b>	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	µg/l	37,5	<i>b</i>	50	496/2010 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 45.	MH
	<b>Trichlórétén</b>	TCE	µg/l	7,5	<i>a</i>	10	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 39	NMH
	<b>Xylén</b>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	µg/l	75	<i>b</i>	100	496/2010 Z. z., Príloha č. 1, B. b) 48.	MH
	<b>Absorbancia (254 nm, 1 cm)</b>	A <sup>254</sup>	a.u.	0,08	<i>c</i>	0,08	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 54	MH
	<b>Amónne ióny</b>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,26 - 0,90	<i>a</i>	0,5	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 55	MH
	<b>Celkové rozpustné látky</b>	RL	mg/l	1 000	<i>c</i>	1 000	636/2004 Z. z., Príloha č. 1, Tab. č. 2, Kat. A1, 23	MH
	<b>Chemická spotreba kyslíka manganistanom</b>	CHSK <sub>Mn</sub>	mg/l	3	<i>c</i>	3	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 57	MH
	<b>Chloridy</b>	Cl <sup>-</sup>	mg/l	125,7 - 177,0	<i>a</i>	250	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 58	MH
	<b>Mangán</b>	Mn	mg/l	0,027 - 0,700	<i>a</i>	0,05	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 59	MH
	<b>Reakcia vody</b>	pH	-	6,5 - 9,5	<i>c</i>	6,5 - 9,5	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 60	MH
	<b>Sírany</b>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	129,8 - 216,5	<i>a</i>	250	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 61	MH
	<b>Zinok</b>	Zn	mg/l	2,25	<i>b</i>	3	636/2004 Z. z., Príloha č. 1, Tab. č. 2, Kat. A1, 36	MH
	<b>Železo</b>	Fe	mg/l	0,103 - 0,600	<i>a</i>	0,2	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 66	MH
<b>Sodík</b>	Na <sup>+</sup>	mg/l	50,5 - 119,8	<i>a</i>	200	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, B. d) 68	MH	
Rádiologické ukazovatele	<b>Celková objemová aktivita alfa</b>	a <sub>vα</sub>	Bq/l	0,075	<i>b</i>	0,1	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, C. 74	IH
	<b>Celková objemová aktivita beta</b>	a <sub>vβ</sub>	Bq/l	0,375	<i>b</i>	0,5	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, C. 75	IH
	<b>Objemová aktivita radónu 222</b>	<sup>222</sup> Rn	Bq/l	75	<i>b</i>	100	247/2017 Z. z., Príloha č. 1, C. 73	IH

\* Poznámka k prahovej hodnote pre test kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda):

*a* - Prahová hodnota z nariadenia vlády SR č. 282/2010 Z. z., Príloha č. 1, rozsah PH pre anorganické znečisťujúce látky platí pre jednotlivé ÚPzV, v prípade organických látok sú PH rovnaké pre všetky ÚPzV, v prípade dusičnanov a pesticídov spolu platí príslušná norma kvality (NK) podzemných vôd zo smernice 2006/118/ES, Príloha I.

*b* - Prahová hodnota odvodená ako 75 % limitnej hodnoty. Limitná hodnota z vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z., vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z. alebo z nariadenia vlády SR č. 496/2010 Z. z.

*c* - Prahová hodnota rovná sa limitnej hodnote. Limitná hodnota z vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z., vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z. alebo z nariadenia vlády SR č. 496/2010 Z. z.

KTJ - kolóniu tvoriaca jednotka

MH – Medzná hodnota je hodnota ukazovateľa kvality pitnej vody, ktorej prekročením stráca pitná voda vyhovujúcu kvalitu v ukazovateli, ktorého hodnota bola prekročená.

NMH – Najvyššia medzná hodnota je hodnota zdravotne významného ukazovateľa kvality pitnej vody, ktorej prekročenie vylučuje použitie vody ako pitnej.

IH – Indikačná dávka je hodnota efektívnej dávky v priemere za kalendárny rok z príjmu prírodných rádionuklidov alebo umelých rádionuklidov pitnou vodou.

MHRR – Medzná hodnota referenčného rizika je hodnota ukazovateľa kvality pitnej vody s bezprahovým účinkom, ktorej prekročenie vylučuje použitie vody ako pitnej.

PH – Prahová hodnota

LH – Limitná hodnota

NK – Norma kvality

## Metodika pre hodnotenie trendov na úrovni odberných miest

Metodika pre hodnotenie trendov na úrovni odberných miest je zhodná (t.j. bola prevzatá) s národnou metodikou pre hodnotenie trendov (Chriaštel' a Kullman 2015). Podrobnosti o stanovení významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a o postupoch na ich zvrátenie ustanovuje vyhláška MŽP SR č. 73/2011 Z. z. a smernica 2006/118/ES čl. 5 identifikácia významných a trvalo vzostupných trendov a definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov.

Hodnoty namerané pod limitom kvantifikácie (LOQ) boli cenzurované - nahradené najvyššou hodnotou LOQ pre daný ukazovateľ za skúmané časové obdobie 2008 - 2017. Ak bola reálne nameraná nižšia hodnota ako maximum LOQ, aj táto hodnota bola nahradená maximom LOQ. Táto primárna úprava dát sa robila, aby sa predchádzalo falošne pozitívnym trendom.

Údaje sa agregovali vypočítaním priemerov ročných hodnôt pre jednotlivé ukazovatele v jednotlivých odberných miestach všetkých vodárenských spoločností za časové obdobie 2008 - 2017.

Pre každý časový rad boli vypočítané základné charakteristiky (počet hodnotených rokov, počet meraní, počet a percento cenzurovaných hodnôt).

Vzniknuté časové rady, museli spĺňať nasledujúce kritéria, aby mohli byť štatisticky hodnotené na prítomnosť trendu:

- minimálny rozsah časového radu musí byť 6 rokov,
- posledná hodnota v časovom rade musí byť minimálne z roku 2015,
- medzera v časovom rade nesmie presiahnuť 1 rok,
- percento cenzurovaných údajov nesmie presiahnuť 50 %.

Ak nebolo splnené niektoré z kritérií, časový rad nebolo možné hodnotiť (ND). Vyhovujúce časové rady boli testované, či pochádzajú z normálneho rozdelenia, použitím Shapiro-Wilkovho a Lillieforstovho testu. Normálne rozdelenie bolo klasifikované len v prípade potvrdenia oboma testami. Nulová hypotéza oboch testov hovorí, že dáta pochádzajú z normálneho rozdelenia. Shapiro-Wilkov test porovnáva namerané dáta s teoretickým rozdelením dát, ak by pochádzali z normálneho rozdelenia. Hodnota  $W$  Shapiro-Wilkovho testu (Shapiro Wilk Test Statistic) bola vypočítaná z dát časového radu, a k nej sa priradila pravdepodobnosť  $p$ . Ak hodnota pravdepodobnosti  $p$  (Shapiro Wilk Critical Value) väčšia ako 0,05 nemôžeme zamietnuť nulovú hypotézu, že dáta pochádzajú z normálneho rozdelenia. Ak  $p < 0,05$  zamietneme nulovú hypotézu a môžeme s 95 % istotou prehlásiť, že dáta nepochádzajú z normálneho rozdelenia. Lillieforstov test porovnáva vypočítanú kritickú hodnotu  $D$  (Lillieforst Test Statistic) a hodnotu  $D_n$  (Lillieforst Critical Value) na hladine významnosti  $\alpha$ . Ak je hodnota  $D < D_n$ , dáta pochádzajú z normálneho rozdelenia. Na výpočet testov normality dát bol použitý štatistický doplnok Excelu Real Statistics (<http://www.real-statistics.com/>).

Štatistická významnosť trendov bola testovaná neparametrickým Mann-Kendallovým testom (Salmi a kol., 2002) a parametrickou lineárnou regresiou. Za štatisticky významný trend (klesajúci alebo vzostupný) bol označený taký, ktorý bol potvrdený aspoň jedným z testov. Nulová hypotéza Mann-Kendallovho testu je, že neexistuje trend v časovom rade. Každá hodnota časového radu sa navzájom porovnáva s nasledujúcimi hodnotami v časovom rade a vypočíta sa testovacia štatistika (M-K (S), M-K (Z)). Pre časové rady, ktoré majú menej ako 10 údajov v časovom rade sa vypočítala S štatistika (pre 10 a viac údajov sa vypočítala Z štatistika z variancie S štatistiky). Ak rozdiel dvoch hodnôt idúcich za sebou v časovom rade je väčší ako nula, S štatistika sa zvýši o 1. Ak je rozdiel menší ako nula, zníži sa o 1. Ak sú hodnoty v časovom rade rovnaké, nemení sa ani S štatistika. Hodnota S je porovnávaná

s teoretickým rozdelením pomocou obojstranného testu (two tailed test), ktorý určí, či ide o štatisticky významný trend. Výsledná kladná alebo záporná hodnota S/Z určuje, či je trend rastúci alebo klesajúci. Celý Mann-Kendallov test bol realizovaný s využitím makra programu Excel MAKESENS1.0 vytvoreného fínskym meteorologickým inštitútom (<https://en.ilmatieenlaitos.fi/makesens>).

Mann-Kendallov test nevyžaduje, aby pochádzali dáta z normálneho rozdelenia na rozdiel od parametrickej lineárnej regresie, ktorá má však väčšiu silu odhaliť štatisticky významný trend. Hodnota ANOVA (p) vyjadruje ako dobre dáta reprezentujú lineárny fit. Ak je hodnota menšia ako 0,05, trend je štatisticky významný. Vzostupný alebo klesajúci trend sa určí podľa znamienka smernice lineárnej priamky. Lineárna regresia a ANOVA boli realizované štandardným doplnkom Microsoft Office Excel 2013 - analýzou dát.

Všetky štatistické testy boli hodnotené na hladine významnosti  $\alpha = 5 \%$ .

Pre všetky štatisticky významné vzostupné trendy boli vypočítané prognózané hodnoty lineárneho trendu k roku 2027 a priemer z údajov nameraných za posledné 2 roky (priemer 2017 - 2016 alebo 2016 - 2015). Pre časové rady s normálnym rozdelením údajov bola prognózaná hodnota vypočítaná z rovnice lineárnej regresie a pre časové rady, ktorých údaje nepochádzali z normálneho rozdelenia, bol použitý Senov neparametrický postup. Senov odhad smernice Q predstavuje medián z hodnôt smerníc vypočítaných zo všetkých dátových dvojíc v časovom rade. Konštanta B v lineárnej rovnici je odhadnutá podobne. Senov neparametrický postup bol realizovaný pomocou Excel MAKESENS 1.0.

Štatisticky významný vzostupný trend bol klasifikovaný ako významný a trvalo vzostupný trend (VTVzT), ak priemer údajov z posledných 2 rokov bol vyšší ako 75 % PH/NK (PH) alebo prognózaná hodnota k roku 2027 prevýšila príslušnú PH/NK (tab. 1).

### **2.3. Metodika testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre hodnotenie na úrovni útvarov podzemných vôd**

Podľa usmernenia CIS č. 18 pre všeobecný test hodnotenia kvality podzemnej vody (GQA test) by sa malo hodnotenie jednotlivých odberných miest premietnuť do hodnotenia celého útvaru na základe plochy alebo objemu podzemnej vody prislúchajúcej k odbernému miestu. Odporúčané je hodnotiť ÚPzV ako v zlom stave, ak plocha alebo objem v zlom stave presiahne 20 % z celkovej plochy útvaru alebo objemu.

Vyhodnotenie na základe celkových odberov alebo priemernej výdatnosti odberných miest nebolo možné kvôli nekonzistentnosti dát pre jednotlivé odberné miesta. Preto sa vyhodnotenie premietlo na plochu ÚPzV.

Vo výslednom hodnotení na úrovni útvarov sa v prvom rade zohľadnil:

- počet a percento odberných miest hodnotených ako v zlom stave v danom ÚPzV.

Ak nebolo žiadne z odberných miest v zlom stave kvôli niektorému z ukazovateľov, hodnotili sme celý útvar podzemnej vody ako v dobrom chemickom stave. Ak bolo niektoré z odberných miest hodnotené v zlom stave (niektorý z ukazovateľov vykazoval za vyhodnocované obdobie významne a trvalo vzostupný trend), zohľadňovali sa ďalšie faktory:

- odhad percentuálneho podielu plochy útvaru podzemnej vody rovný alebo presahujúci PH/NK, vypočítaný metódou jednoduchého krigingu. Bodové údaje z odberných miest v danom ÚPzV reprezentované priemerom posledných dvoch rokov boli interpolované

na plochu útvaru podzemnej vody pomocou metódy kríningu. Pre interpoláciu krigingom bol použitý softvér ArcGIS 10.5 s modulom Geostatistical Analyst, zvolený bol „Kriging ordinary“. Metóda krigingu má limitácie, ktoré vyplývajú z počtu a polohy odberných miest a (ne)homogenity horninového podložia. Preto je potrebné výsledky z tejto metódy brať len ako informatívne premietnutie bodovej hodnoty na plochu, nie ako odhad reálnej koncentrácie na danom mieste. Podľa percentuálneho podielu plochy v zlom stave (interpolované hodnoty  $\geq$  PH/NK) k ploche celého útvaru podzemnej vody sme útvary hodnotili predbežne ako:

- < 5 % - v dobrom chemickom stave,
- 5 – 20 % - v riziku,
- > 20 % - v zlom chemickom stave.
- expertné posúdenie:
  - posúdenie pôvodu ukazovateľa (antropogénny a/alebo prírodný) zohľadnením pozadových hodnôt (Bodiš a kol., 2008),
  - zdravotná významnosť ukazovateľa,
  - priemer koncentrácií ukazovateľa z roku 2018.

Navrhnutá metóda testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu má isté nedostatky, kvôli ktorým môže byť hodnotenie skreslené. Vodárenská spoločnosť môže mať zdroj, v ktorom preventívne kontroluje kvalitu vody, ale v skutočnosti z neho neodoberá vodu na pitné účely, odber je nulový, tzn. že tento vodárenský zdroj sa nepoužíva, ale je udržiavaný ako záložný zdroj v prípade potreby. V bežnej vodárenskej praxi sa voda zmiešava z viacerých zdrojov/studní. Môže nastať situácia, kedy niektorý ukazovateľ nevyhoví limitom pre pitnú vodu, ale po následnom zmiešaní s vodou z ostatných zdrojov dôjde k dostatočnému nariadeniu (zníženiu koncentrácie na vyhovujúcu). Z tohto dôvodu, všetky útvary podzemných vôd, v ktorých bolo aspoň jedno odberné miesto hodnotené ako v zlom stave, boli posudzované aj na základe expertného posúdenia, v ktorom bol zohľadnený okrem iného aj budúci vývoj koncentrácie ukazovateľa, kde sme ako pomocnú hodnotu zobrali priemer ukazovateľa v roku 2018. Táto hodnota nevstupovala do časového radu pre hodnotenie trendov, mala len informatívny charakter o aktuálnom vývoji koncentrácie v danom odbernom mieste.

### Spôľahlivosť hodnotenia

Pre hodnotenie chemického stavu ÚPzV podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu boli použité 4 miery spoľahlivosti (v súlade s hodnotením použitým pre hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd podľa GQA testu (MŽP SR 2015)):

- 0 – bez informácií – nehodnotený stav,
- 1 – nízka miera spoľahlivosti – bez údajov z monitorovania alebo v útvare sa nenachádzajú žiadne podzemné zdroje pitnej vody,
- 2 – stredná miera spoľahlivosti – obmedzené alebo nedostatočné údaje z monitorovania; významnú úlohu v hodnotení stavu zohráva expertné posúdenie,
- 3 – vysoká miera spoľahlivosti – spoľahlivé údaje z monitorovania a dobrý koncepčný model systému založený na informáciách o prírodných charakteristikách a pôsobiacich vplyvoch na vodný útvary.

## 3. Výsledky a diskusia

### 3.1. Vyhodnotenie skríningu

Predbežné výsledky skríningu 1980 odberných miest zo 14 vodárenských spoločností ukázali, že v 270 odberných miestach vyhovel skríningu všetky hodnotené ukazovatele. Hodnotené relevantné ukazovatele, ktoré neprekročili skrínigovú hodnotu v žiadnom z odberných miest, boli meď, dichlóretán, pesticídy spolu, styrén, toluén a xylény. Najčastejšie prekračovali skrínigovú hodnotu ukazovatele ako mangán, koliformné baktérie a železo. Je nutné uviesť, že výsledky skríningu sú skreslené z dôvodu toho, že sú medzi nimi zahrnuté aj odberné miesta s meraniami, v ktorých hodnota limitu kvantifikácie (LOQ) presiahla prísnu skrínigovú hodnotu. Tieto odberné miesta boli v ďalšom kroku z testu vylúčené, pretože časové rady obsahujúce viac ako 50 % hodnôt pod LOQ nebolo možné relevantne hodnotiť štatistickými testami na prítomnosť významných trendov.

Na základe skríningu vyplynulo, že je celkovo potrebné hodnotiť cez 6 000 časových radov na prítomnosť trendov (v súlade s metodikou pre hodnotenie trendov). Aby sme overili navrhnutú metodiku, či skrínig nevytlúčil aj niektoré časové rady s potenciálnou prítomnosťou trendu, do hodnotenia trendov vstúpili všetky ukazovatele zo všetkých odberných miest, teda celkom viac ako 87 000 časových radov. Výsledkom bolo potvrdenie navrhnujetej metodiky, t. j. že prísne skrínigové hodnoty sú opodstatnené, keďže u žiadneho z časových radov pôvodne vylúčeného na základe skríningu sa následne štatisticky nepreukázal VTVzT.

### 3.2. Hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu na úrovni odberných miest

V [tabuľke 2](#) uvádzame odberné miesta so štatisticky významne a trvalo vzostupným trendom za testované obdobie (2008 - 2017), spolu so štatistickou metódou, ktorou bol trend potvrdený a hodnotami, voči ktorým bol hodnotený priemer z posledných dvoch rokov a prognóza k roku 2027. Pri už spomínaných ukazovateľoch (*E. coli*, koliformné baktérie, enterokoky, živé organizmy, absorbanca, celkové rozpustné látky, chemická spotreba kyslíka manganistanom a reakcia vody pH) neuvádzame 75 % PH (\*), priemer z posledných dvoch rokov bol v tomto prípade hodnotený voči PH (ktorá sa rovnala LH).

V nasledujúcich odstavcoch vysvetľujeme význam ukazovateľov, ktoré vykazovali v niektorom z odberných miest (OM) štatisticky významný a trvalo vzostupný trend (VTVzT). Zoradené sú od najčastejšie prekračovaného po najmenej často prekračovaný ukazovateľ na úrovni odberných miest.

**Dusičnany** sú v malých množstvách prirodzenou súčasťou vôd. Zvýšený výskyt dusičnanov vo vode indikuje nadmerné použitie hnojív, úniky odpadových vôd zo žump, septikov a živočíšnych fariem. V ľudskom tráviacom trakte sa dusičnany redukujú na toxickéjšie dusitany, ktoré po vstrebaní do krvi spôsobia premenu hemoglobínu na methemoglobín, ktorý nie je schopný viazať kyslík, tým sa zníži schopnosť krvi rozvádzať kyslík organizmom. Dusitany môžu tiež reagovať v žalúdku za vzniku karcinogénnych látok (Mogoňová a kol., 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 12 OM.

Prekročenie koncentrácie **železa**, ktoré nepresahuje 0,5 mg/l je v pitnej vode prípustné, ale len ak ide o železo z geologického podložja, a ak nedochádza k nežiadúcemu ovplyvneniu senzorických vlastností vody (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.). V podzemných vodách, ktoré predstavujú anoxické (bez prítomnosti kyslíka) redukčné prostredie, sa železo vyskytuje v oxidačnom stupni II ( $\text{Fe}^{2+}$ ) v koncentráciách, ktoré môžu rádovo dosahovať aj desiatky mg/l. Za prítomnosti kyslíka rýchlo oxiduje na stabilnejšie a menej rozpustné  $\text{Fe}^{3+}$ . Zvýšená koncentrácia železa je obvykle spojená so zvýšenou koncentráciou mangánu, pričom koncentrácia železa zvyčajne prevažuje (Pitter 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 10 OM.

**Koliformné baktérie** indikujú prítomnosť fekálneho znečistenia, a tým pádom slabú ochranu vodárenského zdroja. Môžu pochádzať z tráviaceho traktu teplokrvných živočíchov alebo pôdy, rastlín, či povrchovej vody. Ak sú prítomné koliformné baktérie existuje riziko, že spolu s nimi mohli preniknúť do vody aj iné patogénne mikroorganizmy (Mogoňová a kol., 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 9 OM.

**Mangán** nepriaznivo ovplyvňuje senzorické vlastnosti vody (hnedočierna farba, horká chuť) vo väčšej miere ako železo. Mangán môže vo vode pochádzať z výluhu pôd alebo z odumretých častí rastlín. Antropogénnym zdrojom mangánu môžu byť odpadové vody zo spracovania rúd a metalurgických závodov. (Mogoňová a kol., 2009) Prekročenie koncentrácie do 0,2 mg/l je v pitnej vode prípustné, ale len ak ide o mangán z geologického podložja, a ak nedochádza k nežiadúcemu ovplyvneniu senzorických vlastností vody (vyhláška č. 247/2017 Z. z.). Vzhľadom na slabú rozpustnosť  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  a vyšších oxidov mangánu, jeho koncentrácia vo vodách len zriedka prevyšuje hodnotu 1 mg/l (Pitter 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 7 OM.

**Sírany** sú zdravotne nevýznamným ukazovateľom. Avšak, vo vysokých koncentráciách môžu nepriaznivo ovplyvniť chuť vody, a ak sa vyskytujú spolu s vyššími koncentraciami horčíka a sodíka môžu pôsobiť laxatívne. Koncentrácia síranov by nemala prekračovať medznú hodnotu 250 mg/l (vyhláška č. 247/2017 Z. z.), aby voda nepôsobila agresívne (Pitter 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 5 OM.

**Amónne ióny** sa obvykle vyskytujú v podzemných vodách v nízkych koncentráciách. Amónne ióny sú z hygienického hľadiska veľmi významným ukazovateľom, keďže sú jedným z primárnych produktov rozkladu organických dusíkatých látok (živočíšnych aj rastlinných). Môžu indikovať kontamináciu fekáliami alebo dusíkatými hnojivami. Pri vyšších hodnotách pH ( $\text{pK}_a = 9,4$  pri 20 °C) prechádzajú na toxickejšiu nedisociovanú formu  $\text{NH}_3$  (Pitter 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 3 OM.

**Reakcia vody** (pH) vyjadruje koncentráciu vodíkových iónov v logaritmickú škálu (0-14). Pre väčšinu organizmov je optimálne pH pre život okolo hodnoty 7. Tento ukazovateľ je dôležitý z pohľadu ovplyvňovania priebehu chemických reakcií (priebehu rozkladu solí a toxicity niektorých látok) (Mogoňová a kol., 2009). Významný a trvalo klesajúci trend bol štatisticky potvrdený v 2 OM.

**Absorbancia** sa meria pri vlnovej dĺžke svetelného žiarenia 254 nm a dĺžke optickej dráhy 1 cm. Je to všeobecný ukazovateľ, ktorý indikuje prírodné znečistenie humínovými látkami (predovšetkým v povrchových vodách) alebo priemyselné znečistenie organickými aromatickými látkami. Pri tejto vlnovej dĺžke absorbujú vo všeobecnosti zlúčeniny s konjugovanými nenasýtenými väzbami, ale aj iné, napr. dusitany, dusičnany alebo trojmocné ióny železa. Preto má tento ukazovateľ bez ďalších analýz len obmedzenú výpovednú hodnotu (Pitter 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 2 OM.

**Celková objemová aktivita alfa** je ukazovateľ, ktorý hovorí o obsahu rádionuklidov s rádioaktívnou premenou alfa. Vo väčšine prípadov je spôsobená prírodnými rádionuklidmi (Pitter 2009). Aktivita alfa v podzemných vodách pochádza z hornín obsahujúcich urán, tórium, aktínium alebo rádium a môže

podliehať sezónnym variáciám. Odstraňovanie rádionuklidov z vody je náročná záležitosť, obvykle je vhodnejšie riešenie zmena zdroja vody. Vo vyhláške MZ SR č. 247/2017 Z. z. je uvedená indikačná hodnota 0,1 Bq/l, avšak vo vyhláške MŽP SR č. 636/2004 Z. z. sa uvádza medzná hodnota pre A1 kategóriu 0,2 Bq/l. VTVzT bol štatisticky potvrdený v 2 OM.

***Escherichia coli*** je jednoznačný indikátor čerstvého fekálneho znečistenia, keďže je výlučne črevného pôvodu a vyskytuje sa vo výkaloch. Jej prítomnosť poukazuje na závažné nedostatky v ochrane vodárenského zdroja (Mogoňová a kol., 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 2 OM.

**Sodík** je esenciálnym prvkom pre človeka, avšak, jeho nadmerný príjem môže nepriaznivo pôsobiť na zdravie osôb s kardiovaskulárnymi ochoreniami. Do vody sa môže dostať uvoľňovaním pri zvetrávaní niektorých hornín (hliníto kremičitanov), zo solných ložísk alebo minerálov. Antropogénnym zdrojom sodíka môžu byť niektoré priemyselné odpadové vody, výroba a aplikácia hnojív, zimné solenie cestných komunikácií alebo dokonca čiastočne z fekálneho znečistenia (Pitter 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 1 OM.

**Chemická spotreba kyslíka manganistanom** slúži pre odhad organického znečistenia. Organické znečistenie môže byť prírodného pôvodu (výluh organicky bohatých pôd, rozklad rastlinného a živočíšneho materiálu), ale aj antropogénneho pôvodu (únik toxických látok, napr. pesticídov alebo hnojív) (Mogoňová a kol., 2009). VTVzT bol štatisticky potvrdený v 1 OM.



Tabuľka 2 - Odberné miesta so štatisticky potvrdeným významne a trvalo vzostupným trendom za obdobie 2008 - 2017

Názov odberného miesta	Ukazovateľ	ÚPzV	Normálne rozdelenie	Potvrdzujúca štat. metóda	Priemer z posled. 2 rokov	75 % PH/NK (PH)	Prognóza k roku 2027	PH/NK	Hodnotenie (spôľahlivosť)
Holíčsky les, HŠ-22A	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SK1000100P	Áno	MK+ANOVA	393,0	118,8	808,6	158,4	ZLÝ (vysoká)
Holíčsky les, HŠ-22A	Fe	SK1000100P	Áno	MK	12,550	0,098	26,014	0,130	ZLÝ (vysoká)
Kalinkovo, NVZ-10	Mn	SK1000200P	Nie	MK	0,067	0,023	0,105	0,030	ZLÝ (vysoká)
Kľúčovec, HK 2	Mn	SK1000200P	Áno	ANOVA	0,078	0,023	0,106	0,030	ZLÝ (vysoká)
Kameničná, HK 1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SK1000300P	Áno	MK+ANOVA	0,48	0,20	0,66	0,26	ZLÝ (vysoká)
Bardejov, zberné drény	Fe	SK1001300P	Áno	MK	0,107	0,098	0,153	0,130	ZLÝ (vysoká)
Kopčany, HKH-4	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SK2000200P	Áno	ANOVA	0,62	0,21	1,26	0,28	ZLÝ (vysoká)
Skalica, TRD-1	Fe	SK2000200P	Nie	MK	1,470	0,094	3,158	0,125	ZLÝ (vysoká)
Píla, Maruša	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SK200030FK	Nie	MK	193,0	126,3	381,0	168,4	ZLÝ (vysoká)
Bodíky, HGB1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	SK2000500P	Áno	MK+ANOVA	0,33	0,20	0,86	0,27	ZLÝ (vysoká)
Bodíky, HGB1	Mn	SK2000500P	Áno	MK+ANOVA	0,845	0,023	1,919	0,030	ZLÝ (vysoká)
Baloň, HB2	Mn	SK2000500P	Nie	MK	0,105	0,023	0,168	0,030	ZLÝ (vysoká)
Medved'ov, HG2	Mn	SK2000500P	Nie	MK	0,137	0,023	0,144	0,030	ZLÝ (vysoká)
Prameň Medved' 1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2000900F	Áno	MK+ANOVA	38,05	37,50	57,19	50,00	ZLÝ (vysoká)
Prameň Medved' 2	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2000900F	Áno	MK+ANOVA	39,13	37,50	58,01	50,00	ZLÝ (vysoká)
Prameň Medved' 3	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2000900F	Áno	MK+ANOVA	39,40	37,50	60,02	50,00	ZLÝ (vysoká)
Hrnčiarovce, HTL 2	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	43,15	37,50	63,08	50,00	ZLÝ (vysoká)
Rakovice, HVV 4	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	62,77	37,50	94,26	50,00	ZLÝ (vysoká)
Rakovice, HVV 7	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	89,91	37,50	139,93	50,00	ZLÝ (vysoká)
Ružindol, HBK 1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	37,51	37,50	62,97	50,00	ZLÝ (vysoká)
Trnava - Bučianska, S-1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	42,94	37,50	58,34	50,00	ZLÝ (vysoká)
Trnava - Bučianska, S-3	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	63,35	37,50	83,66	50,00	ZLÝ (vysoká)
Leopoldov, S 3	Mn	SK2001000P	Áno	MK+ANOVA	0,183	0,020	0,252	0,027	ZLÝ (vysoká)
Leopoldov, S 3	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SK2001000P	Áno	ANOVA	159,3	123,4	231,7	164,5	ZLÝ (vysoká)

Názov odberného miesta	Ukazovateľ	ÚPzV	Normálne rozdelenie	Potvrdzujúca štat. metóda	Priemer z posled. 2 rokov	75 % PH/NK (PH)	Prognóza k roku 2027	PH/NK	Hodnotenie (spoľahlivosť)
Zavar, HZ 1	Mn	SK2001000P	Nie	MK	0,386	0,020	0,692	0,027	ZLÝ (vysoká)
Veľké Orvište, RH 16	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SK2001000P	Áno	ANOVA	213,9	123,4	269,1	164,5	ZLÝ (vysoká)
Štvrtok, HŠ9	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK200120FK	Áno	ANOVA	38,79	37,50	50,65	50,00	ZLÝ (vysoká)
Mníchova Lehota, Bysterce 1	kolif. bakt.*	SK200140KF	Áno	MK+ANOVA	54	50	113	50	ZLÝ (vysoká)
Malá Lehota - Debnárov štál, Nový prameň Debnárov	pH*	SK200150FK	Nie	MK	6,23	6,5-9,5	3,86	6,5-9,5	ZLÝ (vysoká)
Horovce, HLR-4	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001800F	Áno	ANOVA	27,10	37,50	57,16	50,00	ZLÝ (nízka)
Nemšová, DE 1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SK2001800F	Áno	MK+ANOVA	49,35	37,50	68,08	50,00	ZLÝ (vysoká)
Čadca, U Priváry	Fe	SK2001800F	Nie	MK	0,200	0,094	0,176	0,125	ZLÝ (vysoká)
Horné Pršany, Pod vysočinou 1-4	kolif. bakt.*	SK200220FP	Nie	MK	100	50	221	50	ZLÝ (vysoká)
Železná Breznica, pr. č.3	A	SK200220FP	Nie	MK	0,10	0,08	0,13	0,08	ZLÝ (vysoká)
Železná Breznica, pr. č.4	A	SK200220FP	Áno	MK	0,11	0,08	0,19	0,08	ZLÝ (vysoká)
Hubová, Pod Brúsom	av <sub>ca</sub>	SK200270KF	Nie	MK+ANOVA	0,115	0,075	0,192	0,100	ZLÝ (vysoká)
Dolná Lehota, Hámor	<i>E. coli</i> *	SK200280FK	Áno	MK+ANOVA	51	25	115	25	ZLÝ (vysoká)
Dolná Lehota, Hámor	kolif. bakt.*	SK200280FK	Áno	MK+ANOVA	69	50	138	50	ZLÝ (vysoká)
Donovaly, U javora 1-6	<i>E. coli</i> *	SK200280FK	Nie	MK	41	25	91	25	ZLÝ (vysoká)
Donovaly, U javora 1-6	kolif. bakt.*	SK200280FK	Nie	MK	78	50	151	50	ZLÝ (vysoká)
Poniky, Horedolinie	kolif. bakt.*	SK200280FK	Áno	ANOVA	60	50	102	50	ZLÝ (vysoká)
Čierny Balog, Fajtov (Ramžovo) 1-2	pH*	SK200280FK	Áno	MK+ANOVA	6,05	6,5-9,5	3,55	6,5-9,5	ZLÝ (vysoká)
Liptovský Hrádok, Zapač č.1	av <sub>ca</sub>	SK200340KF	Nie	MK+ANOVA	0,160	0,075	0,222	0,100	ZLÝ (vysoká)
Liptovská Teplička, LT-21	Fe	SK200410KF	Nie	MK	0,130	0,086	0,190	0,115	ZLÝ (vysoká)
Liptovská Teplička, LT-22	Fe	SK200410KF	Nie	MK	0,112	0,086	0,137	0,115	ZLÝ (vysoká)
Slovinky, Poráč 1	kolif. bakt.*	SK200460KF	Áno	MK+ANOVA	74	50	251	50	ZLÝ (vysoká)
Slovinky, Poráč 2 A	kolif. bakt.*	SK200460KF	Áno	MK+ANOVA	78	50	251	50	ZLÝ (vysoká)
Slovinky, Poráč 2 B	kolif. bakt.*	SK200460KF	Áno	MK+ANOVA	87	50	275	50	ZLÝ (vysoká)
Majere, CK 8	Fe	SK2004700F	Áno	MK+ANOVA	0,365	0,083	0,864	0,110	ZLÝ (vysoká)

Názov odberného miesta	Ukazovateľ	ÚPzV	Normálne rozdelenie	Potvrdzujúca štat. metóda	Priemer z posled. 2 rokov	75 % PH/NK (PH)	Prognóza k roku 2027	PH/NK	Hodnotenie (spoľahlivosť)
Bohúňovo, VT-1	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SK200480KF	Nie	MK	103,0	125,7	194,0	167,6	ZLÝ (nízka)
Levoča, Regrunt	Fe	SK2004900F	Áno	ANOVA	0,180	0,079	0,363	0,105	ZLÝ (vysoká)
Brezovica III, S8	kolif. bakt.*	SK2004900F	Nie	MK	265	50	161	50	ZLÝ (vysoká)
Čermel'ske pramene	Na <sup>+</sup>	SK200500FK	Nie	MK	52,2	39,5	26,3	52,6	ZLÝ (nízka)
Boťany, S2	Fe	SK2005800P	Áno	MK+ANOVA	11,000	0,079	15,066	0,105	ZLÝ (vysoká)
Boťany, S3	Fe	SK2005800P	Nie	MK	11,000	0,079	13,158	0,105	ZLÝ (vysoká)
Boťany, S3	CHSK <sub>Mn</sub> *	SK2005800P	Nie	MK	3,2	3,0	5,1	3,0	ZLÝ (vysoká)

ÚPzV – útvar podzemnej vody, MK – Mann-Kedallov test, ANOVA – analýza rozptylu, PH - prahová hodnota

\* pre mikrobiologické ukazovatele (*E. coli*, koliformné baktérie, enterokoky, živé organizmy) a všeobecné chemické ukazovatele (absorbancia, celkové rozpustné látky, chemická spotreba kyslíka manganistanom, reakcia vody pH) boli zvolené menej prísne kritéria - namiesto 75 % PH bola použitá prahová hodnota (PH), pre tieto ukazovatele sa PH rovnala limitnej hodnote

### 3.3. Hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu na úrovni útvarov podzemných vôd

Podrobné hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu spolu s počtom/percentom odberných miest (OM) hodnotených ako v zlom stave, výsledkami krigingu, výsledným hodnotením chemického stavu ÚPzV a mierou spoľahlivosti hodnotenia je uvedené v [tabuľke 3](#). V grafoch sú zobrazené časové rady (ročné priemery) pre jednotlivé odberné miesta s ukazovateľmi hodnotenými v zlom stave (pre ktoré bol potvrdený štatisticky významný a trvalo vzostupný trend). Ďalej sú zobrazené použité kritéria testu – 75 % PH/NK, PH/NK a LH, tak ako je uvedené v [tabuľke 1](#) kapitole 2.2. *Metodika testu pre hodnotenie na úrovni odberných miest*. PH boli použité z nariadenia vlády SR č. 82/2010 Z. z. Pre ukazovatele, ktorých PH nie je uvedená v nariadení vlády SR č. 282/2010 Z. z., sa PH odvodila ako 75 % z limitnej hodnoty (LH) (štandardu ukazovateľa pre pitnú vodu z vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z., vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z., alebo nariadení vlády SR č. 496/2010 Z. z.). Pre dusičnany bola použitá normy kvality (NK) podzemných vôd zo smernice 2006/118/ES v prílohe I. Pre mikrobiologické ukazovatele (*E. coli*, koliformné baktérie, enterokoky, živé organizmy) a všeobecné chemické ukazovatele (absorbancia, celkové rozpustné látky, chemická spotreba kyslíka manganistanom, reakcia vody pH) sa PH rovnala LH. Limity pre mikrobiologické ukazovatele boli prevzaté z vyhlášky MŽP SR č. 636/2004 Z. z. kategórie A1. V grafoch zobrazujeme aj LH, ktoré ustanovujú požiadavky na kvalitu pitnej vody, aj keď neboli priamo použité v teste kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, ale pre lepšiu ilustráciu a úplnosť informácie o danom ukazovateľovi.

Pozad'ová hodnota (BKG – background value) je priestorovo a časovo charakteristický rozsah koncentrácie látky v podzemnej vode, ktorý nezahŕňa antropogénne a anomálne geogénne vplyvy (Bodiš a kol., 2008). Pozad'ové hodnoty prirodzene sa vyskytujúcich látok boli stanovené kombináciou štatistického a geochemického prístupu z údajov geochemického mapovania podzemných vôd a monitoringu kvality podzemných vôd (Bodiš a kol., 2008). V grafoch pozad'ová hodnota slúži k lepšej ilustrácii podmienok v danom ÚPzV a optimálnejšiemu expertnému posúdeniu.

V prípade, že dáta vykazovali normálne rozdelenie a zároveň bol trend potvrdený lineárnou regresiou, je zobrazená v grafe fialovou farbou priamka lineárnej regresie „Lineárny (ukazovateľ)“ spolu s rovnicou lineárnej priamky a rovnicou spoľahlivosti  $R^2$ . Priamka Senovho odhadu je zobrazená, ak dáta v časovom rade nevykazovali normálne rozdelenie a potvrdzujúcou štatistickou metódou bol neparametrický Mann-Kendallov test alebo v prípade, že dáta boli normálne rozdelené, ale potvrdzujúcou štatistickou metódou bol len neparametrický Mann-Kendallov test. Hodnota pre rok 2018 (modrý bod) je priemer z hodnôt nameraných v roku 2018. Táto hodnota nevstupovala do hodnotenia trendov, ani do výpočtu lineárnej priamky alebo Senovho odhadu. Jej zobrazenie v grafe je len pre ilustráciu aktuálneho vývoja koncentrácie daného ukazovateľa. Ak táto hodnota v grafe zobrazená nie je, v roku 2018 sa tento ukazovateľ v danom odbernom mieste nemeral.

Ďalej uvádzame vyhodnotenie pre jednotlivé ÚPzV (spolu s hydrogeologickým popisom), ktorých niektoré odberné miesto vykazovalo VTVzT. Pre tie ÚPzV, ktoré boli vo výsledku hodnotené ako v riziku alebo v zlom stave, zobrazujeme v mape priemery daného ukazovateľa z posledných dvoch rokov interpolované metódou krigingu na plochu ÚPzV. Ukazovatele prekračujúce PH/NK na nie viac ako 5 % územia ÚPzV boli hodnotené ako v dobrom chemickom stave. Ukazovatele prekračujúce PH/NK na viac ako 5 % ale menej ako 20 % územia ÚPzV boli hodnotené ako v riziku a ukazovatele prekračujúce PH/NK na viac ako 20 % plochy územia ÚPzV boli hodnotené ako v zlom chemickom stave. Na záver, po expertnom posúdení a zohľadnení pôvodu ukazovateľa, pozad'ovej hodnoty, zdravotnej významnosti a priemeru koncentrácií ukazovateľa nameraných v roku 2018, uvádzame výsledok hodnotenia pre jednotlivé ÚPzV.

Tabuľka 3 - Vyhodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu v ÚPzV za roky 2008 - 2017

Typ a kód ÚPzV	Počet OM	Počet/percento hodnotených OM:				Ukazovateľ (percento) plochy ÚPzV s hodnotami nad PH/NK*	Hodnotenie chemického stavu ÚPzV	Ukazovateľ zlého chem. stavu (rizika)	Spoločnosť hodnotenia	
		Dobrá stav		Zlý stav						
Kvartérny	SK1000100P	33	32	97 %	1	3,03 %	Fe (26,6 %), SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (8,5 %)	V RIZIKU	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2
	SK1000200P	42	40	95 %	2	4,76 %	Mn (79,4 %)	DOBRÝ		2
	SK1000300P	8	7	88 %	1	12,50 %	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (19,7 %)	V RIZIKU	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2
	SK1000400P	9	9	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1000500P	21	21	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1000600P	2	2	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1000700P	2	2	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1000800P	0	-	-	-	-		ND		1
	SK1000900P	0	-	-	-	-		ND		1
	SK1001000P	37	37	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1001100P	3	3	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1001200P	10	10	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1001300P	6	5	83 %	1	16,67 %	Fe (59,0 %)	DOBRÝ		2
	SK1001400P	3	3	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1001500P	7	7	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK1001600P	1	1	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
Predkvartérny	SK200010FK	5	5	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2000200P	15	13	87 %	2	13 %	Fe (40,0 %), NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (26,0 %)	ZLÝ	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2
	SK200030FK	17	16	94 %	1	5,88 %	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (0,4 %)	DOBRÝ		2
	SK2000400P	6	6	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2000500P	85	82	96 %	3	3,53 %	Mn (82,3 %), NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (27,9 %)	V RIZIKU	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2
	SK200060KF	39	39	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2000700F	1	1	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200080KF	32	32	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2000900F	6	3	50 %	3	50,00 %	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (0,0 %)	DOBRÝ		3
SK2001000P	74	65	88 %	9	12,16 %	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (0,3 %), Mn (100,0 %), SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (2,1 %)	DOBRÝ		2	

Typ a kód ÚPzV	Počet OM	Počet/percento hodnotených OM:				Ukazovateľ (percento) plochy ÚPzV s hodnotami nad PH/NK*	Hodnotenie chemického stavu ÚPzV	Ukazovateľ zlého chem. stavu (rizika)	Spôľahlivosť hodnotenia	
		Dobrý stav		Zlý stav						
Predkvartérny	SK200110KF	9	9	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200120FK	20	19	95 %	1	5,00 %	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (0,0 %)	DOBRÝ		3
	SK2001300P	0	-	-	-	-		ND		1
	SK200140KF	166	165	99 %	1	0,60 %	koliformné baktérie (1,3 %)	DOBRÝ		2
	SK200150FK	36	35	97 %	1	2,78 %	pH (0,2 %)	DOBRÝ		2
	SK200160FK	27	27	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200170FP	7	7	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2001800F	219	216	99 %	3	1,37 %	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (0,0 %), Fe (9,1 %)	DOBRÝ		3
	SK200190FK	3	3	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200200FP	11	11	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2002100P	1	1	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200220FP	168	165	98 %	3	1,79 %	A (10,9 %), koliformné baktérie (2,9 %)	DOBRÝ		2
	SK2002300P	8	8	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200240FK	39	39	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200250KF	24	24	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200260FP	37	37	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200270KF	112	111	99 %	1	0,89 %	celková objemová aktivita alfa (25,3 %)	DOBRÝ		2
	SK200280FK	111	107	96 %	4	3,60 %	kolif. bakt. (9,0 %), <i>E. coli</i> (3,7 %), pH (12,1 %)	V RIZIKU	kolif. bakt.	2
	SK200290FK	8	8	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200300FK	11	11	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2003100P	1	1	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2003200P	0	-	-	-	-		ND		1
	SK2003300F	13	13	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200340KF	18	17	94 %	1	5,56 %	celková objemová aktivita alfa (100,0 %)	DOBRÝ		2
	SK200350FK	4	4	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200360FK	3	3	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
SK2003700P	10	10	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3	
SK200380FP	6	6	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3	

Typ a kód ÚPzV	Počet OM	Počet/percento hodnotených OM:				Ukazovateľ (percento) plochy ÚPzV s hodnotami nad PH/NK*	Hodnotenie chemického stavu ÚPzV	Ukazovateľ zlého chem. stavu (rizika)	Spôľahlivosť hodnotenia	
		Dobrý stav		Zlý stav						
Predkvartérny	SK200390KF	17	17	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2004000P	1	1	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200410KF	12	10	83 %	2	16,67 %	Fe (0,0 %)	DOBRÝ		3
	SK200420FK	4	4	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2004300F	0	-	-	-	-		ND		1
	SK200440KF	1	1	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2004500P	0	-	-	-	-		ND		1
	SK200460KF	32	29	91 %	3	9,38 %	koliformné baktérie (52,3 %)	V RIZIKU	kolif. bakt.	2
	SK2004700F	46	45	98 %	1	2,17 %	Fe (5,2 %)	DOBRÝ		2
	SK200480KF	27	26	96 %	1	3,70 %	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (0,0 %)	DOBRÝ		3
	SK2004900F	48	46	96 %	2	4,17 %	Fe (0,1 %), koliformné baktérie (35,9 %)	V RIZIKU	kolif. bakt.	2
	SK200500FK	33	32	97 %	1	3,03 %	Na <sup>+</sup> (0,0 %)	DOBRÝ		3
	SK200510KF	21	21	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2005200P	0	-	-	-	-		ND		1
	SK2005300P	11	11	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200540FP	29	29	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200550FP	23	23	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK200560FK	0	-	-	-	-		ND		1
	SK2005700F	83	83	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3
	SK2005800P	14	12	86 %	2	14,29 %	Fe (86,2 %), CHSK <sub>Mn</sub> (24,3 %)	DOBRÝ		2
SK200590FP	42	42	100 %	0	0 %		DOBRÝ		3	
<b>Spolu</b>	<b>1980</b>	<b>1930</b>	<b>97 %</b>	<b>50</b>	<b>3 %</b>					

ND – nehodnotené (nedostatok dát)

\* percento plochy koncentrácie ukazovateľa prekračujúce PH/NK (kriging): < 5 % - v dobrom chemickom stave, 5 – 20 % - v riziku, > 20 % - v zlom chemickom stave.

Ukazovatele mangán alebo železo prekračovali príslušné PH na viac ako 5 %, resp. 20 % územia ÚPzV vo viacerých kvartérnych ÚPzV (SK1000100P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy oblasti povodia Dunaj*, SK1000200P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy*, SK1001300P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov*) a predkvartérnych ÚPzV (SK2000200P - *Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy*, SK2000500P - *Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy*, SK2001000P - *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov*, SK2001800F - *Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny*, SK2004700F - *Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu*, SK2005800P - *Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy*).

Koncentrácie železa a mangánu prevyšujúce limit stanovený vyhláškou MZ SR č. 247/2017 Z. z. nepredstavujú zdravotné riziko, avšak môžu negatívne ovplyvňovať senzorické vlastnosti vody. Miera rozpustnosti železa a mangánu z horninového prostredia závisí od množstva rozpusteného kyslíku v podzemnej vode a v menšej miere na ňu vplýva aj pH (v podzemných vodách bez prítomnosti kyslíka sa rozpúšťajú viac, najmä pri nižších hodnotách pH). Ako vyplýva z prírodných podmienok Slovenska, tieto dva ukazovatele sa prirodzene vyskytujú v horninovom prostredí. Už v hodnotení chemického stavu útvarov podzemných vôd pre prvý Vodný plán Slovenska boli prekročená prahových hodnôt pre ukazovatele železo a mangán pokladané za geogénne a nezapríčinili zlý chemický stav podzemných vôd (Bodiš a kol., 2008). Rovnako aj v aktuálnom hodnotení (Bodiš a kol., 2020) zistené prekročená PH pre železo a mangán boli prevažne prírodného pôvodu a charakterizovali redukčné prostredie obehu podzemných vôd. Z uvedeného dôvodu, boli vyššie uvedené ÚPzV klasifikované v dobrom chemickom stave v ukazovateľoch železo a mangán podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, aj napriek tomu, že plocha koncentrácie železa alebo mangánu presahujúca príslušnú PH odhadnutá pomocou krigingu prevýšila 5 %, resp. 20 % plochy celého ÚPzV. Avšak, treba poznamenať, že rastúce koncentrácie železa a mangánu zvyšujú nároky na technologickú úpravu vody. Navyše môžu byť príčinou technických závad a spôsobiť rozvoj železitých a mangánových baktérií, ktoré upchávajú potrubia a ich odumieraním voda zapácha (Pitter 2009).

## **Kvartérny útvar SK1000100P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy**

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar SK1000100P aluviálne a terasové štrky, piesčité štrky, piesky holocénu-pleistocénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar má plochu 830,110 km<sup>2</sup>. Na základe geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $3,52 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do II. triedy charakterizovanej vysokou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou  $G(k)$   $3,72 \cdot 10^{-4}$  m/s odpovedá triede III - dosť silno priepustné kolektory. Podľa smerodajnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe smerodajnej odchýlky  $\log k = 0.74$ ) možno horniny útvaru označiť ako značne nehomogénne s veľkou variabilitou (trieda d).

V ÚPzV SK1000100P boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele železo Fe a sírany  $SO_4^{2-}$ , ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

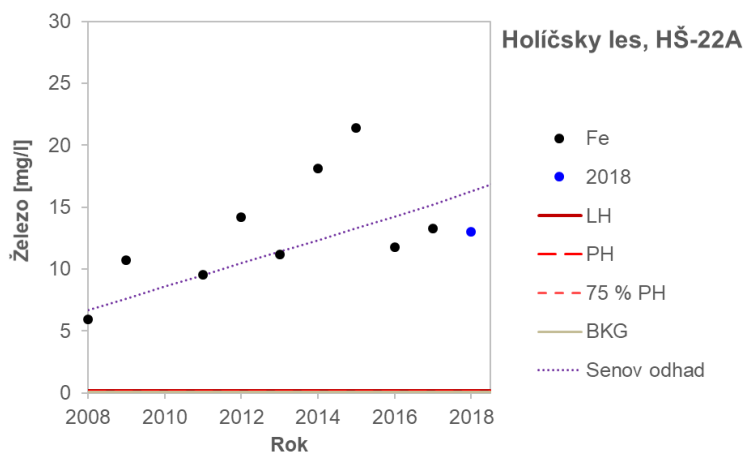
Koncentrácie Fe nielenže vykazujú VTVzT v odbernom mieste Holičsky les (HŠ-22A), ale aj vysoko presiahli 75 % PH, a aj LH počas celého hodnoteného obdobia 2008 - 2017. Avšak, ako je vyššie spomenuté, možno predpokladať, že Fe je prírodného pôvodu.



Koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  vykazujú VTVzT v odbernom mieste Holíčsky les (HŠ-22A) za hodnotené obdobie 2008 - 2017, navyše priemer posledných dvoch rokov vysoko presahuje 75 % PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

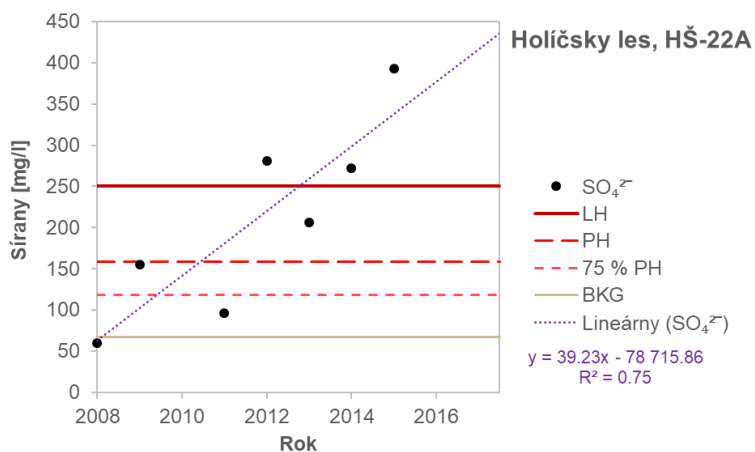
### Holíčsky les, HŠ-22A

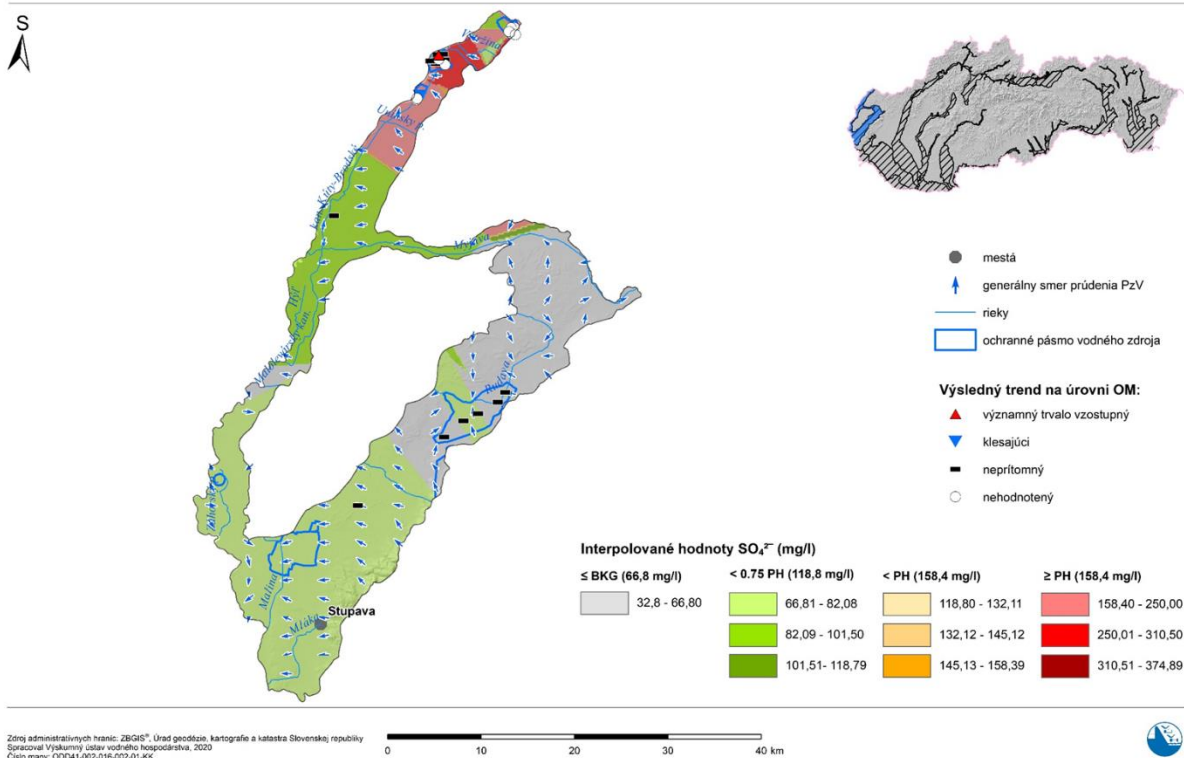
Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	16
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	26,014 mg/l



### Holíčsky les, HŠ-22A

Ukazovateľ	sírany $\text{SO}_4^{2-}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,01$
Prognóza k roku 2027	808,6 mg/l





Obrázok 5 - Mapa koncentrácie síranov interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadovaná hodnota, PH - prahová hodnota)

Plocha koncentrácie síranov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu (obr. 5) bola 8,5 % z plochy celého útvaru, čo spadá do stanoveného rozmedzia 5 - 20 %. Preto kvartérny útvar SK1000100P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy je vyhodnotený ako **v riziku** kvôli ukazovateľu sírany na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

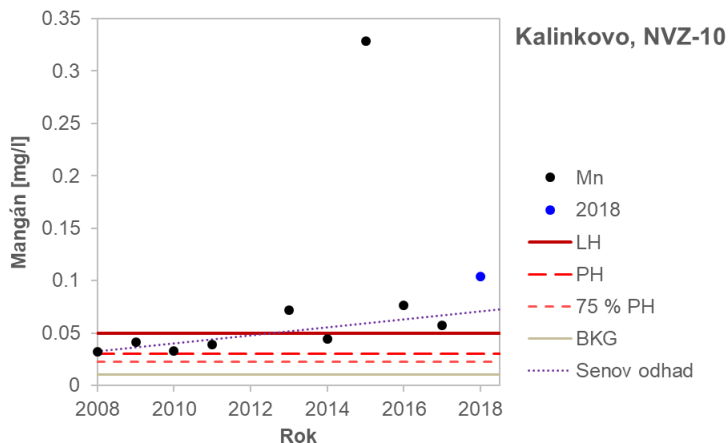
## Kvartérny útvar SK1000200P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar SK1000200P fluviálne štrky, piesčité štrky, piesky holocénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar má plochu 518,749 km<sup>2</sup>. Na základe štatistického zhodnotenia transmisivity (90 % T) patrí útvar do triedy II (vysoká transmisivita). Horniny útvaru môžeme podľa klasifikácie priepustnosti hornín zaradiť do tried VI (slabopriepustné) až I (veľmi silno priepustné). Na základe geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,84 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s zaraďujeme horniny útvaru do I. triedy charakterizovanej veľmi vysokou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou  $G(k)$   $2,28 \cdot 10^{-3}$  m/s odpovedá triede II - silno priepustné kolektory. Podľa smerodajnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe smerodajnej odchýlky log k 0,70) možno horniny útvaru označiť ako značne nehomogénne s veľkou variabilitou (trieda d).

V ÚPzV SK1000200P boli štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovateľ mangán Mn v dvoch odberných miestach, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

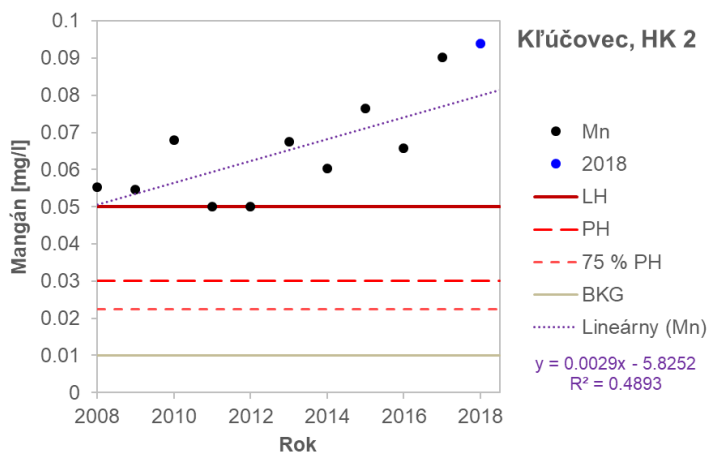
### Kalinkovo, NVZ-10

Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	56
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,105 mg/l



### Kľúčovec, HK 2

Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	43
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p = 0,02$
Prognóza k roku 2027	0,106 mg/l



Keďže koncentrácia ani v jednom z odberných miest dlhodobo neprekračuje prípustný limit 0,2 mg/l (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.) a predpokladáme prirodzený pôvod mangánu, je kvartérny útvar SK1000200P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy* vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

## Kvartérny útvar SK1000300P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar fluvialne štrky, piesčité štrky, piesky holocénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1668,112 km<sup>2</sup>. Na základe geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,86 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do I. triedy charakterizovanej veľmi vysokou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou  $G(k)$   $2,4 \cdot 10^{-3}$  m/s odpovedá triede II - silno priepustné kolektory. Podľa smerodajnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe

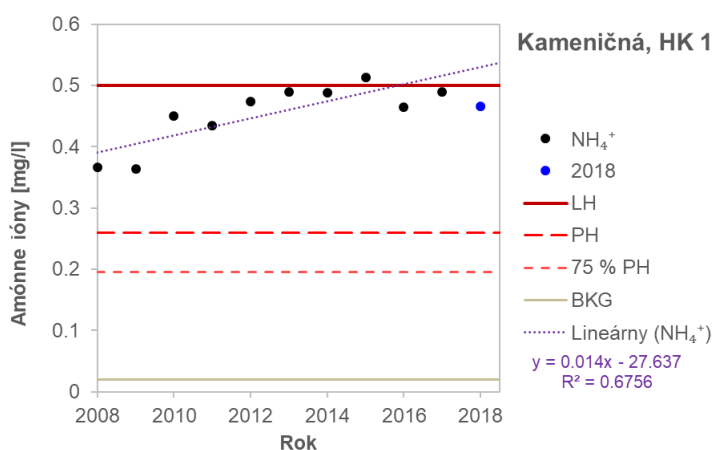
smerodajnej odchýlky log k 0,70) možno horniny útvaru označiť ako značne nehomogénne s veľkou variabilitou (trieda d).

Na veľkej časti územia ÚPzV SK1000300P sa nachádza CHVO Žitný ostrov. V správe o kvalite vôd v CHVO (Bartík a kol., 2020) sa uvádzajú ako najčastejšie zistené nadlimitné koncentrácie zo skupiny základných fyzikálno-chemických ukazovateľov železo a mangán. Najčastejšie prekračovanými ukazovateľmi zo skupiny dusíkatých látok boli dusičnany a amónne ióny. Využívanie územia na poľnohospodárske účely sa premietlo aj do zistených zvýšených obsahov účinných látok pesticídov a na antropogénne znečistenie poukazujú zistené zvýšené koncentrácie arzénu a hliníka zo skupiny stopových prvkov, a ďalšie ukazovatele zo skupiny organických látok (polyaromatické uhľovodíky, prchavé uhľovodíky, vinylchlorid). Avšak, väčšina sledovaných špecifických organických látok v podzemných vodách nedosiahla hranicu analytickej stanoviteľnosti a kontaminácia je viazaná hlavne do hĺbky 25 m pri strednej mocnosti cca 120 m aluviálnych sedimentov Žitného ostrova.

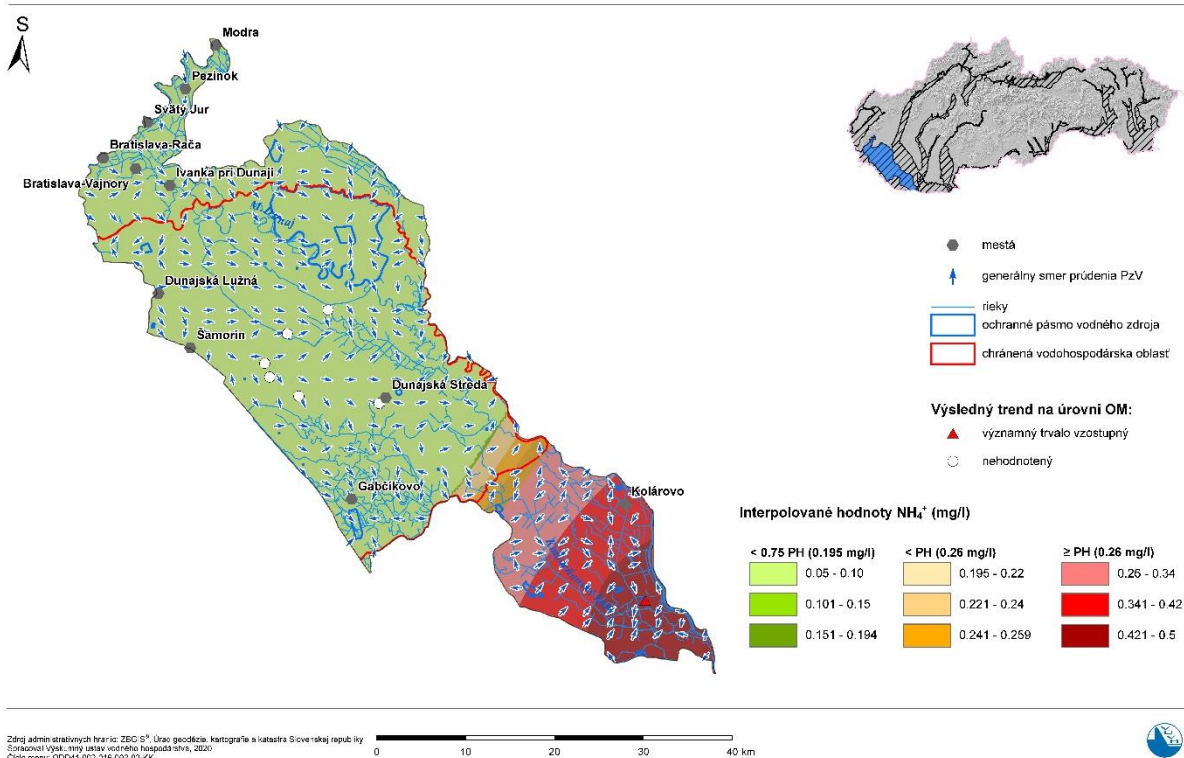
V ÚPzV SK1000300P bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ amónne ióny  $\text{NH}_4^+$ , ktorého časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcom grafe.

### Kameničná, HK 1

Ukazovateľ	amónne ióny $\text{NH}_4^+$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	71
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,004$
Prognóza k roku 2027	0,66 mg/l



Koncentrácie  $\text{NH}_4^+$  vykazujú VTVzT v odbernom mieste Kameničná (HK 1) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií je možné predpokladať postupné zvrátenie rastúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky testovať. Avšak, priemer posledných dvoch rokov presahuje 75 % PH, preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{NH}_4^+$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.



Obrázok 6 - Mapa koncentrácie amónnych iónov interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadovaná hodnota, PH - prahová hodnota)

Plocha koncentrácie amónnych iónov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu (obr. 6) bola 19,7 % z plochy celého útvaru, čo spadá do stanoveného rozmedzia 5 - 20 %. Preto kvartérny útvar SK1000300P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy je vyhodnotený ako **v riziku** kvôli ukazovateľu amónne ióny na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

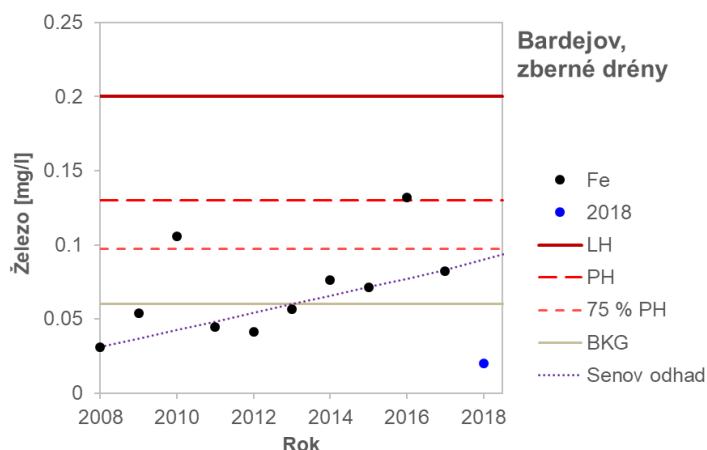
## Kvartérny útvar SK1001300P - Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar alúviálne štrky, piesčité štrky, piesky, prolúviálne sedimenty holocénneho až pleistocénneho veku s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 35,941 km<sup>2</sup>. Na základe geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T) 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  zaraďujeme horniny útvaru do II. triedy charakterizovanej vysokou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou  $G(k) 5,82 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  odpovedá triede III - dosť silno priepustné kolektory. Podľa smerodajnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe smerodajnej odchýlky  $\log k = 0,43$ ) možno horniny útvaru označiť ako dosť nehomogénne so zväčšenou variabilitou (trieda c).

V ÚPzV SK1001300P bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ železo Fe, ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Bardejov, zberné drény

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	91
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,153 mg/l



Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií Fe vidíme, že hodnoty majú mierne stúpajúcu tendenciu tesne nad úrovňou prirodzenej koncentrácie Fe v danom ÚPzV. Keďže priemerná ročná koncentrácia v odbernom mieste Bardejov, zberné drény neprekračuje ani v jednom roku prípustný limit 0,5 mg/l (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.), navyše predpokladáme prirodzený pôvod železa, je kvartérny útvar SK1001300P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov* vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

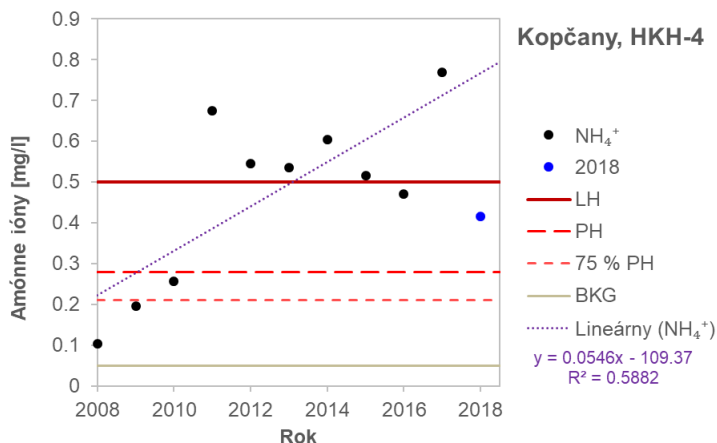
### Predkvartérny útvar SK2000200P - Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar brakické až sladkovodné piesky a piesčité íly neogénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1484,7 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietočnosti  $G(T)$   $3,75 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietočnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $2,34 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,37$ ) možno horniny útvaru označiť ako mierne nehomogénne s malou variabilitou (trieda b).

V ÚPzV SK2000200P bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovatele amónne ióny  $NH_4^+$  a železo Fe, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

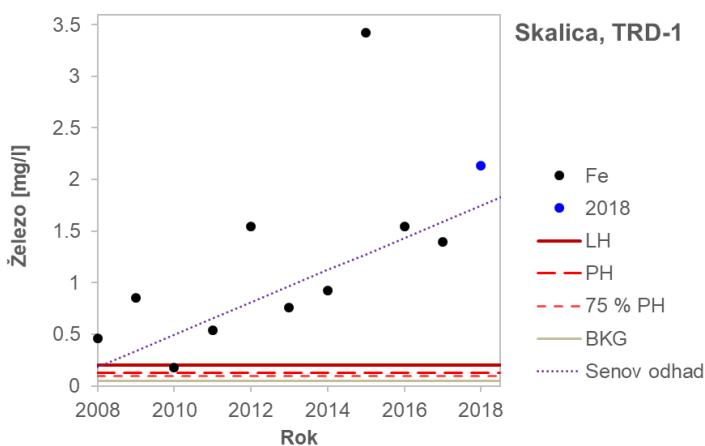
### Kopčany, HKH-4

Ukazovateľ	amónne ióny NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	35
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p = 0,01
Prognóza k roku 2027	1,26 mg/l



### Skalica, TRD-1

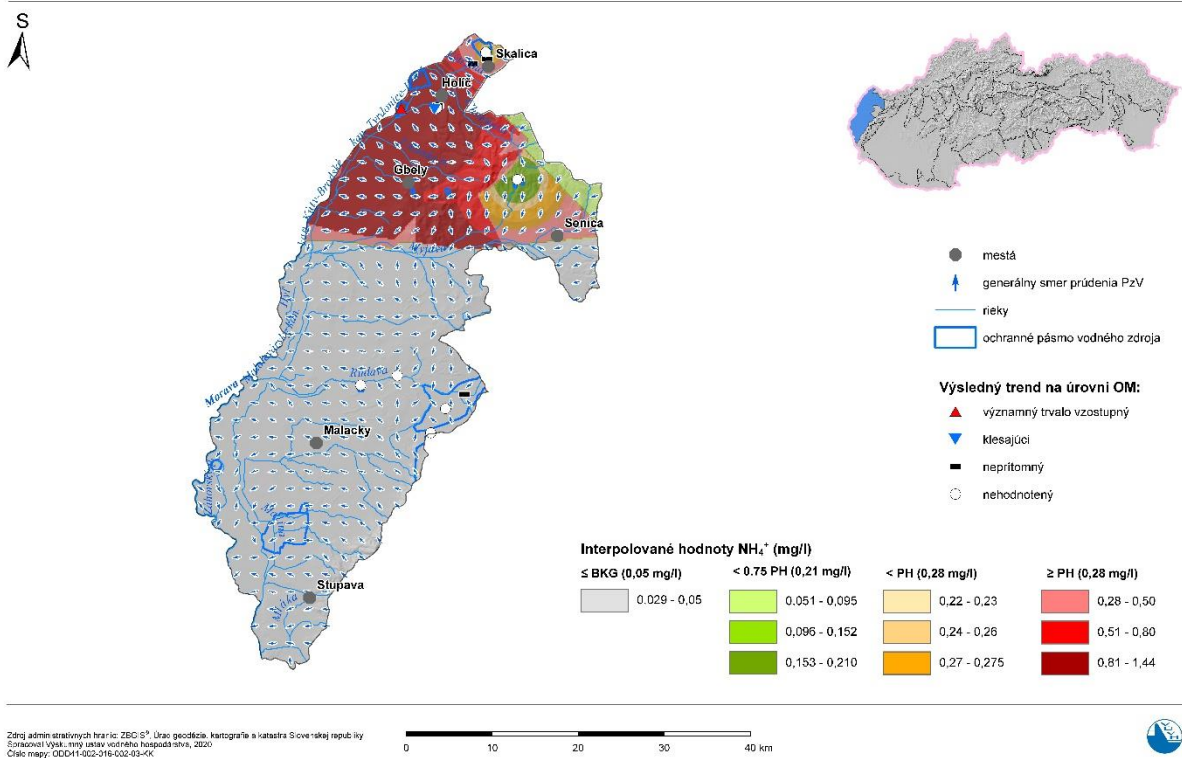
Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	19
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05
Prognóza k roku 2027	3,158 mg/l



Koncentrácie NH<sub>4</sub><sup>+</sup> vykazujú VTVzT v odbernom mieste Kopčany (HKH-4) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov vysoko presahuje 75 % PH a prognóza k roku 2027 prekračuje PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie NH<sub>4</sub><sup>+</sup> z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Napriek tomu, že priemerné ročné koncentrácie Fe za hodnotené obdobie prekračujú nielen PH ale LH, ako sme už spomínali, v prípade železa ide najpravdepodobnejšie o geogénny pôvod. Preto je ÚPzV klasifikovaný v dobrom chemickom stave v ukazovateli železo, aj napriek tomu, že plocha koncentrácie železa presahujúca PH odhadnutá pomocou krigingu prevýšila 20 % plochy celého ÚPzV (40,1 %).





Obrázok 7 - Mapa koncentrácie amónnych iónov interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadová hodnota, PH - prahová hodnota)

Plocha koncentrácie amónnych iónov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu (obr. 7) bola 26,0 % z plochy celého útvaru, čo presahuje stanovenú hodnotu 20 %. Preto predkvartérny útvar SK2000200P - Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy je vyhodnotený ako **v zlom** stave kvôli ukazovateľu amónne ióny na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

## Predkvartérny útvar SK200030FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu

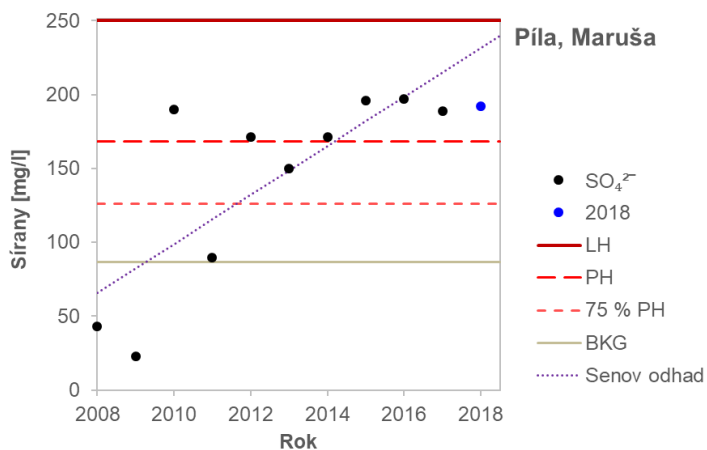
Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence, brekcie, granity a granodiority mezozoika (jury), staršieho Paleozoika až Proterozoika s krasovo-puklinovou a puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 222 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,31 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $6,40 \cdot 10^{-6}$  m/s odpovedá triede V - dosť slabopriepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 1,05$ ) možno horniny útvaru označiť ako extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f).



V ÚPzV SK200030FK bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ sírany  $\text{SO}_4^{2-}$ , ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Píla, Maruša

Ukazovateľ	sírany $\text{SO}_4^{2-}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	11
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	381,0 mg/l



Koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  vykazujú VTVzT v odbernom mieste Píla, Maruša za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií je možné predpokladať postupné zvrátenie rastúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky testovať. Avšak, priemer posledných dvoch rokov presahuje 75 % PH a prognóza k roku 2027 presahuje PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie síranov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0,4 % z plochy celého útvaru, čo nepresahuje stanovenú hodnotu 5 %. Preto predkvartérny útvar SK200030FK - *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu* je hodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

## Predkvartérny útvar SK2000500P - Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar štrky, piesčité štrky, piesky neogénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1043,0 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietočnosti  $G(T)$   $5,33 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietočnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $4,24 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,50$ ) možno toto prostredie považovať za mierne nehomogénne až dosť nehomogénne s malou variabilitou triedy b až zväčšenou variabilitou triedy c.

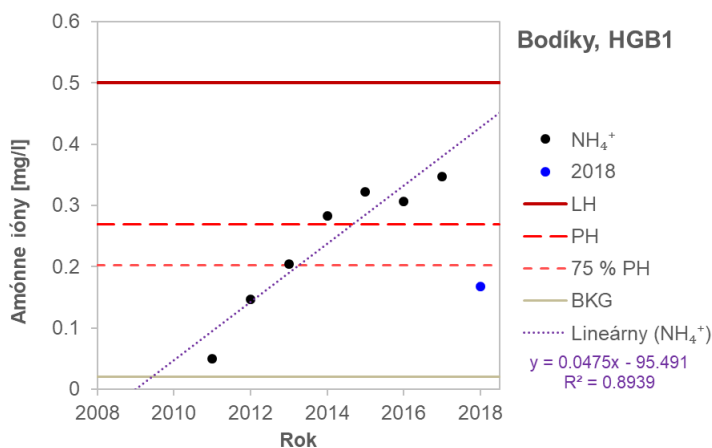
Na časti územia ÚPzV sa nachádza CHVO Žitný ostrov. V správe o kvalite vôd v CHVO (Bartík a kol., 2020) sa uvádzajú najčastejšie zistené nadlimitné koncentrácie zo skupiny základných fyzikálno-chemických ukazovateľov pre železo a mangán. Najčastejšie prekračovanými ukazovateľmi zo skupiny dusíkatých látok boli dusičnany a amónne ióny. Využívanie územia na poľnohospodárske účely sa premietlo aj do zistených zvýšených obsahov účinných látok pesticídov a na antropogénne

znečistenie poukazujú zistené zvýšené koncentrácie arzénu a hliníka zo skupiny stopových prvkov, a ďalšie ukazovatele zo skupiny organických látok (polyaromatické uhľovodíky, prchavé uhľovodíky, vinylchlorid). Avšak, väčšina sledovaných špecifických organických látok v podzemných vodách nedosiahla hranicu analytickej stanoviteľnosti a kontaminácia je viazaná hlavne do hĺbky 25 m pri strednej mocnosti cca 120 m aluviálnych sedimentov Žitného ostrova.

V ÚPzV SK2000500P bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovatele amónne ióny  $\text{NH}_4^+$  a mangán Mn, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

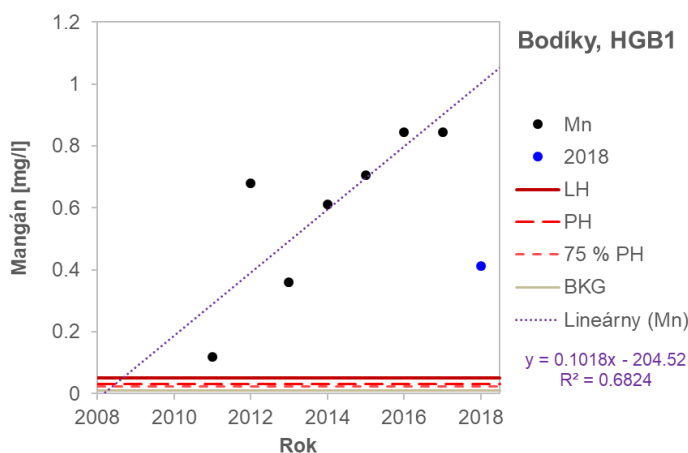
### Bodíky, HGB1

Ukazovateľ	amónne ióny $\text{NH}_4^+$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	63
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,01$ $p = 0,001$
Prognóza k roku 2027	0,86 mg/l



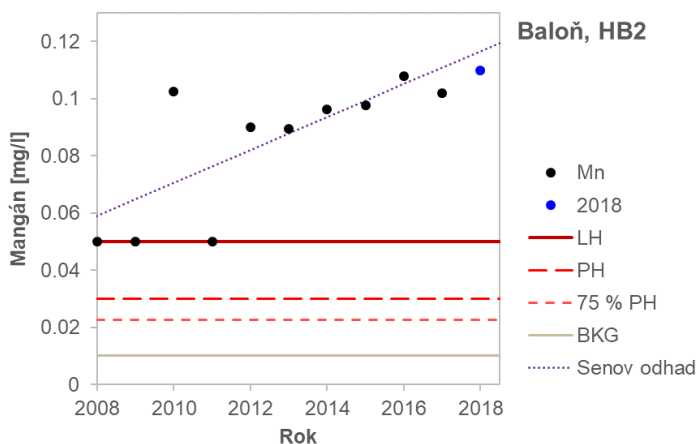
### Bodíky, HGB1

Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	71
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,02$
Prognóza k roku 2027	1,919 mg/l



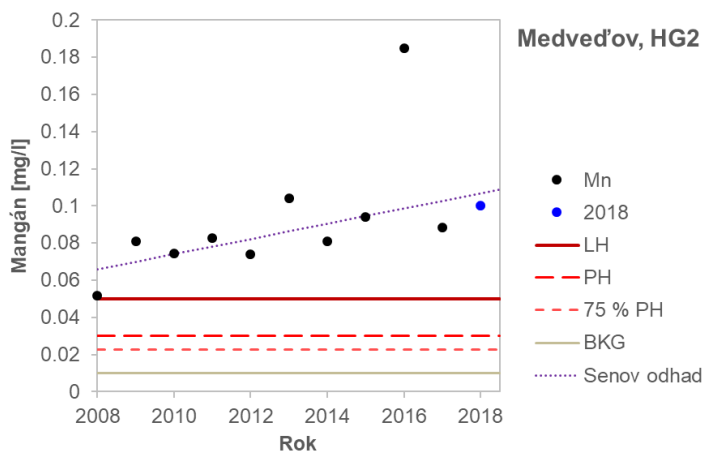
### Baloň, HB2

Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	58
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,168 mg/l



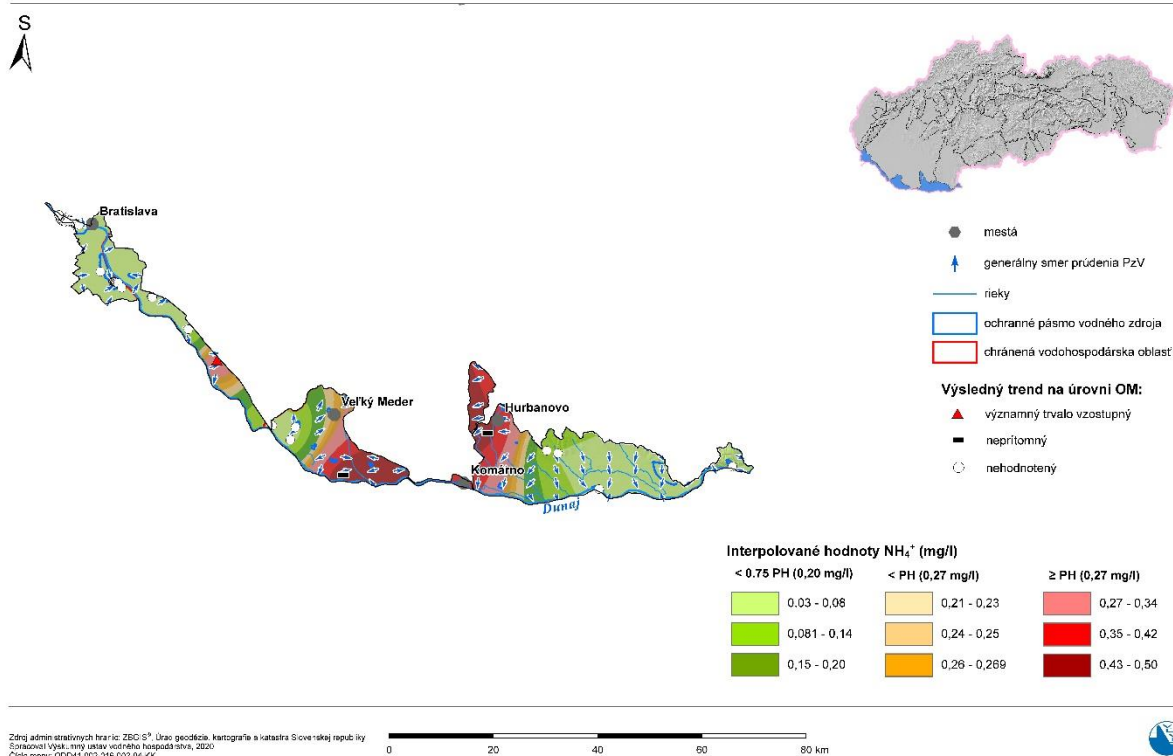
### Medveďov, HG2

Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	21
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,144 mg/l



Koncentrácie  $\text{NH}_4^+$  vykazujú VTVzT v odbernom mieste Bodíky (HGB1) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov presahuje 75 % PH a prognóza k roku 2027 prekračuje PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{NH}_4^+$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Koncentrácie Mn vykazujú VTVzT v odberných miestach Bodíky (HGB1), Baloň (HB2) a Medveďov (HG2) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. V prípade mangánu, ako sme už spomínali, ide najpravdepodobnejšie o mangán geogénneho pôvodu. Preto je ÚPzV klasifikovaný v dobrom chemickom stave v ukazovateli mangán, aj napriek tomu, že plocha koncentrácie mangánu presahujúca PH odhadnutá pomocou krigingu prevýšila 20 % plochy celého ÚPzV (82,3 %).



Obrázok 8 - Mapa koncentrácie amónnych iónov interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadová hodnota, PH - prahová hodnota)

Plocha koncentrácie amónnych iónov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu (obr. 8) bola 27,9 % z plochy celého útvaru, čo presahuje stanovenú hodnotu 20 %. Avšak, z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií za sledované obdobie 2008 – 2017 a priemeru z roku 2018 je možné predpokladať postupné zvrátenie rastúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky testovať. Preto predkvartérny útvar SK2000500P - Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy je vyhodnotený ako **v riziku** kvôli ukazovateľu amónne ióny na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

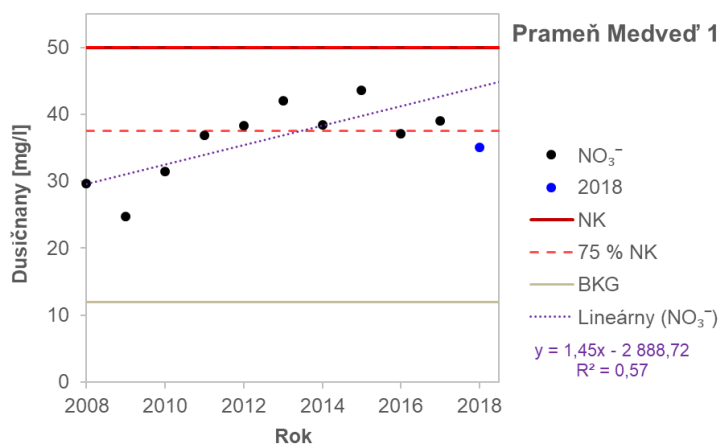
## Predkvartérny útvar SK2000900F - Puklinové podzemné vody Myjavskej pahorkatiny

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) sa v litológii útvaru striedajú pieskovce a ílovce (flyš), so slieňovcami a zlepcami paleogénneho až mezozoického veku (krieda). Priepustnosť hornín je puklinová. Útvar podzemných vôd má plochu 127,1 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,86 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,27 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log k = 0,81) možno horniny útvaru označiť ako veľmi značne nehomogénne s veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK2000900F bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ dusičnany  $\text{NO}_3^-$ , ktorého časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

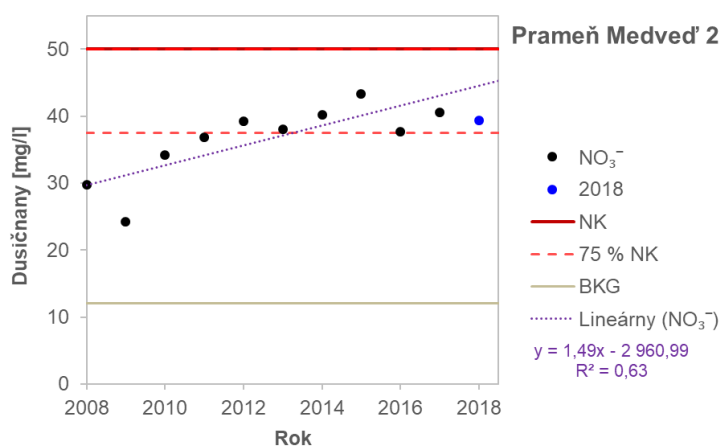
### Prameň Medveď 1

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	17
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	57,18 mg/l



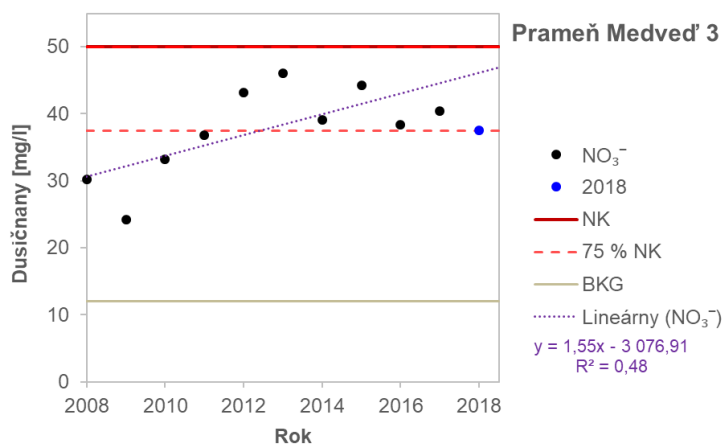
### Prameň Medveď 2

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	17
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,01$
Prognóza k roku 2027	58,01 mg/l



### Prameň Medveď 3

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	17
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	60,02 mg/l



Koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  vykazujú VTVzT v odberných miestach prameň Medveď 1, 2 a 3 za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií za sledované obdobie vo všetkých troch odberných miestach a priemeru z roku 2018 je možné predpokladať postupné

zvrátenie rastúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky testovať. Avšak, priemer posledných dvoch rokov presahuje 75 % NK a prognóza k roku 2027 prekračuje NK. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie dusičnanov presahujúca NK odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0 % z plochy celého útvaru. Preto predkvartérny útvar SK2000900F - *Puklinové podzemné vody Myjavskej pahorkatiny* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

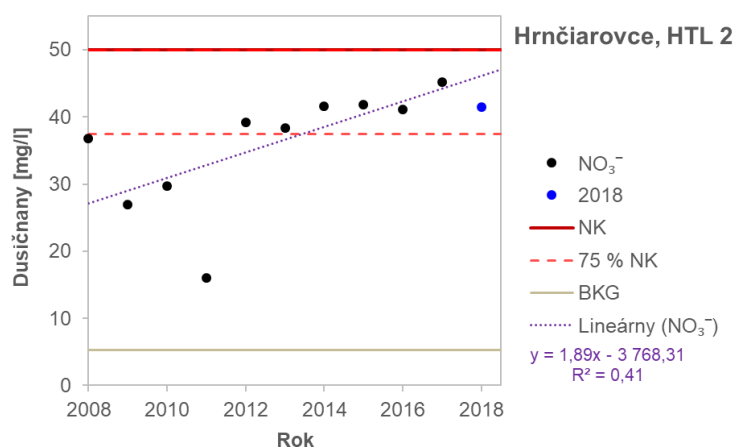
## Predkvartérny útvar SK2001000P - Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar jazerno-riečne sedimenty najmä piesky a štrky, íly neogénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 6248,4 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $2,96 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $3,47 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,35$ ) možno horniny útvaru označiť ako mierne nehomogénne s malou variabilitou (trieda b).

V ÚPzV SK2001000P boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele dusičnany  $\text{NO}_3^-$ , sírany  $\text{SO}_4^{2-}$  a mangán Mn, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

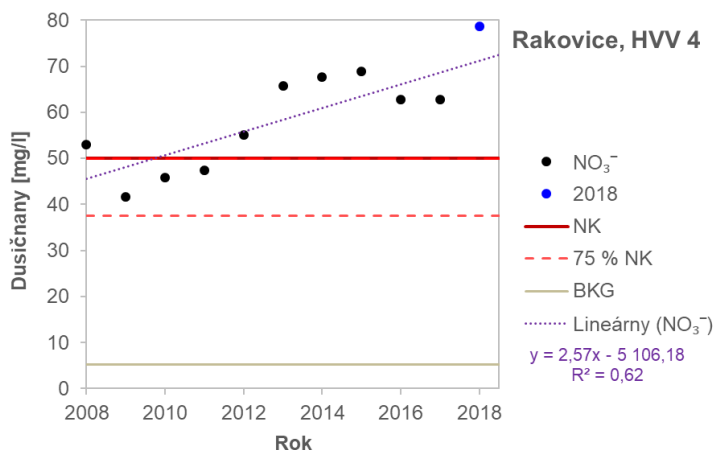
### Hrnčiarovce, HTL 2

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	20
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,045$
Prognóza k roku 2027	63,08 mg/l



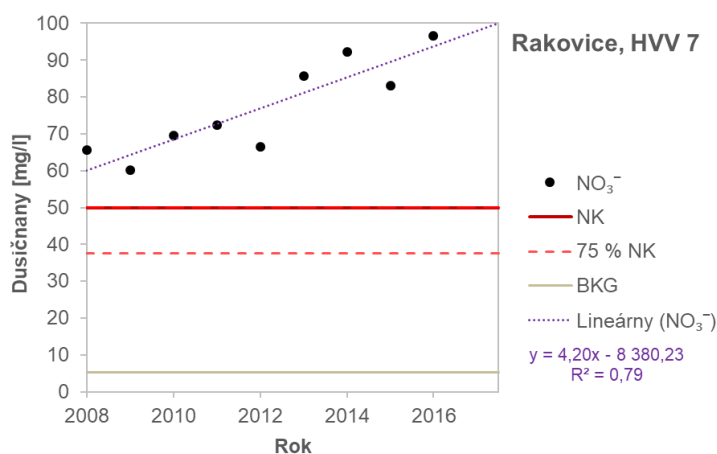
### Rakovice, HVV 4

Ukazovateľ	dusičnany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	38
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05 p = 0,007
Prognóza k roku 2027	94,26 mg/l



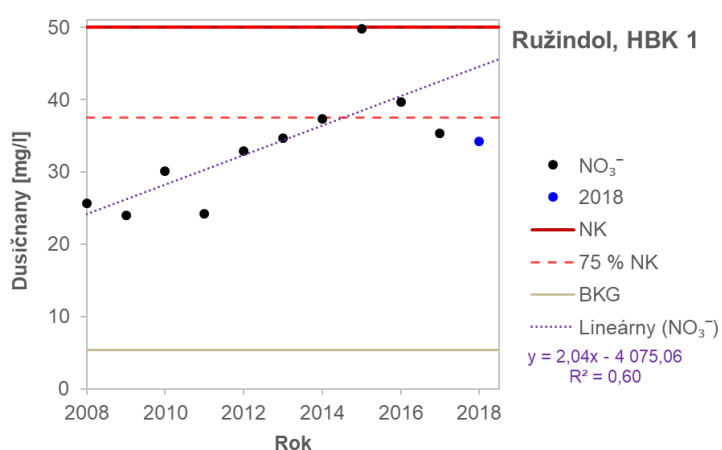
### Rakovice, HVV 7

Ukazovateľ	dusičnany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	15
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,01 p = 0,001
Prognóza k roku 2027	139,93 mg/l



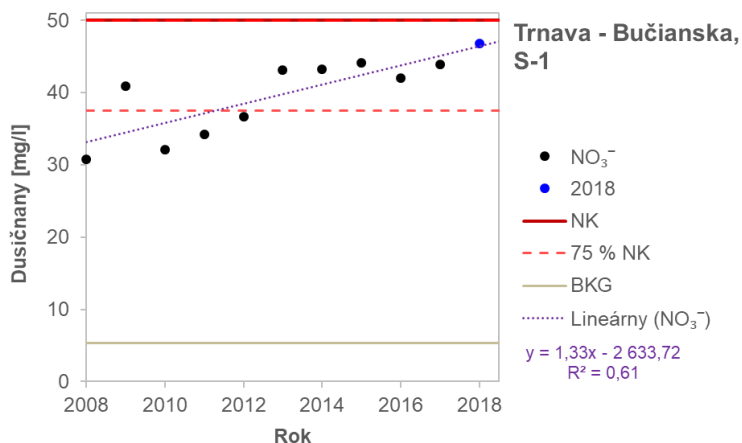
### Ružindol, vrt HBK 1

Ukazovateľ	dusičnany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	36
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,01 p = 0,009
Prognóza k roku 2027	62,97 mg/l



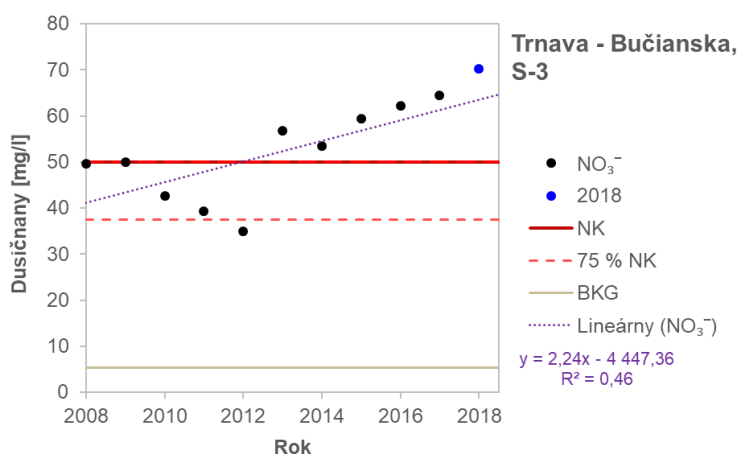
### Trnava - Bučianska, S-1

Ukazovateľ	dusičnany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	43
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,01 p = 0,008
Prognóza k roku 2027	58,34 mg/l



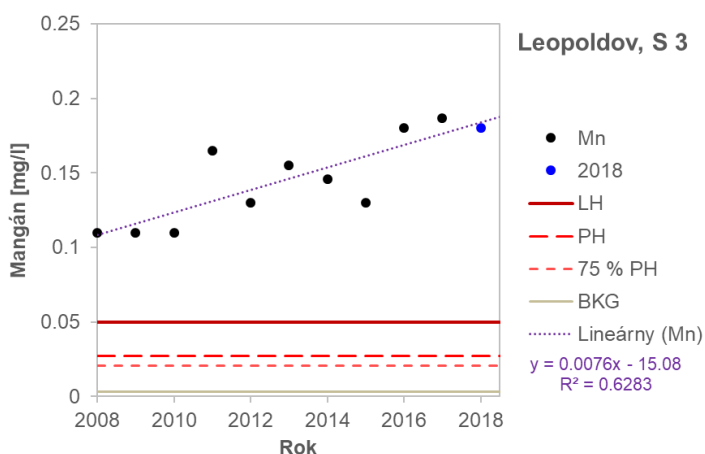
### Trnava – Bučianska, S-3

Ukazovateľ	dusičnany NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	19
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05 p = 0,03
Prognóza k roku 2027	83,66 mg/l



### Leopoldov, S 3

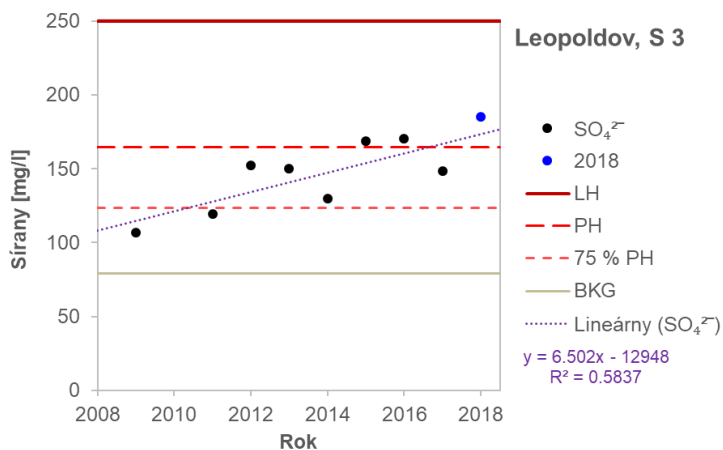
Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	22
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05 p = 0,006
Prognóza k roku 2027	0,252 mg/l





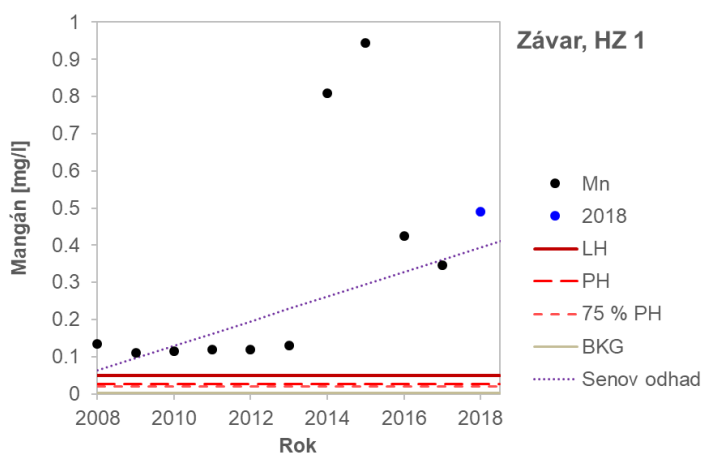
### Leopoldov, S 3

Ukazovateľ	sírany $\text{SO}_4^{2-}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	9
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p = 0,027$
Prognóza k roku 2027	231,7 mg/l



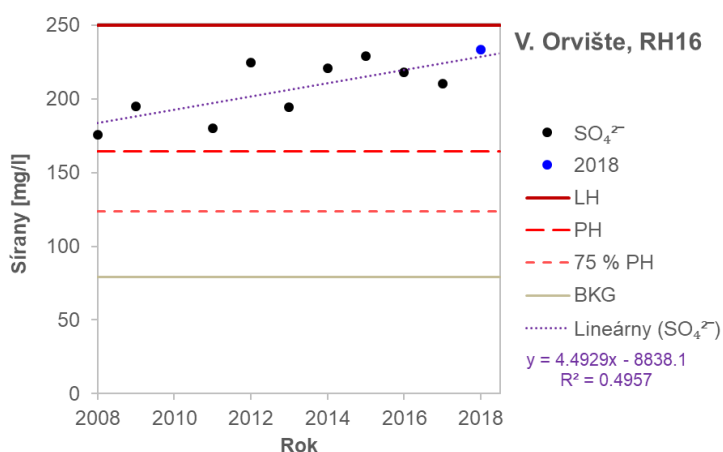
### Závar, HZ 1

Ukazovateľ	mangán Mn
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	21
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,692 mg/l



### Veľké Orvište, RH 16

Ukazovateľ	sírany $\text{SO}_4^{2-}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	9
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p = 0,017$
Prognóza k roku 2027	269,1 mg/l



Koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  vykazujú VTVZT v odberných miestach Hrnčiarovce (HTL2), Rakovice (HVV 4), Rakovice (HVV 7), Ružindol (HBK 1), Trnava - Bučianska (S-1) a Trnava - Bučianska (S-3) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemery posledných dvoch rokov v odberných miestach presahujú 75 % NK a prognózy k roku 2027 prekračujú NK. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  vykazujú VTVzT v odberných miestach Leopoldov (S 3) a Veľké Orvište (RH 16) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemery posledných dvoch rokov v odberných miestach presahujú 75 % PH a prognózy k roku 2027 prekračujú PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Koncentrácie Mn vykazujú VTVzT v odberných miestach Leopoldov (S 3) a Zavar (HZ 1) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. V prípade mangánu, ako sme už spomínali, ide najpravdepodobnejšie o mangán geogénneho pôvodu.

Plocha koncentrácie síranov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 2,1 % a plocha koncentrácie dusičnanov presahujúca NK bola 0,3 % z plochy celého útvaru, čo nepresahuje stanovenú hodnotu 5 %. Preto predkvartérny útvar SK2001000P - *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy* a jej výbežkov je hodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

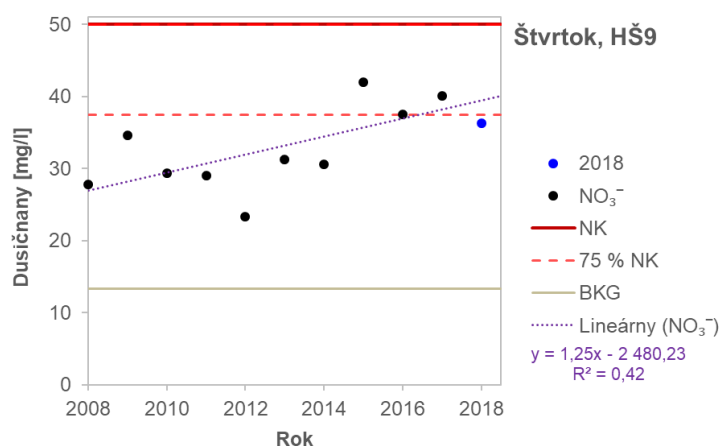
## Predkvartérny útvar SK200120FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Považského Inovca

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity, kremence, bridlice, slieňovce, zlepence, pieskovce, granity a granodiority prechodu paleogénmezozoikum - paleozoikum s krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 402,1 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $2,03 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,13 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,97$ ) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne až veľmi značne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f), až veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK200120FK bol na úrovni odberných miest štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ dusičnany  $\text{NO}_3^-$ , ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Štvrток, HŠ9

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	28
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda	ANOVA
potvrdzujúca trend	
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p = 0,044$
Prognóza k roku 2027	50,65 mg/l



Koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  vykazujú VTVzT v odbernom mieste Štvrток (HŠ9) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov presahuje 75 % NK a prognóza k roku 2027

prekračuje NK. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie dusičnanov presahujúca NK odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0 % z plochy celého útvaru. Preto predkvartérny útvar SK200120FK - *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Považského Inovca* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

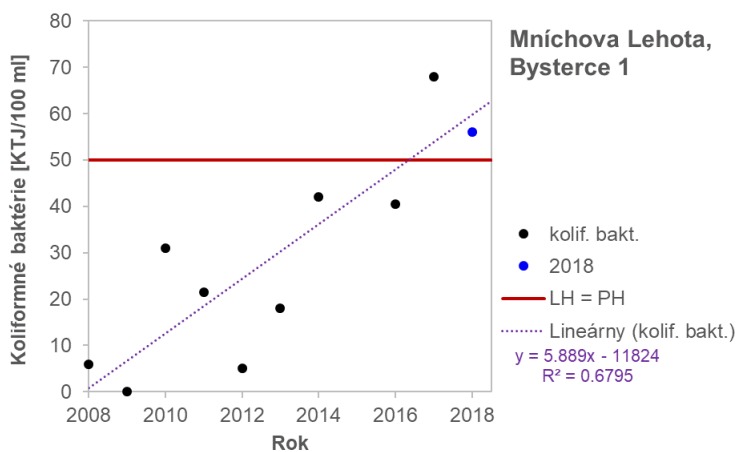
## Predkvartérny útvar SK200140KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity neogénu s krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1126,0 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $4,64 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,47 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log k = 1,30) možno horniny útvaru označiť ako extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f).

V ÚPzV SK200140KF bol na úrovni odberného miesta štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ koliformné baktérie, ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Mníchova Lehota, Bysterce 1

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	12
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05 p = 0,006
Prognóza k roku 2027	113 KTJ/100 ml



Ukazovateľ koliformné baktérie vykazuje VTVzT v odbernom mieste Mníchova Lehota, Bysterce 1 za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov presahuje PH (LH) a prognóza k roku 2027 tiež prekračuje PH (LH). Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie koliformných baktérií z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie koliformných baktérií presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 1,3 % z plochy celého útvaru, čo nepresahuje stanovenú hodnotu 5 %. Preto predkvartérny útvar SK200140KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

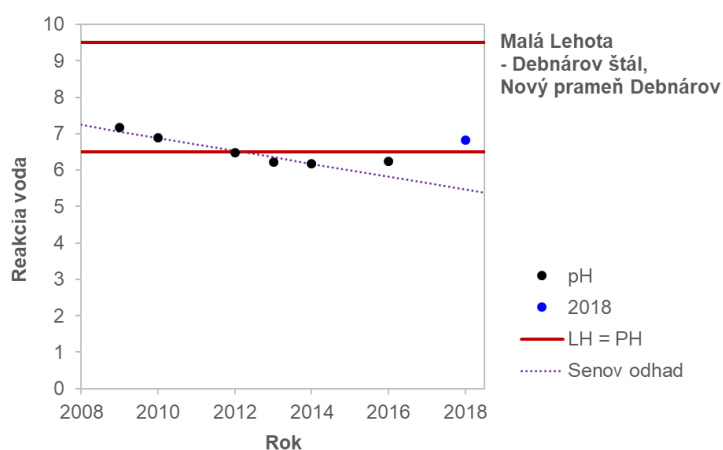
## Predkvartérny útvar SK200150FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tribeča

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar dolomity a vápence, kremence, bridlice, pieskovce, ílovce, granity a granodiority rozhrania paleogén-meozoikum - paleozoikum s krasovo-puklinovou a puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 579,3 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,72 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $8,06 \cdot 10^{-6}$  m/s odpovedá triede V - dosť slabo priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,96$ ) možno horniny útvaru označiť ako extrémne nehomogénne až veľmi značne nehomogénne s extrémne veľkou (trieda f) až veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK200150FK bol na úrovni odberného miesta štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ reakcia vody pH, ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Malá Lehota - Debnárov štál, Nový prameň Debnárov

Ukazovateľ	reakcia voda pH
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	3,86



Ukazovateľ pH vykazuje VTVzT v odbernom mieste Malá Lehota - Debnárov štál (Nový prameň Debnárov). Z grafu priebehu priemerov ročných hodnôt pH za sledované obdobie 2008 – 2017 a priemeru z roku 2018 je možné predpokladať zvrátenie klesajúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky testovať. Avšak, priemer posledných dvoch rokov aj prognóza k roku 2027 je mimo stanoveného rozmedzia PH (LH). Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery hodnôt pH z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV. Treba však poznamenať, že lineárny odhad vývoja hodnoty pH k roku 2027 je čisto štatistický, a takáto nízka hodnota pH (3,86) by reálne nemala nastať v podzemnej vode.

Plocha hodnôt pH presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0,2 % z plochy celého útvaru, čo neprekračuje stanovenú hodnotu 5 %. Preto je Predkvartérny útvar SK200150FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tribeča vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

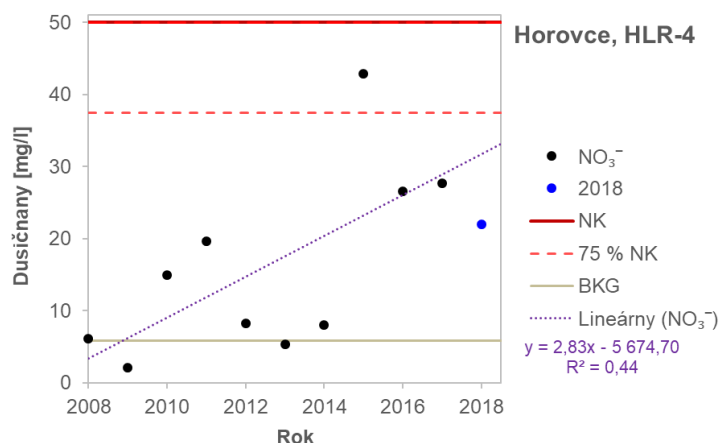
## Predkvartérny útvar SK2001800F - Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) sa útvar vyznačuje striedaním pieskocov a ílovcov (flyš), zastúpené sú slieňce, slieňovce, pieskovce, bridlice a zlepenec paleogénu až mezozoika (kriedy) s puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 4451,7 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,74 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,52 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 1,47$ ) možno horniny útvaru označiť ako extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou triedy f.

V ÚPzV SK2001800F boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele dusičnany  $\text{NO}_3^-$  a železo Fe, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

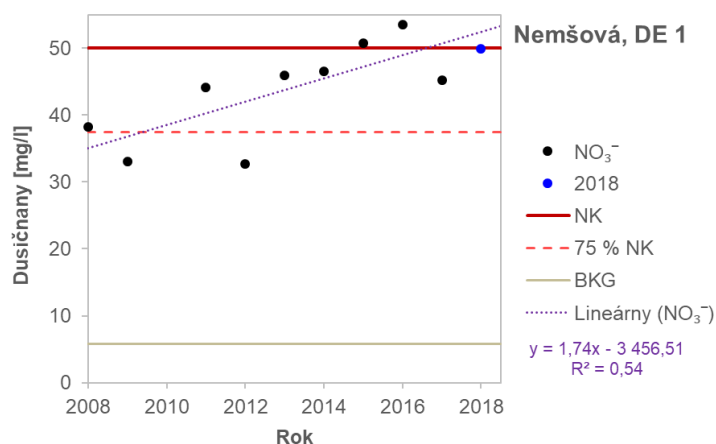
### Horovce, HLR-4

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	19
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p = 0,04$
Prognóza k roku 2027	57,16 mg/l



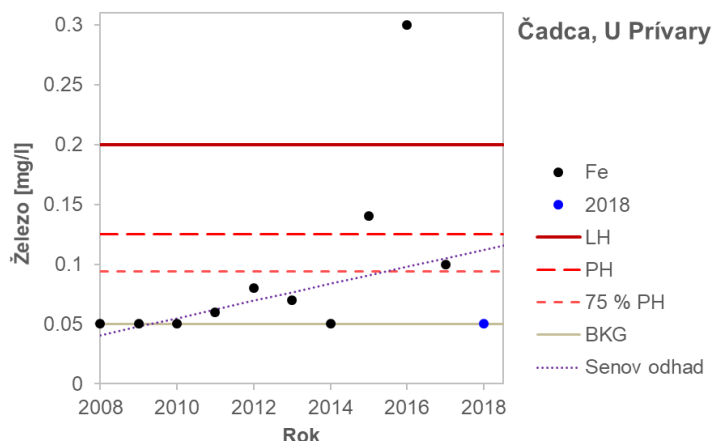
### Nemšová, DE 1

Ukazovateľ	dusičnany $\text{NO}_3^-$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	22
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,024$
Prognóza k roku 2027	68,08 mg/l



## Čadca, U Prívary

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	10
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,176 mg/l



Koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  vykazujú VTVzT v odberných miestach Horovce (HLR-4) a Nemšová (DE 1) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov v odbernom mieste Nemšová (DE 1) presahuje 75 % NK a prognóza k roku 2027 v oboch odberných miestach prekračuje NK. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{NO}_3^-$  z posledných dvoch rokov metódou kriginu na plochu ÚPzV.

V prípade železa, ako sme už spomínali, a ako aj vidieť v tomto prípade na grafe, keďže viaceré priemerné ročné koncentrácie Fe sú na úrovni požadovanej hodnoty (BKG), ide najpravdepodobnejšie o železo geogénneho pôvodu. Navyše koncentrácia železa nepresiahla vyhláškou prípustný limit 0,5 mg/l (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.).

Plocha koncentrácie dusičnanov presahujúca NK odhadnutá pomocou metódy kriginu bola 0 % z plochy celého útvaru. Preto predkvartérny útvar SK2001800F - *Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

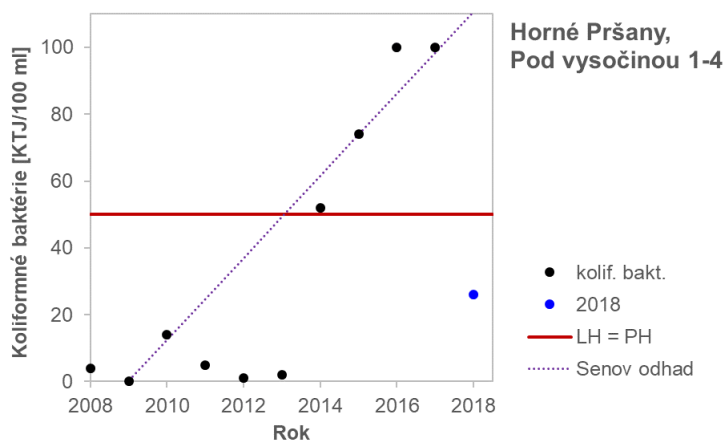
## Predkvartérny útvar SK200220FP - Puklinové a medzizrnové podzemné vody severnej časti stredoslovenských neovulkanitov

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar sladkovodné tufitické íly, piesky, pieskovce a zlepence, tufy, tufity, aglomeráty, andezity, ryolity, bazalty neogénu s medzizrnovou, puklinovou, puklinovo-medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 2676,9 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $2,41 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $8,17 \cdot 10^{-6}$  m/s odpovedá triede V – dosť slabo priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log k = 1,08) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou triedy f.

V ÚPzV SK200220FP boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele koliformné baktérie a absorbancia, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

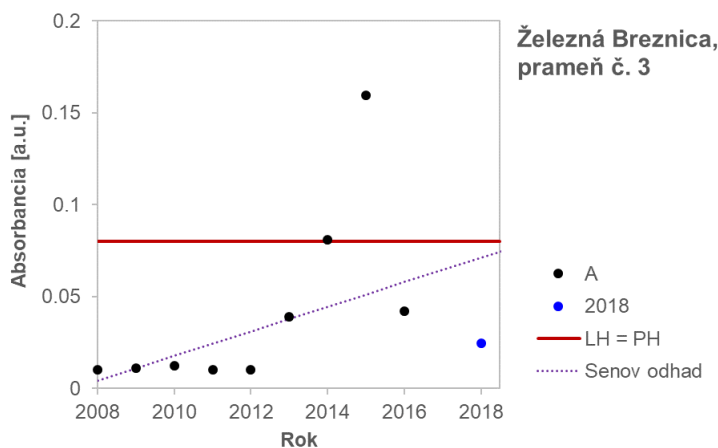
### Horné Pršany, Pod vysočinou 1-4

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	10
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	221 KTJ/100 mL



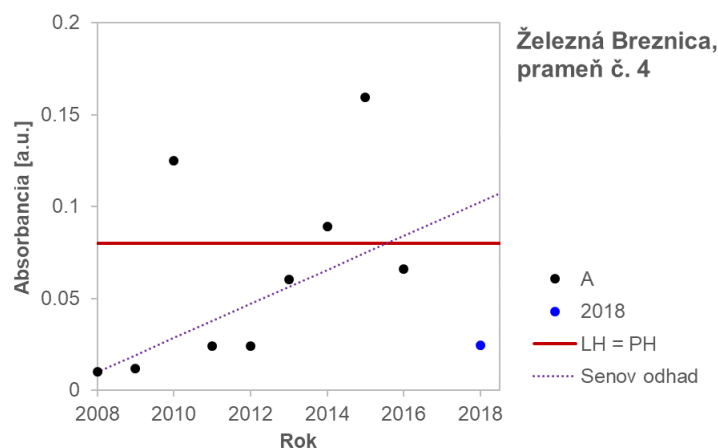
### Železná Breznica, prameň č. 3

Ukazovateľ	absorbancia A
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	12
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,13 a.u.



### Železná Breznica, prameň č. 4

Ukazovateľ	absorbancia A
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	13
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,19 a.u.



Ukazovateľ koliformné baktérie vykazuje VTVzT v odbernom mieste Horné Pršany, Pod vysočinou 1-4 za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov presahuje PH (LH) a prognóza k roku 2027 tiež prekračuje PH (LH). Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie koliformných baktérií z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.



Ukazovateľ absorpcia vykazuje VTVzT v odberných miestach Železná Breznica, prameň č. 3 a č. 4 za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Avšak, z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií absorpcie za sledované obdobie 2008 – 2017 a priemeru z roku 2018 je možné predpokladať zvrátenie rastúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky overiť.

Plocha koncentrácie koliformných baktérií presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 2,9 % z plochy celého útvaru, čo neprekračuje stanovenú hodnotu 5 %. Predkvartérny útvar SK200220FP - *Puklinové a medzizrnové podzemné vody severnej časti stredoslovenských neovulkanitov* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

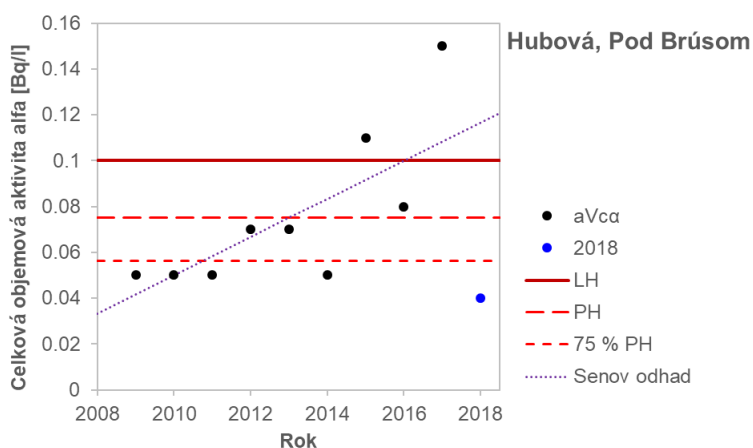
## Predkvartérny útvar SK200270KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry, Chočských vrchov a Západných Tatier

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity mezozoika (triasu) s krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1006,5 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti G(T) 3,63.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého G(k) 1,29.10<sup>-5</sup> m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log k = 1,26) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f).

V ÚPzV SK200270KF bol na úrovni odberného miesta štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ celková objemová aktivita alfa  $a_{V\alpha}$ , ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Hubová, Pod Brúsom

Ukazovateľ	celková objemová aktivita alfa $a_{V\alpha}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	9
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05 p = 0,012
Prognóza k roku 2027	0,192 Bq/l



Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií celkovej objemovej aktivity alfa za sledované obdobie 2008 – 2017 a priemeru z roku 2018 vidíme, že priemery neprekračujú hodnotu 0,2 Bq/l (vyhláška MŽP SR č. 636/2004 Z. z.). Navyše, celková objemová aktivita alfa je v tejto oblasti pravdepodobne geogénneho pôvodu. Preto predkvartérny útvar SK200270KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry, Chočských vrchov a Západných Tatier* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.



## Predkvartérny útvar SK200280FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nízkyh Tatier a Slovenského rudohoria

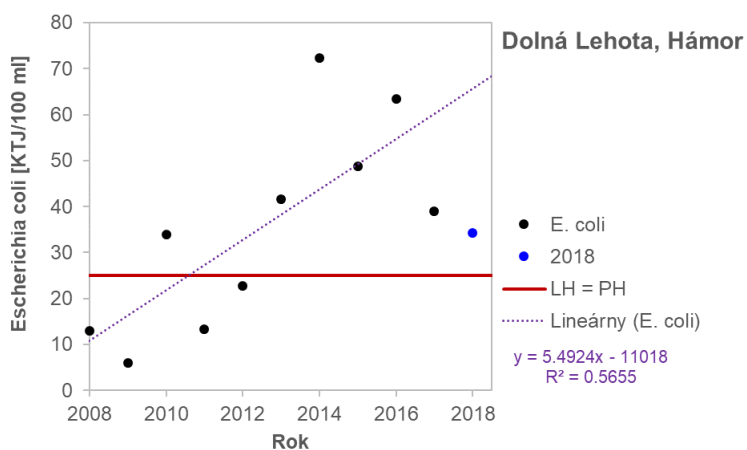
Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar ruly, bazalty, svory, fility a ryolity, amfibolity, granity, dolomity a vápence, kremence, slieňovce, bridlice rozhrania mezozoikum, paleozoikum, proterozoikum s krasovo-puklinovou a puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 3508,8 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,1 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaraďujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $5,38 \cdot 10^{-6}$  m/s odpovedá triede V - dosť slabo priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 1,11$ ) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f).

Na časti územia ÚPzV sa nachádzajú CHVO Nízke Tatry (západná a východná časť) a CHVO Horné povodie Ipľa, Rimavice a Slatiny. V správe o kvalite vôd v CHVO (Bartík a kol., 2020) sa uvádza v CHVO Nízke Tatry najčastejšie zistená nadlimitná koncentrácia prvku antimón, ktorého distribúcia v súvislosti s geologickými pomermi súvisí s výskytom rudných formácií, ktoré bývajú jeho prírodným zdrojom vo vodách. V súvislosti s rudnými ložiskami sa viažu aj zvýšené koncentrácie ďalších stopových prvkov – arzénu, hliníka a olova, ktoré sú geogénneho pôvodu. V CHVO Horného povodia Ipľa, Rimavice a Slatiny bola za rok 2019 kvalita podzemnej vody monitorovaná v 1 objekte štátnej hydrologickej siete SHMÚ, v ktorom bola kvalita podzemnej vody vyhovujúca v zmysle vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z..

V ÚPzV SK200280FK boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele *Escherichia coli*, koliformné baktérie a reakcia vody pH, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

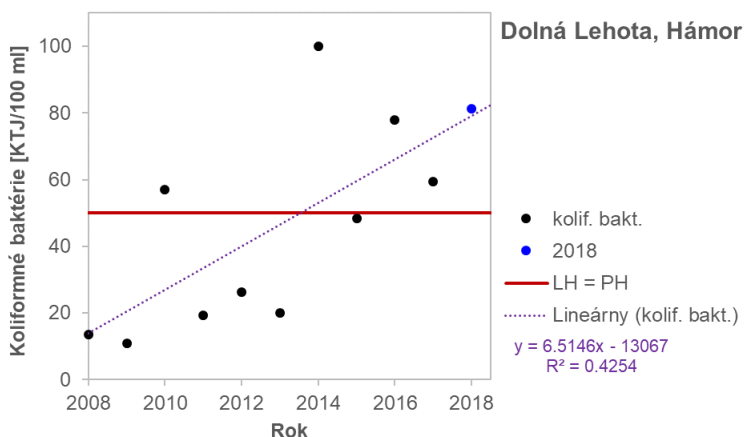
### Dolná Lehota, Hámor

Ukazovateľ	<i>Escherichia coli</i>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	29
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,012$
Prognóza k roku 2027	115 KTJ/100 ml



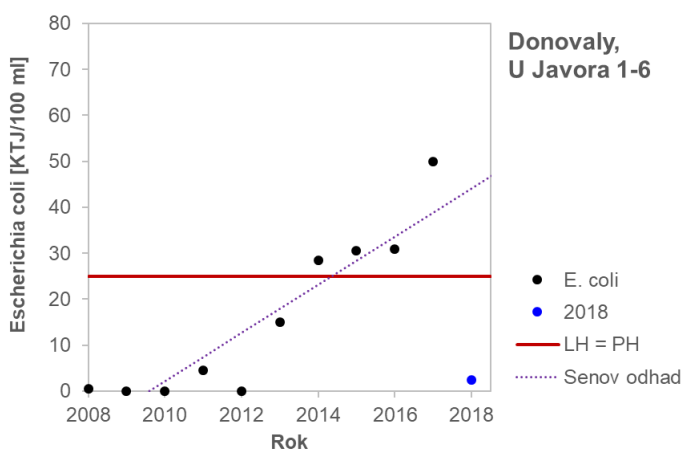
### Dolná Lehota, Hámor

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	29
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,04$
Prognóza k roku 2027	138 KTJ/100 ml



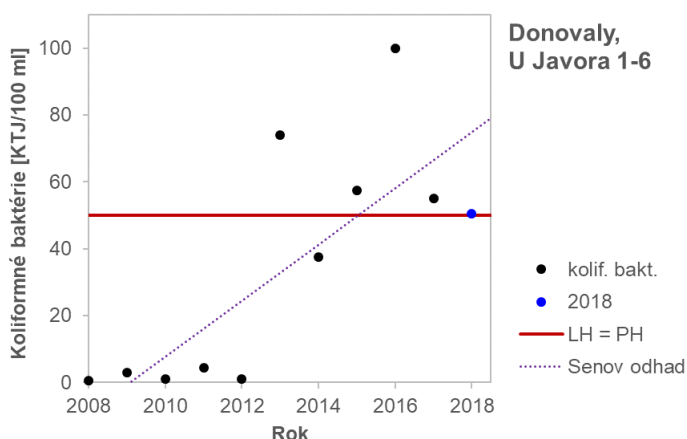
### Donovaly, U Javora 1-6

Ukazovateľ	<i>Escherichia coli</i>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	15
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,01$
Prognóza k roku 2027	91 KTJ/100 ml



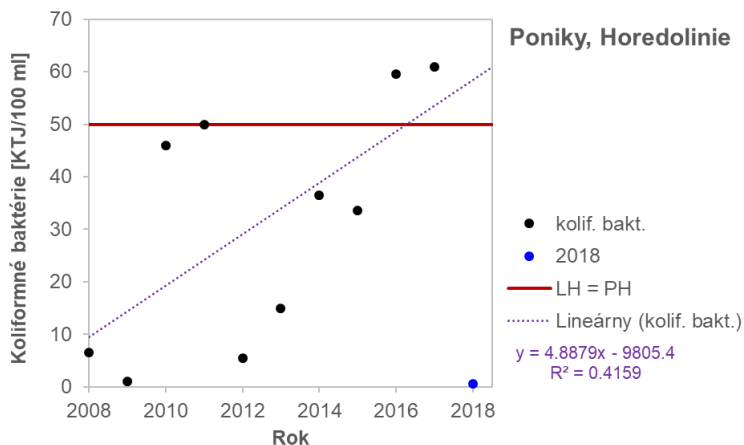
### Donovaly, U Javora 1-6

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	15
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	151 KTJ/100 ml



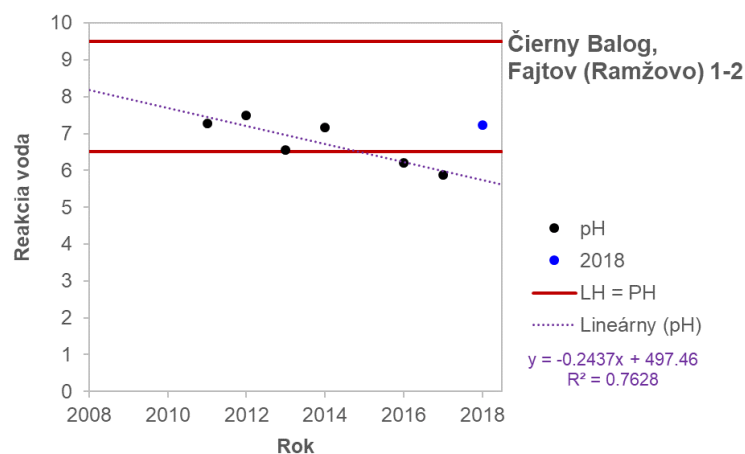
## Poniky, Horedolinie

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	17
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p = 0,044
Prognóza k roku 2027	102 KTJ/100 ml



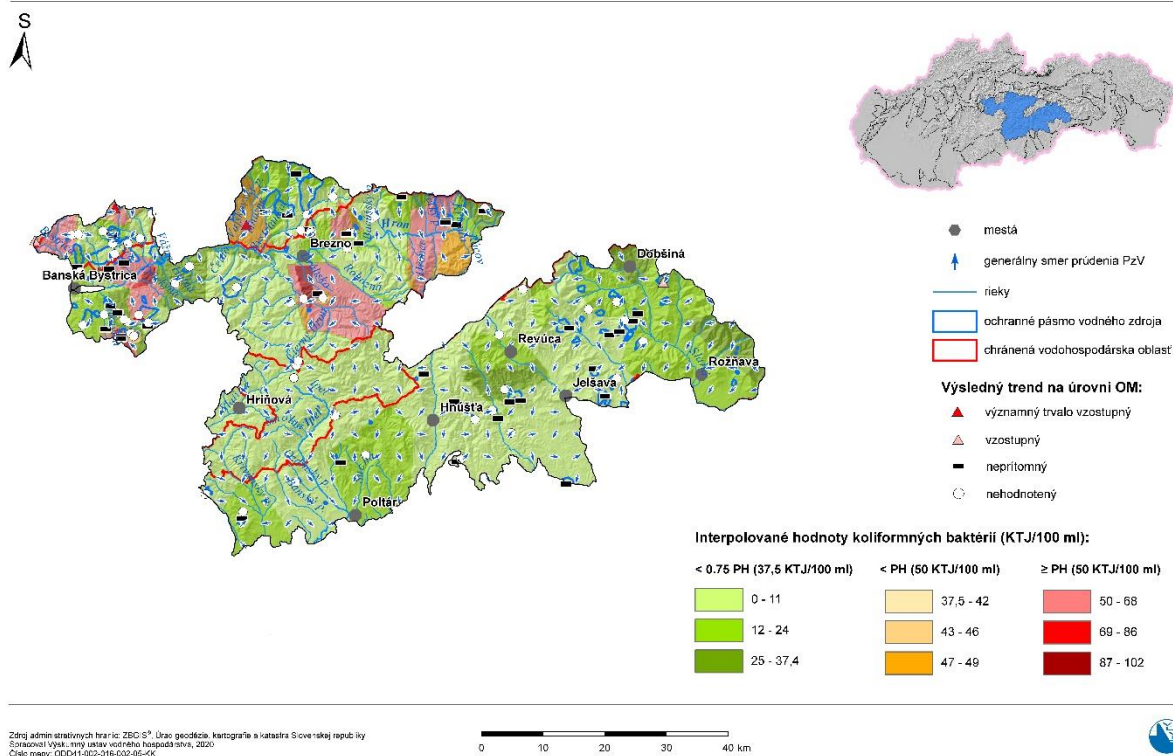
## Čierny Balog, Fajtov (Ramžovo) 1-2

Ukazovateľ	reakcia voda pH
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	6
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05
Prognóza k roku 2027	3,55



Ukazovateľ koliformné baktérie a *Escherichia coli* vykazujú VTVzT v odberných miestach Dolná Lehota (Hámor) a Donovaly (U Javora 1-6) a ukazovateľ koliformné baktérie v odbernom mieste Poniky (Horedolinie) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemery posledných dvoch rokov presahujú PH (LH) a prognózy k roku 2027 tiež prekračujú PH (LH). Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácií koliformných baktérií a *Escherichia coli* z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Ukazovateľ pH vykazuje VTVzT v odbernom mieste Čierny Balog, Fajtov (Ramžovo) 1-2 za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov aj prognóza k roku 2027 je mimo stanoveného rozmedzia PH (LH). Treba však poznamenať, že lineárny odhad vývoja hodnoty pH k roku 2027 je čisto štatistický, a takáto nízka hodnota pH (3,55) by reálne nemala nastať v podzemnej vode. Navyše, priemer pH z roku 2018 neprekračuje rozmedzie PH (LH), čo môže naznačovať postupné zvrátenie trendu.



Obrázok 9 - Mapa koncentrácie koliformných baktérií interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadová hodnota, PH - prahová hodnota)

Plocha koncentrácie *E. coli* presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 3,7 % z plochy celého útvaru, čo neprekračuje stanovenú hodnotu 5 %. Plocha koncentrácie koliformných baktérií presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 9,0 % z plochy celého útvaru, čo spadá do stanoveného rozmedzia 5 - 20 %. Predkvartérny útvar SK200280FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria je vyhodnotený ako **v riziku** kvôli ukazovateľu koliformné baktérie na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

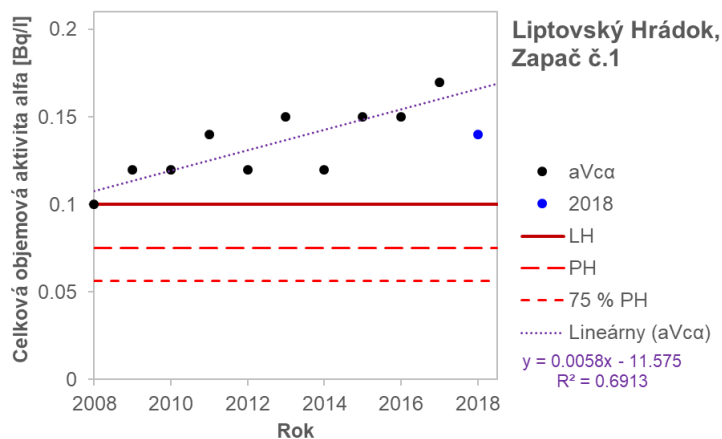
## Predkvartérny útvar SK200340KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severu Nízkych Tatier

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity mezozoika (triasu) s puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 229,1 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $5,59 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $2,11 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,99$ ) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne až veľmi značne nehomogénne s extrémne veľkou (trieda f) až veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK200340KF bol na úrovni odberného miesta štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ celková objemová aktivita alfa  $a_{V\alpha}$ , ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Liptovský Hrádok, Zapač č. 1

Ukazovateľ	celková objemová aktivita alfa $a_{V\alpha}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	10
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,01$ $p = 0,003$
Prognóza k roku 2027	0,222 Bq/l



Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií celkovej objemovej aktivity alfa za sledované obdobie 2008 – 2017 a priemeru z roku 2018 vidíme, že napriek rastúcemu trendu priemery neprekračujú hodnotu 0,2 Bq/l (vyhláška MŽP SR č. 636/2004 Z. z.). Navyše, celková objemová aktivita alfa je v tejto oblasti pravdepodobne geogénneho pôvodu.

Preto predkvartérny útvar SK200340KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severu Nízkych Tatier* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

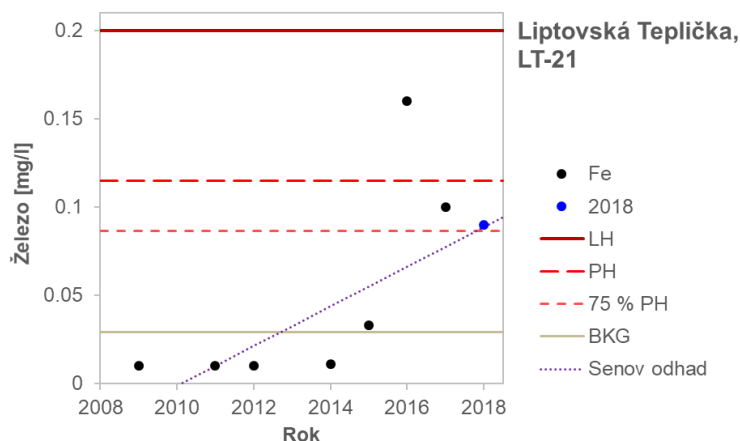
### Predkvartérny útvar SK200410KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity mezozoika (triasu) s krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 80,5 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,08 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $5,09 \cdot 10^{-6}$  m/s odpovedá triede V – dosť slabo priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log k = 1,08) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f).

V ÚPzV SK200410KF boli v odberných miestach Liptovská Teplička (LT-21) a Liptovská Teplička (LT-22) štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovateľ železo Fe, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

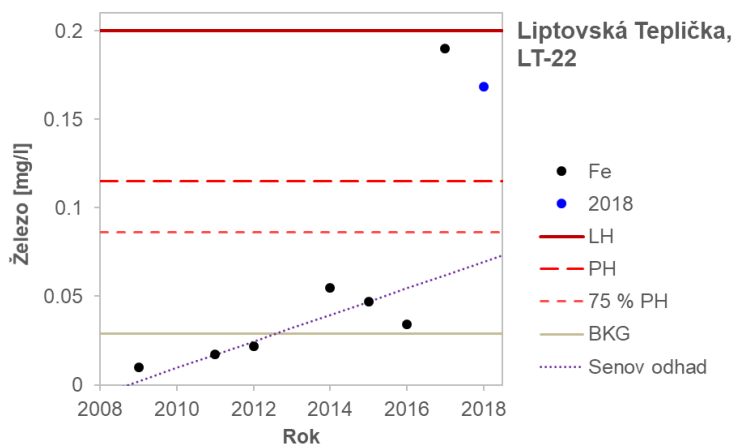
### Liptovská Teplička, LT-21

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,190 mg/l



### Liptovská Teplička, LT-22 (č. 7 Rovienky)

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	0,137 mg/l



Koncentrácia v odbernom mieste neprekračuje prípustný limit 0,5 mg/l (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.) a predpokladáme prirodzený pôvod železa. Navyše, plocha koncentrácie železa presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0 % z plochy celého útvaru. Preto je predkvartérny útvar SK200410KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier* vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

### Predkvartérny útvar SK200460KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu

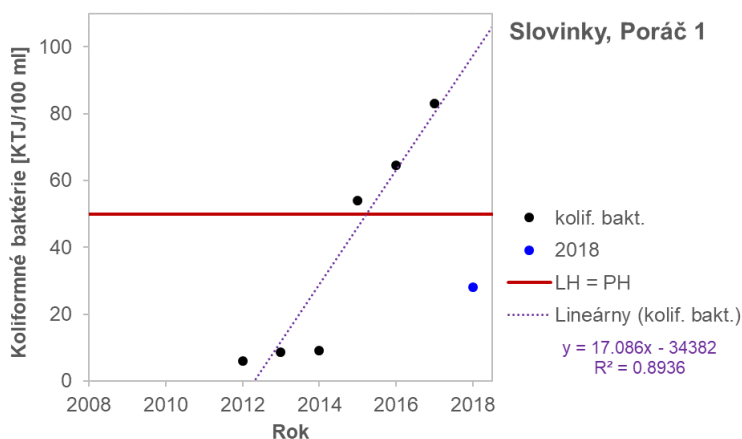
Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity mezozoika (triasu) s krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 389,7 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $2,61 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $8,86 \cdot 10^{-6}$  m/s odpovedá triede V – dosť slabo priepustné kolekory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,96$ ) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne až veľmi značne nehomogénne s extrémne veľkou (trieda f) až veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK200460KF sa nachádza 96 % územia CHVO Horné povodie Hnilca. Kvalita podzemnej vody bola monitorovaná v 1 objekte štátnej hydrologickej siete SHMÚ, v ktorom bola kvalita podzemnej vody vyhovujúca v zmysle vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z. (Bartík a kol., 2020).

V ÚPzV SK200460KF boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovateľ koliformné baktérie, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

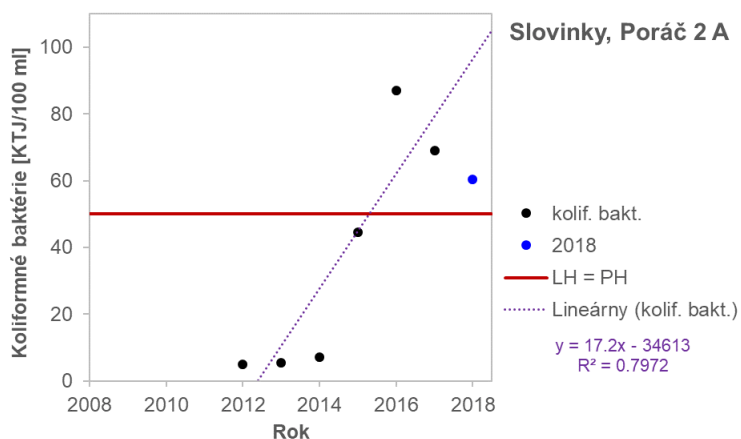
### Slovinky, Poráč 1

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	12
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,01$ $p = 0,004$
Prognóza k roku 2027	251 KTJ/100 ml



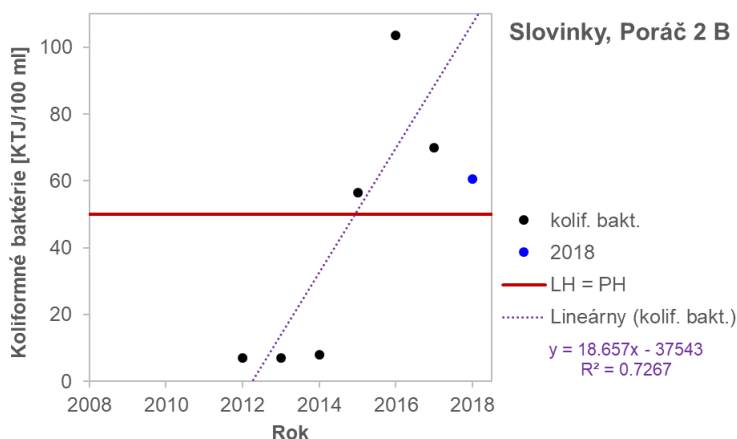
### Slovinky, Poráč 2 A

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	10
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,017$
Prognóza k roku 2027	251 KTJ/100 ml

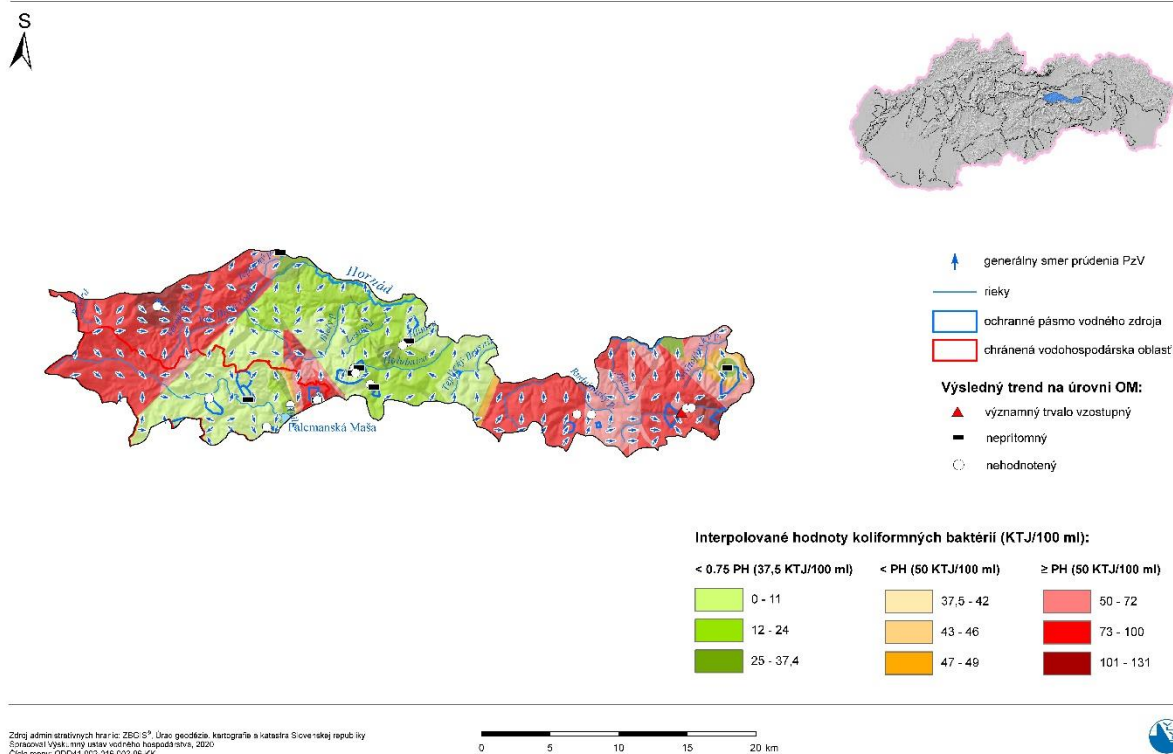


### Slovinky, Poráč 2 B

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	10
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,031$
Prognóza k roku 2027	275 KTJ/100 ml







Obrázok 10 - Mapa koncentrácie koliformných baktérií interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadová hodnota, PH - prahová hodnota)

Ukazovateľ koliformné baktérie vykazuje VTVzT v odberných miestach Slovinky Poráčl, 2 A a 2 B. Z grafu priebehu priemerov ročných koncentrácií absorbancie za sledované obdobie 2008 – 2017 a priemeru z roku 2018 je možné predpokladať zvrátenie rastúceho trendu, ktoré by ale bolo potrebné samostatne štatisticky overiť. Avšak, priemery posledných dvoch rokov presahujú PH (LH) a prognózy k roku 2027 tiež prekračujú PH (LH). Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie koliformných baktérií z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie koliformných baktérií presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 52,3 % z plochy celého útvaru, čo presahuje stanovenú hodnotu 20 %, teda by mal byť hodnotený ako v zlom stave. Keďže znečistenie koliformnými baktériami je možné odstrániť pomerne jednoduchou technologickou úpravou vody je predkvartérny útvar SK200460KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu vyhodnotený ako **v riziku** kvôli ukazovateľu koliformné baktérie na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

## Predkvartérny útvar SK2004700F - Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) striedavo tvoria útvar ílovce a pieskovce (flyš) a slieňovce paleogénu s puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1707,2 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti G(T) 1,56.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s zaradujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou.

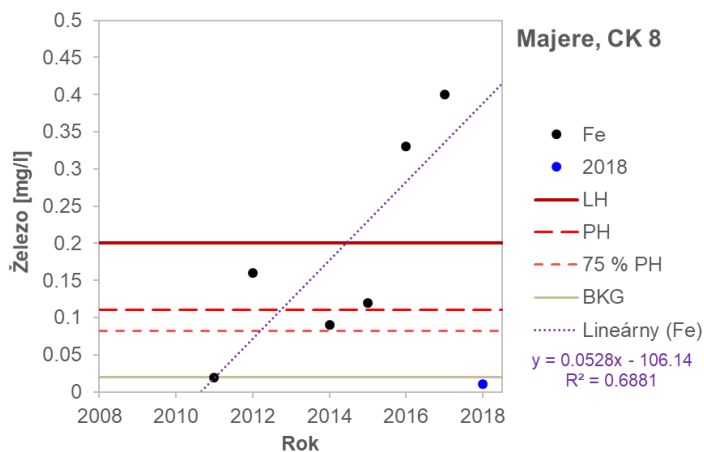


Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,27 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log  $k = 1,23$ ) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne s extrémne veľkou variabilitou (trieda f).

V ÚPzV SK2004700F bol v odbernom mieste Majere (CK 8) štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ železo Fe, ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Majere, CK 8

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$ $p = 0,041$
Prognóza k roku 2027	0,864 mg/l



Koncentrácia v odbernom mieste neprekračuje najvyššiu prípustnú limit 0,5 mg/l (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.) a predpokladáme prirodzený pôvod železa. Preto je predkvartérny útvar SK2004700F - Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

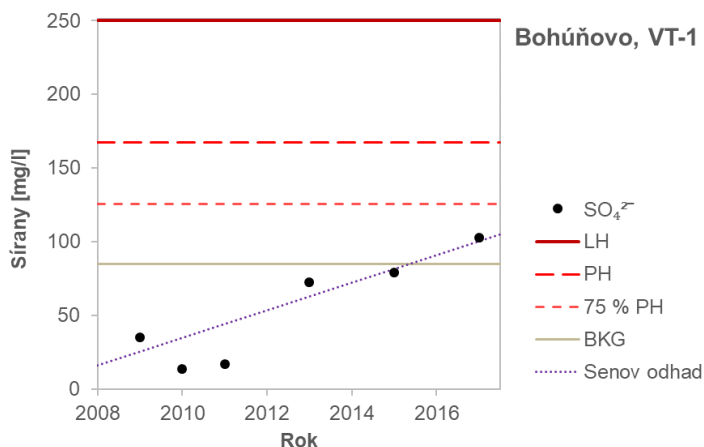
## Predkvartérny útvar SK200480KF - Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského krasu

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar vápence a dolomity mezozoika (triasu) s krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 598,1 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $3,55 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,22 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log  $k = 0,99$ ) možno toto prostredie považovať za extrémne nehomogénne až veľmi značne nehomogénne s extrémne veľkou (trieda f) až veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK200480KF bol v odbernom mieste štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ sírany  $SO_4^{2-}$ , ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Bohúňovo, VT-1

Ukazovateľ	sírany $\text{SO}_4^{2-}$
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	6
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	$p < 0,05$
Prognóza k roku 2027	194,0 mg/l



Koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  vykazujú VTVzT v odbernom mieste Bohúňovo (VT-1) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov nepresahuje 75 % PH, avšak prognóza k roku 2027 prekračuje PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie  $\text{SO}_4^{2-}$  z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie síranov presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0 % z plochy celého útvaru. Preto je predkvartérny útvar SK200480KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského krasu* vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

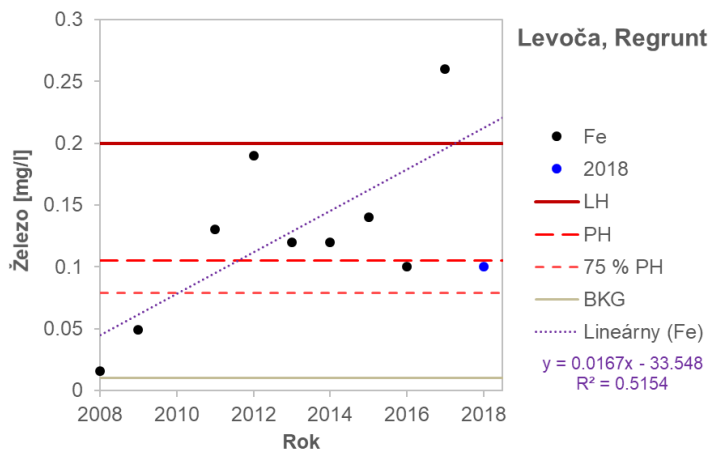
### Predkvartérny útvar SK2004900F - Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) striedavo tvoria útvar ílovce a pieskovce (flyš) paleogénu s puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1648,2 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T)$   $1,83 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s zaradíme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k)$   $1,17 \cdot 10^{-5}$  m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,90$ ) možno toto prostredie považovať za veľmi značne nehomogénne s veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK2004900F boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele železo Fe a koliformné baktérie, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

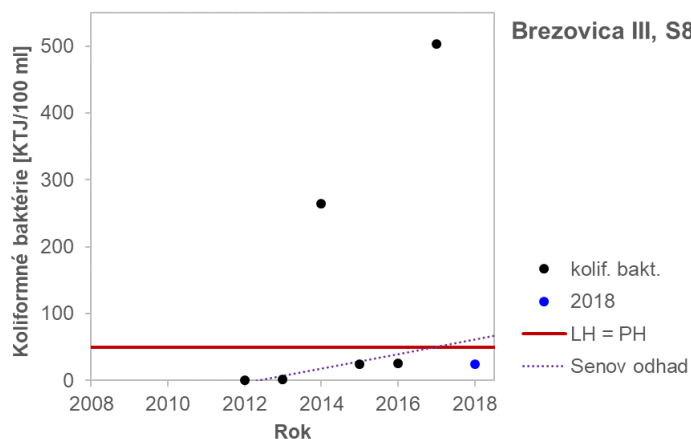
### Levoča, Regrunt

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	9
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p = 0,029
Prognóza k roku 2027	0,363 mg/l



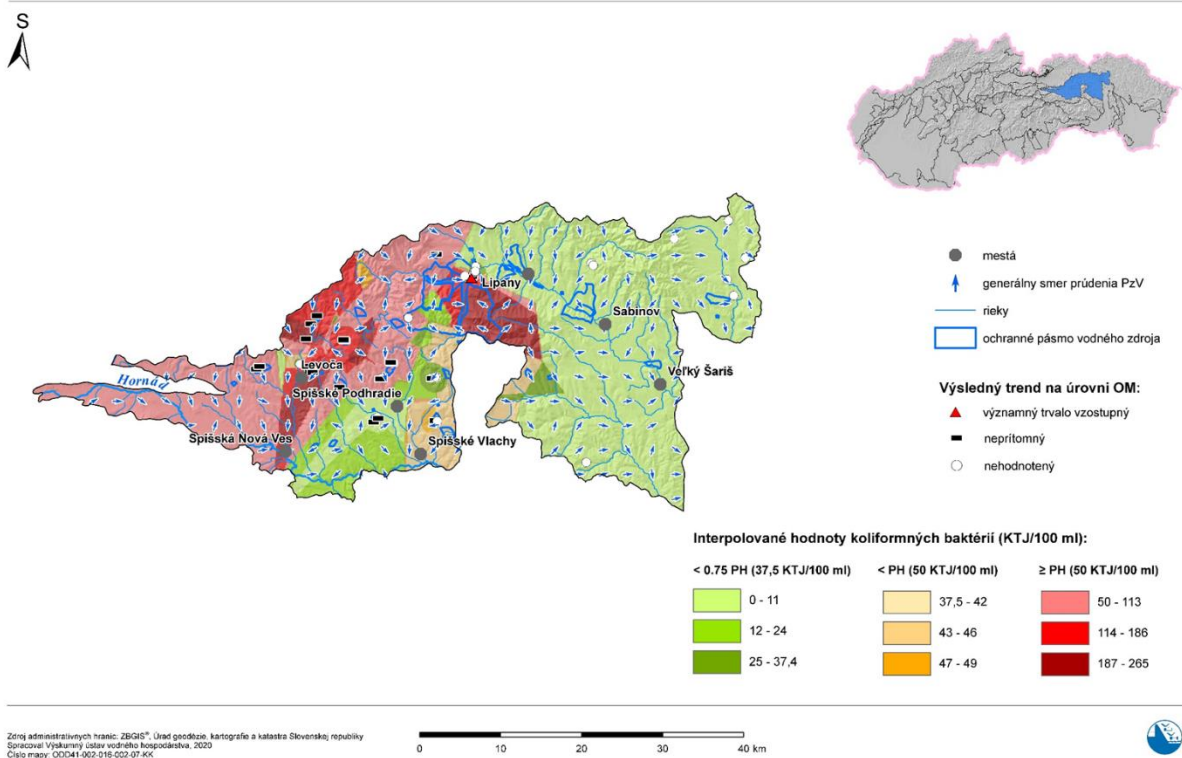
### Brezovica III, S8

Ukazovateľ	koliformné baktérie
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	11
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05
Prognóza k roku 2027	161 KTJ/100 ml



Napriek VTVzT koncentrácia železa v odbernom mieste Levoča, Regrunt neprekračuje prípustný limit 0,5 mg/l (vyhláška MZ SR č. 247/2017 Z. z.) a predpokladáme prirodzený pôvod železa. Navyše, plocha presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0,1 % z plochy celého útvaru, čo neprekračuje stanovenú hodnotu 5 %.

Ukazovateľ koliformné baktérie vykazuje VTVzT v odbernom mieste Brezovica III (S8) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov presahuje PH (LH) a prognóza k roku 2027 tiež prekračuje PH (LH). Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie koliformných baktérií z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.



Obrázok 11- Mapa koncentrácie koliformných baktérií interpolovaných prostredníctvom krigingu na plochu ÚPzV a výsledky hodnotenia trendov v odberných miestach (PzV - podzemná voda, OM - odberné miesto, BKG - požadová hodnota, PH - prahová hodnota)

Plocha koncentrácie koliformných baktérií presahujúca PH (LH) odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 35,4 % z plochy celého útvaru, čo presahuje stanovenú hodnotu 20 %. Keďže znečistenie koliformnými baktériami je možné odstrániť pomerne jednoduchou technologickou úpravou vody je predkvartérny útvar SK2004900F - Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu vyhodnotený ako **v riziku** kvôli ukazovateľu koliformné baktérie na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

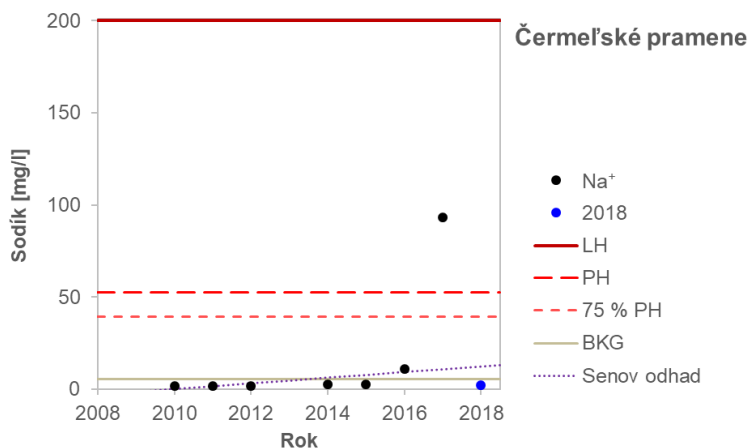
## Predkvartérny útvar SK200500FK - Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského rudohoria

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar fylity, droby, pieskovce, dolomity, vápence, ryolity, dacity, ruly, amfibolity, granity a granodiority rozhrania mezozoikum-paleozoikum s puklinovou, krasovo-puklinovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 1040,7 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti  $G(T) 5,73 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  zaradujeme horniny útvaru do IV. triedy charakterizovanej nízkou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého  $G(k) 3,00 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  odpovedá triede V – dosť slabo priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky  $\log T$  a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky  $\log k = 0,89$ ) možno toto prostredie považovať za veľmi značne nehomogénne s veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK200500FK bol v odbernom mieste štatisticky potvrdený VTVzT pre ukazovateľ sodík Na<sup>+</sup>, ktorého časový rad je spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedený na nasledujúcom grafe.

### Čermeľske pramene

Ukazovateľ	sodík Na <sup>+</sup>
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05
Prognóza k roku 2027	26,3 mg/l



Koncentrácie Na<sup>+</sup> vykazujú VTVzT v odbernom mieste Čermeľske pramene za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov presahuje 75 % PH, ale prognóza k roku 2027 neprekračuje PH. Preto sa pre tento útvar interpolovali priemery koncentrácie Na z posledných dvoch rokov metódou krigingu na plochu ÚPzV.

Plocha koncentrácie sodíka presahujúca PH odhadnutá pomocou metódy krigingu bola 0 % z plochy celého útvaru. Predkvartérny útvar SK200500FK - *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského rudohoria* je vyhodnotený ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

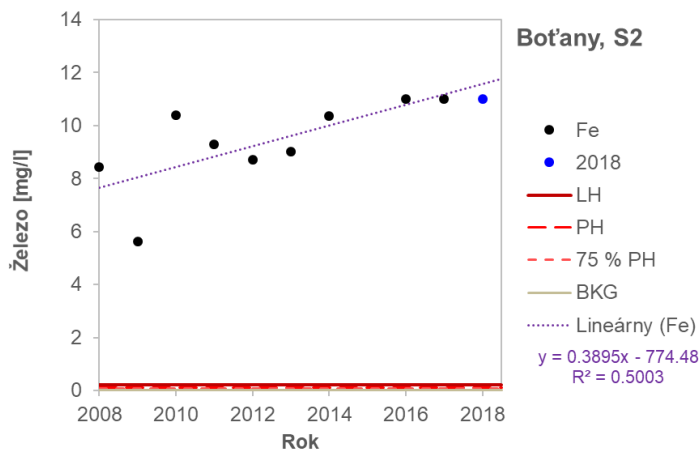
### Predkvartérny útvar SK2005800P - Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy

Podľa hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemných vôd (Malík a kol., 2013) tvoria útvar jazerno-riečne sedimenty piesky, štrky, íly, ílovce, slieňovce neogénu s medzizrnovou priepustnosťou. Útvar podzemných vôd má plochu 2299,0 km<sup>2</sup>. Na základe váženého geometrického priemeru koeficientu prietochnosti G(T) 1,83.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s zaraďujeme horniny útvaru do III. triedy charakterizovanej strednou prietochnosťou. Priepustnosť vyjadrená priemernou hodnotou váženého G(k) 1,89.10<sup>-5</sup> m/s odpovedá triede IV - mierne priepustné kolektory. Podľa štandardnej odchýlky log T a z hľadiska filtračnej nerovnorodosti (na základe štandardnej odchýlky log k = 0,83) možno toto prostredie považovať za veľmi značne nehomogénne s veľmi veľkou variabilitou (trieda e).

V ÚPzV SK2005800P boli na úrovni odberných miest štatisticky potvrdené VTVzT pre ukazovatele železo Fe a chemická spotreba kyslíka manganistanom CHSK<sub>Mn</sub>, ktorých časové rady sú spolu so základnými popisnými štatistickými údajmi uvedené na nasledujúcich grafoch.

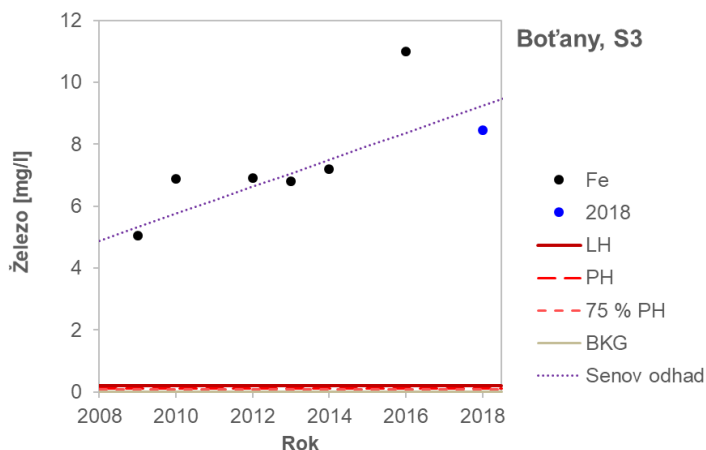
### Boľany, S2

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 – 2017	10
Normálne rozdelenie dát	áno
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK + ANOVA
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05 p = 0,033
Prognóza k roku 2027	15,066 mg/l



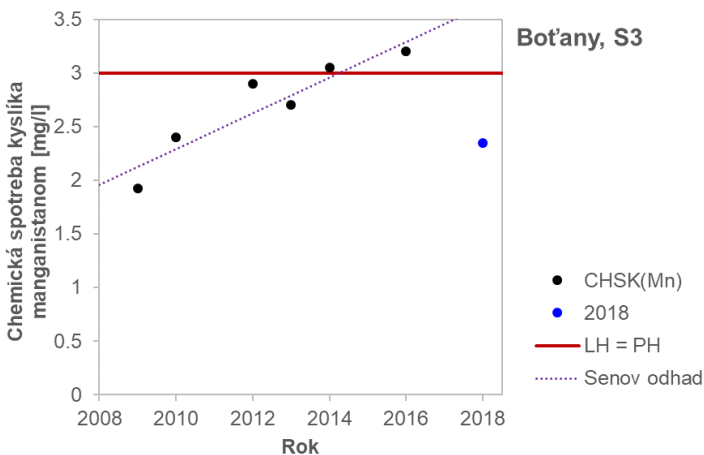
### Boľany, S3

Ukazovateľ	železo Fe
Počet meraní za obdobie 2008 - 2017	7
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05
Prognóza k roku 2027	13,158 mg/l



### Boľany, S3

Ukazovateľ	chemická spotreba kyslíka manganistanom $CHSK_{Mn}$
Počet meraní za obdobie 2008 – 2017	7
Normálne rozdelenie dát	nie
Štatistická metóda potvrdzujúca trend	MK
Signifikantnosť štatistickej metódy (p-hodnota)	p < 0,05
Prognóza k roku 2027	5,1 mg/l



Koncentrácie Fe vykazujú VTVzT v odberných miestach Boľany (S2) a Boľany (S3) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov vysoko presahuje 75 % NK, a aj prognóza k roku 2027 prekračuje NK. Avšak, v prípade železa, ako sme už spomínali, ide najpravdepodobnejšie o železo geogénneho pôvodu.



Ukazovateľ  $CHSK_{Mn}$  vykazuje VTVzT v odbernom mieste Boľany (S3) za hodnotené obdobie 2008 - 2017. Priemer posledných dvoch rokov aj prognóza k roku 2027 prekračujú PH (LH). Avšak, priemer z roku 2018 neprekračuje PH (LH), čo môže naznačovať postupné zvrátenie trendu. Keďže v odbernom mieste ani v ÚPzV neprekračovali iné ukazovatele prahové hodnoty, ktoré by pomohli bližšie určiť dôvod prekročenia  $CHSK_{Mn}$  hodnotíme predkvartérny útvar SK2005800P - *Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy* ako **v dobrom** stave na základe hodnotenia chemického stavu podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

### 3.4. Výsledné hodnotenie testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu

Na základe zvolenej metodiky popísanej v kapitole 2. a expertného posúdenia bolo 60 ÚPzV klasifikovaných ako v dobrom chemickom stave, 6 v riziku nedosiahnutia dobrého stavu do roku 2027 a 1 v zlom chemickom stave (tab. 4).

Pre nedostatok dát (ND) nebolo hodnotených 8 ÚPzV, 2 kvartérne ÚPzV (SK1000800P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipla a jeho prítokov* a SK1000900P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov*) a 6 predkvartérnych ÚPzV (SK2001300P - *Medzizrnové podzemné vody Bánovskej kotliny*, SK2003200P - *Medzizrnové podzemné vody Oravskej kotliny*, SK2004300F - *Puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Kozích chrbtov*, SK2004500P - *Medzizrnové podzemné vody Gemerskej pahorkatiny*, SK2005200P - *Medzizrnové podzemné vody Abovskej pahorkatiny* a SK200560FK - *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody zemplanika*).

V riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu boli klasifikované 2 kvartérne (SK1000100P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy* kvôli síranom a SK1000300P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy* kvôli amónnym iónom) a 4 predkvartérne ÚPzV (SK2000500P - *Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy* kvôli amónnym iónom a SK200280FK - *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria*, SK200460KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu*, SK2004900F - *Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu* kvôli koliformným baktériám).

V zlom stave na základe hodnotenia testu Pitná voda bol klasifikovaný 1 predkvartérny útvar SK2000200P - *Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy* kvôli ukazovateľu amónne ióny.

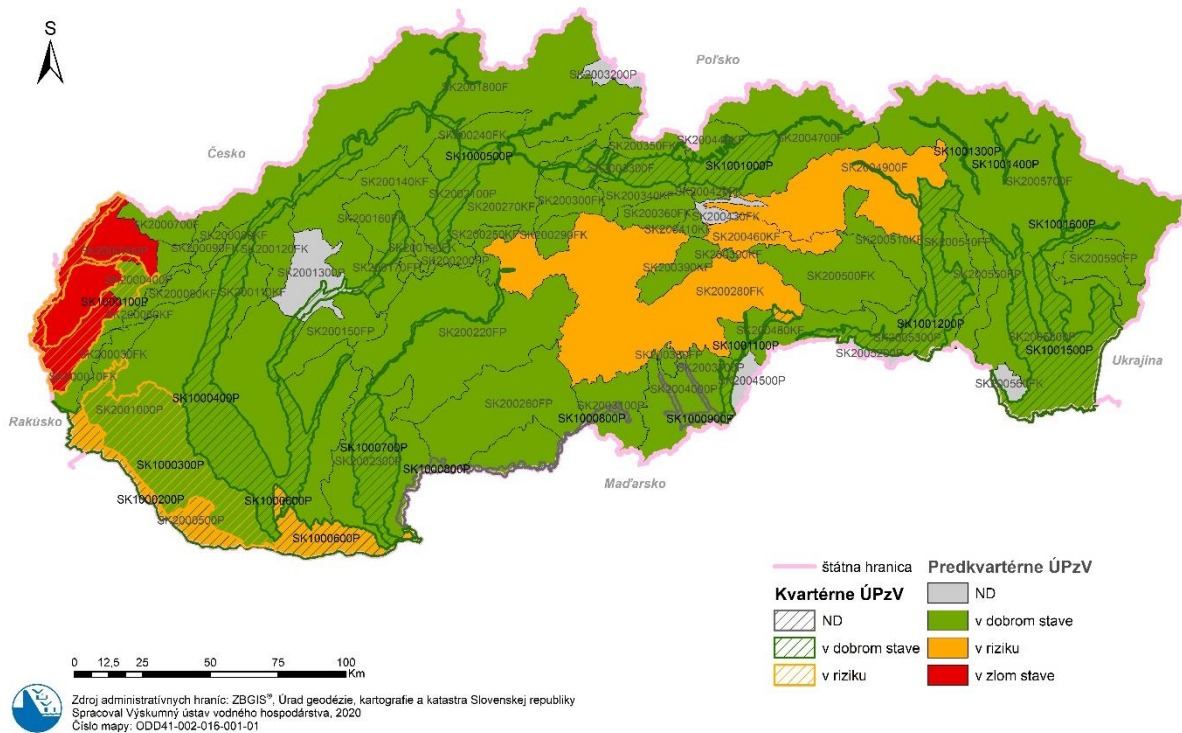
Celkový výsledok hodnotenia testu je zobrazený na mape na obrázku 12. Ďalej sú na mapách (obr. 13 - 15) zobrazené hodnotenia pre jednotlivé ukazovatele (sírany, amónne ióny, koliformné baktérie), ktoré zapríčinili zlý chemický stav útvaru podzemnej vody alebo riziko nedosiahnutia environmentálnych cieľov do roku 2027. Pre úplnosť sú na mapách zaznačené nielen odberné miesta, v ktorých daný ukazovateľ vykazoval štatisticky významný trend (významne a trvalo vzostupný, vzostupný alebo klesajúci), ale aj miesta, kde sa nepotvrdil štatisticky významný trend alebo nebolo možné trend hodnotiť (nehodnotený). Výsledné hodnotenie chemického stavu pre jednotlivé kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda) je uvedené v tabuľke 5.



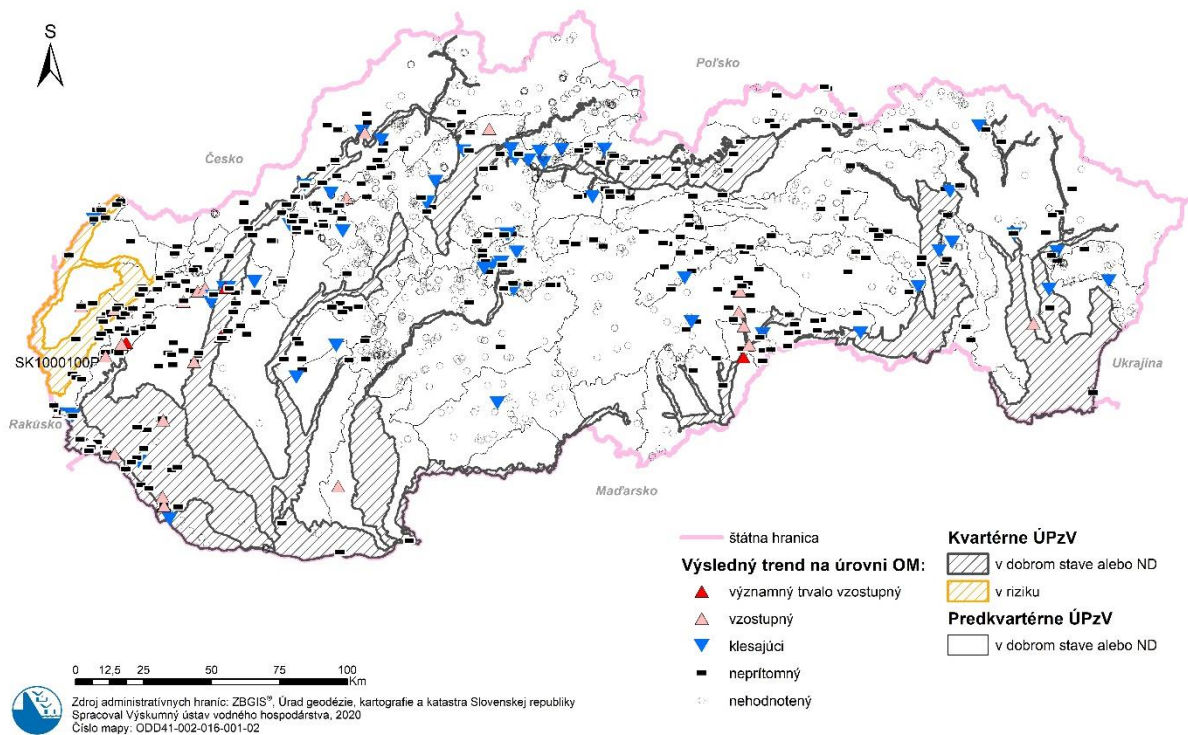
Tabuľka 4 - Výsledné hodnotenie chemického stavu kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda)

Typ ÚPzV	Hodnotenie stavu			
	ND	Dobrý	V riziku	Zlý
<b>Kvartérne</b>	2	12	2	0
<b>Predkvartérne</b>	6	48	4	1
<b>Spolu</b>	8	60	6	1

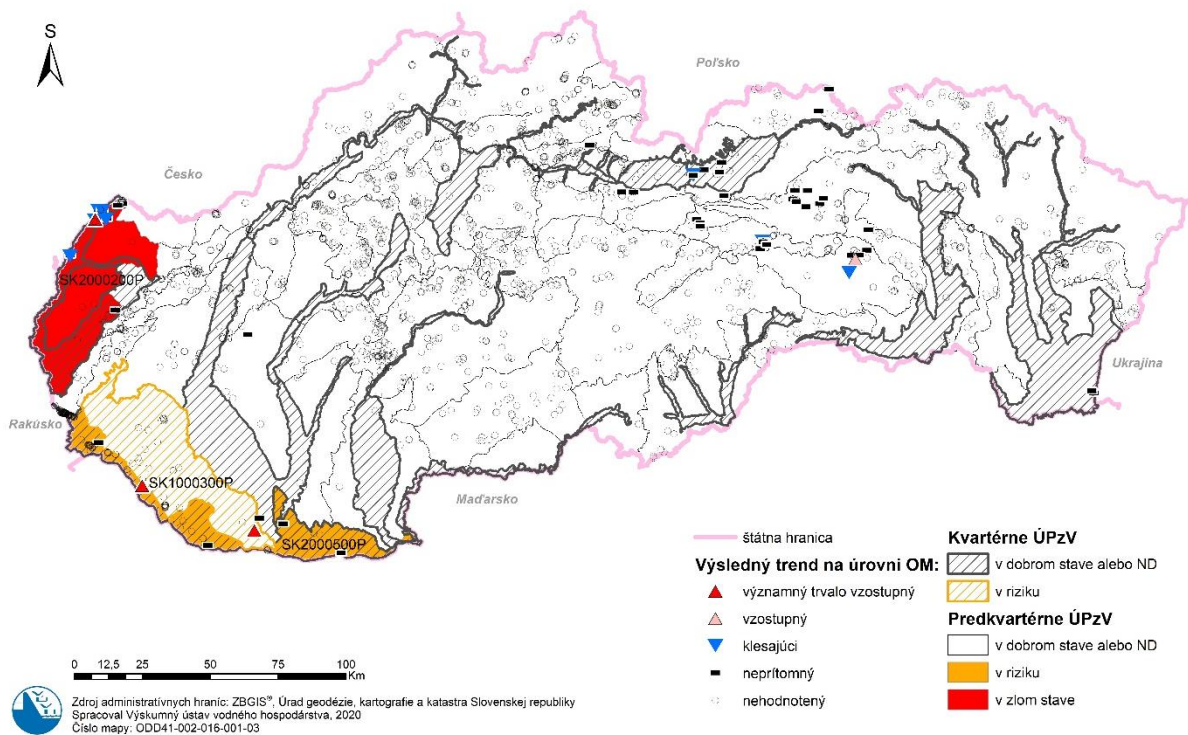
ND – nedostatok/žiadne dáta



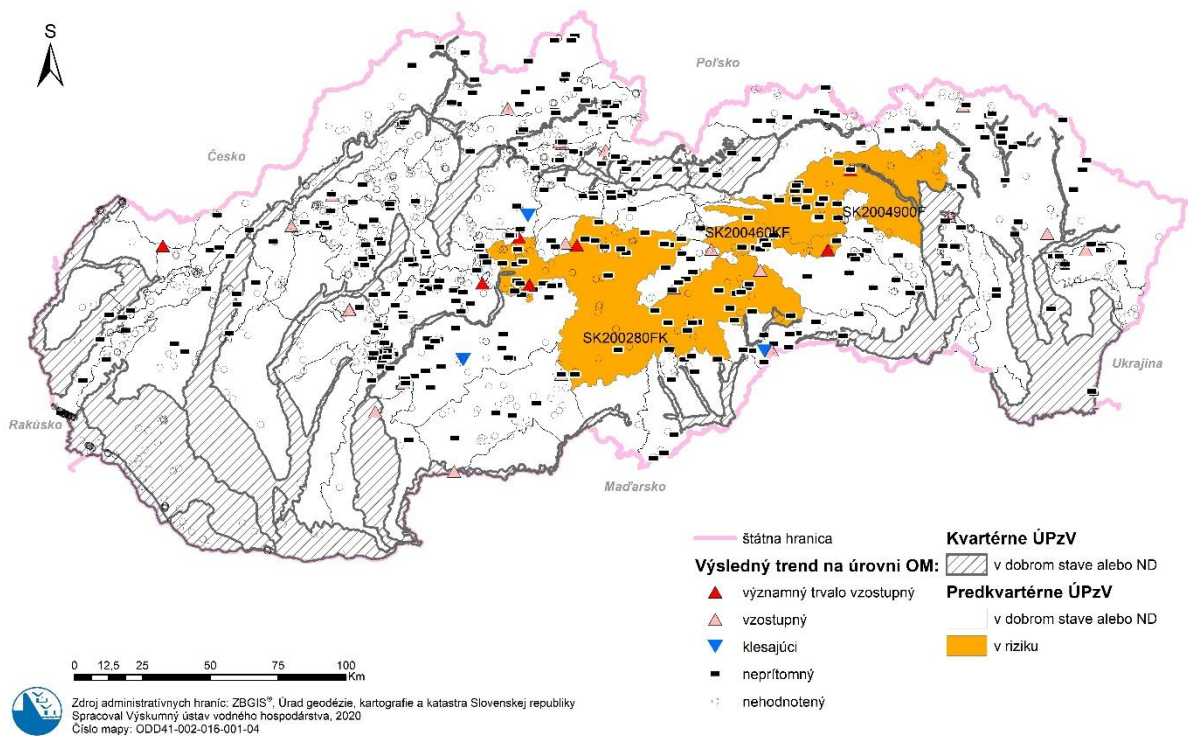
Obrázok 12 – Výsledné hodnotenie chemického stavu ÚPzV na základe testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (ÚPzV – útvar podzemnej vody, ND – nedostatok dát)



Obrázok 13 – Výsledné hodnotenie chemického stavu ÚPzV na základe testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre ukazovateľ **sírany** za roky 2008 – 2017 (OM - odberné miesto, ÚPzV – útvar podzemnej vody, ND – nedostatok dát)



Obrázok 14 – Výsledné hodnotenie chemického stavu ÚPzV na základe testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre ukazovateľ **amónne ióny** za roky 2008 – 2017 (OM - odberné miesto, ÚPzV – útvar podzemnej vody, ND – nedostatok dát)



Obrázok 15 - Výsledné hodnotenie chemického stavu ÚPzV na základe testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu pre ukazovateľ koliformné baktérie za roky 2008 – 2017 (OM - odberné miesto, ÚPzV – útvar podzemnej vody, ND – nedostatok dát)

Tabuľka 5 - Výsledné hodnotenie chemického stavu pre jednotlivé kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda)

Typ a kód ÚPzV	Názov ÚPzV	Ukazovateľ spôsobujúci zlý chem. stav/riziko	Stav ÚPzV podľa testu Pitná voda	
Kvartérny	SK1000100P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy	sírany	V RIZIKU !
	SK1000200P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy		DOBRÝ ✓
	SK1000300P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy	amónne ióny	V RIZIKU !
	SK1000400P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov		DOBRÝ ✓
	SK1000500P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov		DOBRÝ ✓
	SK1000600P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy		DOBRÝ ✓
	SK1000700P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov		DOBRÝ ✓
	SK1000800P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipľa a jeho prítokov		nehodnotený –
	SK1000900P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov		nehodnotený –
	SK1001000P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Dunajca a Popradu a ich prítokov		DOBRÝ ✓



Typ a kód ÚPzV		Názov ÚPzV	Ukazovateľ spôsobujúci zlý chem. stav/riziko	Stav ÚPzV podľa testu Pitná voda	
Kvartérny	SK1001100P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Slanej a jej prítokov		DOBRÝ	✓
	SK1001200P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornádu, Bodvy a ich prítokov		DOBRÝ	✓
	SK1001300P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov		DOBRÝ	✓
	SK1001400P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Ondavy a jej prítokov		DOBRÝ	✓
	SK1001500P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov		DOBRÝ	✓
	SK1001600P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Laborca a jeho prítokov		DOBRÝ	✓
Predkvartérny	SK200010FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských a Devínskych Karpát čiastkového povodia Moravy a Dunaja		DOBRÝ	✓
	SK2000200P	Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy	amónne ióny	ZLÝ	✗
	SK200030FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu		DOBRÝ	✓
	SK2000400P	Medzizrnové podzemné vody východnej časti Viedenskej panvy		DOBRÝ	✓
	SK2000500P	Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy	amónne ióny	V RIZIKU	!
	SK200060KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských a Brezovských Karpát čiastkového povodia Moravy		DOBRÝ	✓
	SK2000700F	Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma		DOBRÝ	✓
	SK200080KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských, Brezovských a Čachtických Karpát čiastkového povodia Váhu		DOBRÝ	✓
	SK2000900F	Puklinové podzemné vody Myjavskej pahorkatiny		DOBRÝ	✓
	SK2001000P	Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov		DOBRÝ	✓
	SK200110KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca		DOBRÝ	✓
	SK200120FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Považského Inovca		DOBRÝ	✓
	SK2001300P	Medzizrnové podzemné vody Bánovskej kotliny		nehodnotený	-
	SK200140KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry		DOBRÝ	✓
	SK200150FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tribeča		DOBRÝ	✓
	SK200160FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Strážovských vrchov		DOBRÝ	✓
	SK200170FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov a terciérnych náplavov Hornonitrianskej kotliny		DOBRÝ	✓
	SK2001800F	Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny		DOBRÝ	✓
SK200190FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody pohoria Žiar		DOBRÝ	✓	

Typ a kód ÚPzV	Názov ÚPzV	Ukazovateľ spôsobujúci zlý chem. stav/riziko	Stav ÚPzV podľa testu Pitná voda		
Predkvartérny	SK200200FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov pohoria Vtáčnik a Kremnických vrchov		DOBRÝ	✓
	SK2002100P	Medzizrnové podzemné vody Turčianskej kotliny		DOBRÝ	✓
	SK200220FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody severnej časti stredoslovenských neovulkanitov		DOBRÝ	✓
	SK2002300P	Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipeľskej kotliny		DOBRÝ	✓
	SK200240FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Malej Fatry		DOBRÝ	✓
	SK200250KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry		DOBRÝ	✓
	SK200260FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody južnej časti stredoslovenských neovulkanitov		DOBRÝ	✓
	SK200270KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry, Chočských vrchov a Západných Tatier		DOBRÝ	✓
	SK200280FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria	kolidiformé baktérie	V RIZIKU	!
	SK200290FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody južných svahov Nízkych Tatier		DOBRÝ	✓
	SK200300FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severozápadu Nízkych Tatier		DOBRÝ	✓
	SK2003100P	Medzizrnové podzemné vody Lučeneckej kotliny a západnej časti Cerovej vrchoviny		DOBRÝ	✓
	SK2003200P	Medzizrnové podzemné vody Oravskej kotliny		nehodnotený	–
	SK2003300F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a Liptovskej kotliny		DOBRÝ	✓
	SK200340KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severu Nízkych Tatier		DOBRÝ	✓
	SK200350FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tatier čiastkového povodia Váhu		DOBRÝ	✓
	SK200360FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severovýchodu Nízkych Tatier		DOBRÝ	✓
	SK2003700P	Medzizrnové podzemné vody Rimavskej kotliny, Oždianskej pahorkatiny a východnej časti Cerovej vrchoviny		DOBRÝ	✓
	SK200380FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Pokoradzskej tabule		DOBRÝ	✓
	SK200390KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Muránskej planiny		DOBRÝ	✓
	SK2004000P	Medzizrnové podzemné vody Valickej pahorkatiny		DOBRÝ	✓
	SK200410KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier		DOBRÝ	✓
	SK200420FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Kozích chrbtov		DOBRÝ	✓
	SK2004300F	Puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Kozích chrbtov		nehodnotený	–
	SK200440KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Tatier čiastkového povodia Dunajca a Popradu		DOBRÝ	✓
SK2004500P	Medzizrnové podzemné vody Gemerskej pahorkatiny		nehodnotený	–	

Typ a kód ÚPzV	Názov ÚPzV	Ukazovateľ spôsobujúci zlý chem. stav/riziko	Stav ÚPzV podľa testu Pitná voda		
Predkvartérny	SK200460KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu	koliformé baktérie	V RIZIKU	!
	SK2004700F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu		DOBRÝ	✓
	SK200480KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského krasu		DOBRÝ	✓
	SK2004900F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu	koliformé baktérie	V RIZIKU	!
	SK200500FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského rudohoria		DOBRÝ	✓
	SK200510KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Braniska a Čiernej hory		DOBRÝ	✓
	SK2005200P	Medzizrnové podzemné vody Abovskej pahorkatiny		nehodnotený	–
	SK2005300P	Medzizrnové podzemné vody Košickej kotliny		DOBRÝ	✓
	SK200540FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov čiastkového povodia Hornádu		DOBRÝ	✓
	SK200550FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov čiastkového povodia Bodrogu		DOBRÝ	✓
	SK200560FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody zemplanika		nehodnotený	–
	SK2005700F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Bodrogu		DOBRÝ	✓
	SK2005800P	Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy		DOBRÝ	✓
	SK200590FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Vihorlatu		DOBRÝ	✓

## Záver

Rámcová smernica o vode vyžaduje hodnotiť stav vodných útvarov. Test kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (test Pitná voda) je jedným zo 4 relevantných testov na hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd, ktorými sa hodnotí vplyv ľudskej činnosti.

Základom hodnotenia testu Pitná voda bola kvalita surovej vody v mieste odberu pred akoukoľvek úpravou pre celkovo 44 ukazovateľov (chemické, rádiologické a mikrobiologické). Hodnotila sa významná zmena spôsobená antropogénnym vplyvom prostredníctvom hodnotenia trendov ročných priemerov berúc do úvahy základné úrovne (požadované hodnoty) ukazovateľov.

Nosnou časťou testu bolo štatistické hodnotenie prítomnosti významne a trvalo vzostupného trendu jednotlivých ukazovateľov v odberných miestach zdrojov pitnej vody za 10 ročné obdobie (2008 - 2017). Hodnotenie na úrovni útvarov podzemných vôd sa uskutočnilo podľa navrhutej metodiky a expertného posúdenia.

Hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd podľa testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu bolo uskutočnené pre 14 kvartérnych a 53 predkvartérnych útvarov podzemných vôd. 8 útvarov podzemných vôd nebolo možné hodnotiť pre nedostatok dát, 60 útvarov podzemných vôd bolo testom klasifikovaných ako v dobrom chemickom stave, 6 útvarov podzemných vôd v riziku nedosiahnutia dobrého stavu k roku 2027 a 1 útvar podzemnej vody v zlom chemickom stave.

Kvartérny útvar SK1000100P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy* bol vyhodnotený ako v riziku kvôli ukazovateľu **sírany**.

Kvartérny útvar SK1000300P - *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy* a predkvartérny útvar SK2000500P - *Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy* boli vyhodnotené ako v riziku kvôli ukazovateľu **amónne ióny**.

Tri predkvartérne útvary SK200280FK - *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nizkých Tatier a Slovenského rudohoria*, SK200460KF - *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu* a SK2004900F - *Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu* boli vyhodnotené ako v riziku kvôli ukazovateľu **koliformné baktérie**.

Predkvartérny útvar SK2000200P - *Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy* bol vyhodnotený ako v zlom stave kvôli ukazovateľu **amónne ióny** testom kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

Pre útvary podzemných vôd vyhodnotených ako v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov a útvar podzemnej vody hodnotený ako v zlom chemickom stave je potrebné navrhnúť opatrenia na zvrátenie tohto stavu.

## Zoznam použitej literatúry:

- Bartík, I., Döményová, J., Gápelová, V., Chriaštel, R., Kandrik, R., Krumpolcová, D., Kullman, E., Liová, S., Luptáková, A., Melová, K., Micajová, B., Molnár, E., Palková, M., Paľušová, Z., Pecho, J., Podolinská, J., Poárová, J., Síčová, B., Slivková, K., Šimor, V., Urbancová, J., 2020. *Kvalita vôd v chránených vodohospodárskych oblastiach za rok 2019*, Správa, Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.
- Bodiš, D., Repčoková, Z., Slaninka, I., Krčmová, K., 2008. *Stanovenie požadových a prahových hodnôt ÚPV a hodnotenie chemického stavu podzemných vôd na Slovensku*, Záverečná správa geologickej úlohy. č. 208/1, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- Bodiš, D., Slaninka, I., Kordík, J., Stríček, I., Jankulár, M., 2020. *Kvantitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody na Slovensku*, Záverečná správa. číslo úlohy 10 -19-01, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- Bubeníková, M., Patschová, A., Kučerová, K., Chudoba, V., Hamar Zsideková, B., Kušnier, S., 2020. Implementácia smernice 2000/60/ES (RSV). Útvary podzemných vôd. Hodnotenie podzemných vôd pre účely smernice 2000/60/ES dosiahnutie dobrého chemického stavu v útvaroch podzemných vôd. číslo úlohy 9063, *Záverečná správa*, VÚVH, Bratislava, Január 2020.
- European Commission, 2007. *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance document no. 15, Guidance on Groundwater Monitoring (Usmernenie o monitorovaní podzemných vôd)*, Technical Report – 002 - 2007, Luxembourg, ISBN 92-79-04558-X
- European Commission, 2007. *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance document no. 16, Guidance on Drinking Water Protected Areas (Usmernenie o chránených vodohospodárskych oblastiach)*, Technical Report – 2007 - 010, Luxembourg, ISBN 978-92-79-06201-8
- European Commission, 2009. *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance document no. 18, Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment (Usmernenie o hodnotení stavu podzemných vôd a hodnotení trendov)*, Technical Report – 2009 – 026, Luxembourg, ISBN 978-92-79-11374-1
- Hrabánková, A., Datel, V.J., Hubáčková, J., Hodinářová, Z. a kol., 2014. *Metodika pro hodnocení stavu chráněných území podzemní a povrchové vody vymezených podle čl. 7 Rámcové směrnice o vodě č 2000/60/ES*, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha. s. 28, Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/pozemni\\_povrchova\\_voda\\_metodika\\_hodnoceni](https://www.mzp.cz/cz/pozemni_povrchova_voda_metodika_hodnoceni)
- Chriaštel, R., Kullman, E., 2015. *Vyhodnotenie významných trendov v podzemných vodách v Slovenskej republike*. Acta Hydrologica Slovaca, Ročník 16, Tematické číslo, s. 59-70, Dostupné z: [http://www.shmu.sk/File/Hydrologia/Publikacna\\_cinnost/2015/2015\\_MPaPRaHD\\_Chriastel\\_kol\\_Vyhodnotenie\\_vyznamnych\\_trendov\\_PzV.pdf](http://www.shmu.sk/File/Hydrologia/Publikacna_cinnost/2015/2015_MPaPRaHD_Chriastel_kol_Vyhodnotenie_vyznamnych_trendov_PzV.pdf)
- Malík, P., Švasta, J., Černák, R., Lenhardtová, E., Bačová, N., Remšík, A., 2013. *Kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody. Prípravná štúdia. Časť I. – Doplnenie hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemnej vody vrátane útvarov geotermálnej vody*. Správa. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2009. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly* ed. Slovenská agentúra životného prostredia, Výskumný ústav vodného hospodárstva. ISBN: 978-80-89503-16-2 Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-aplanovacie-dokumenty/vodny-plan-slovenska-2009.html>
- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2015. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly, Aktualizácia*, ed. Slovenská agentúra životného prostredia, Výskumný ústav vodného hospodárstva. ISBN: 978-80-89503-62-9, Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-aplanovacie-dokumenty/vodny-plan-slovenska-aktualizacia-2015.html>



Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2021. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Publikácia v príprave.

Mogoňová, E., a kol., 2009. *Čo vieme o pitnej vode v Slovenskej republike*, Slovenská agentúra životného prostredia, informačná brožúra v rámci projektu - Informačný systém o vode určenej na ľudskú spotrebu. Dostupné z: [http://www.vuvh.sk/download/VaV/Vystupy/Letak-SK\\_web.pdf](http://www.vuvh.sk/download/VaV/Vystupy/Letak-SK_web.pdf)

Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 9. júna 2010, ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd, Z. z. č. 282/2010, 24. 06. 2010 (časová verzia predpisu účinná od 01.01.2020), s. 1-13, Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2010/282/20200101>

Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 8. decembra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, Z. z. č. 496/2010, 22. 12. 2010 (časová verzia predpisu účinná od 01. 01. 2011), s. 1-24, Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2010/496/20110101>

Pitter, P., 2009. *Hydrochemie*, 4. aktualizované vydanie, Vydavatelství VŠCHT Praha, ISBN 978-80-7080-701-9

Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T., 2002. *Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimated – the Excel template application MAKESENS*, Publication on Air Quality No. 31, Report code FMI-AQ-31, Dostupné z: <https://en.ilmatieltenlaitos.fi/makesens>

Slovenský hydrometeorologický ústav, 2019. *Vodohospodárska bilancia SR, Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2018*. Ročné publikácie. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav. Dostupné z: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1834>

Smernica Rady 98/83/ES z 3. novembra 1998 o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu, Ú. v. L 330/32, 5. 12. 1998, s. 90-112. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=celex%3A31998L0083>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva, Ú. v. L 327/1, 22. 12. 2000 s. 275-346. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=celex:32000L0060>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES z 12. decembra 2006 o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality, Ú. v. L 372, 27. 12. 2006, s. 19-31. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/118/oj>

UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive, 2012. *UKTAG Paper 11 b (i) - Guidance on Ground Water Chemical Classification (Usmernenie k hodnoteniu chemického stavu podzemných vôd), Groundwater Chemical Classification for the Purposes of the WFD and the Groundwater Directive*, s. 32, Dostupné z: <https://www.wfduk.org/resources/paper-11bi-groundwater-chemical-classification-april-2019>

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 19. novembra 2004, ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody a na sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch, Z. z. č. 636/2004, 01. 12. 2004 (časová verzia predpisu účinná od 01.12.2004) Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2004/636/20041201>

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 25. januára 2005, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov, Z. z. č. 29/2005, 04. 02. 2005 (časová verzia predpisu účinná od 15. 02. 2005), s. 1-8. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2005/29/>

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky zo 4. marca 2011, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o stanovení významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a o postupoch na ich zvrátenie, Z. z. č. 73/2011, 24. 03. 2011 (časová verzia predpisu účinná od 01. 04. 2011), s. 1-7, Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2011/73/20110401>

Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 9. októbra 2017, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou, Z. z. č. 247/2017, 13. 10. 2017 (časová verzia predpisu účinná od 01. 04. 2018), s. 1-22, Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2017/247/20180401>

Výskumný ústav vodného hospodárstva, 2019. *Vodné hospodárstvo v Slovenskej republike v roku 2018*. Bratislava: Ministerstvo Životného prostredia Slovenskej republiky

Zákon z 13. mája 2004 o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon), Z. z. č. 364/2004, 26. 04. 2004 (časová verzia predpisu účinná od 09. 04. 2020), s. 1-106. Dostupné z: [https://www.slov-lex.sk/static/pdf/2004/364/ZZ\\_2004\\_364\\_20200409.pdf](https://www.slov-lex.sk/static/pdf/2004/364/ZZ_2004_364_20200409.pdf)

Zákon zo 16. októbra 2018 o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov, Z. z. č. 305/2018, 13. 11. 2018 (časová verzia predpisu účinná od 01. 01. 2021), s. 1-13. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/305/>