

ANALÝZA VPLYVOV NA KVALITU PODZEMNEJ VODY A NÁVRH OPATRENÍ NA DOSIAHNUTIE ENVIRONMENTÁLNYCH CIEĽOV

ANALYSIS OF PRESSURES ON GROUNDWATER QUALITY AND PROPOSAL OF MEASURES TO ACHIEVE THE ENVIRONMENTAL OBJECTIVES

Katarína Kučerová, Vladimír Chudoba, Mária Bubeníková, Anna Patschová

ABSTRACT

Water Framework Directive 2000/60/EC determines to identify pressures to which the groundwater body is exposed. Diffuse sources of pollution were evaluated based on amount of applied nitrogen (127,677 t) in synthetic fertilizers and on active substances (1,918 t) applied in plant protection products within districts in the Slovak Republic in 2020. The concentrations of nitrates, ammonium ions and pesticides obtained from the monitoring of groundwater quality in the WRI and SHMI monitoring networks from the year 2020 were used to evaluate the state of groundwater pollution. The concentration of nitrates exceeded the quality standard in 14.6% and ammonium ions exceeded the threshold values in 20.1% of 1,351 monitoring sites. The concentration of pesticides exceeded the quality standard in 34.3% of 286 monitoring sites. However, the pesticides substances that most frequently exceeded the quality standard were toxicologically non-relevant metabolites of pesticides. Register of contaminated sites (IS CS), potential pollution sources (IMZZ) and operations under integrated pollution prevention and control (IPKZ) were used to assess pollution from point sources. For the groundwater bodies classified as being in poor chemical status or at risk of failing to achieve environmental objectives by 2027 measures have been proposed to reverse this status.

KEY WORDS

Water Framework Directive, groundwater quality, point and diffuse source of pollution, measures

KEÚČOVÉ SLOVÁ

Rámcová smernica o vode, kvalita podzemnej vody, bodové a difúzne zdroje znečistenia, opatrenia

ÚVOD

Jednou z hlavných požiadaviek smernice 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (rámcová smernica o vode – RSV), ktorej cieľom je dosiahnuť dobrý stav vôd je stanoviť vplyvy, ktorým je útvár podzemnej vody (ďalej aj „ÚPzV“) vystavený (podľa prílohy II, bod 2.1). Pričom v prílohe VII A RSV, v bode 2 sa vyžaduje zabezpečiť súhrn významných vplyvov a dopadov ľudskej činnosti na stav podzemnej vody vrátane odhadu znečistenia z bodových a difúzných zdrojov. Hodnotenie vplyvov a dopadov sa aktualizuje každoročne v správe, ktorú spracováva Výskumný ústav vodného hospodárstva (VÚVH) a raz za 6 rokov sa relevantné obdobie spracuje pre aktualizáciu Vodného

plánu Slovenska, podobne ako aj v iných členských štátoch EÚ.

Každý identifikovaný zdroj znečistenia predstavuje potenciálne riziko kontaminácie podzemnej vody. Podľa rozsahu pôsobenia môžeme rozdeliť zdroje znečistenia na difúzne a bodové. Podľa druhu znečisťujúcich látok ich môžeme rozdeliť na znečistenie podzemnej vody dusíkatými látkami, pesticídnymi látkami a ostatnými nebezpečnými látkami (MŽP SR, 2022).

Medzi najvýznamnejší difúzny zdroj znečistenia podzemnej vody patrí poľnohospodárska živočíšna a najmä rastlinná výroba, konkrétne používanie hnojív a prípravkov na ochranu rastlín (POR) na poľnohospodárskej (PP) a lesnej pôde (LP) (MŽP SR, 2022). Ich nadmerná a nesprávna aplikácia ovplyvňuje negatívne nielen pôdu, ale aj ostatné zložky životného prostredia a môže ohroziť nielen vodné ekosystémy,

ale najmä zdroje pitnej vody.

Najvýznamnejšími bodovými zdrojmi znečistenia z hľadiska negatívneho dopadu na podzemnú vodu sú hlavne environmentálne záťaž, ale aj veľké priemyselné podniky, rôznorodé prevádzky ako benzínové pumpy, autobusové stanice, železničné depá, nemocnice, čistiarne odpadovej vody (ČOV), teplárne, ale aj poľnohospodárske družstvá, skládky odpadov, sklady s nebezpečnými látkami, banské diela, lokálne nesúvislé zástavby a ďalšie.

Pre ÚPzV klasifikované v zlom chemickom stave alebo v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV pre podzemnú vodu do roku 2027 boli v aktualizovanom Vodnom pláne Slovenska navrhnuté opatrenia na zvrátenie tohto stavu (MŽP SR, 2022).

VSTUPNÉ DÁTA A METODIKA

Analýza vplyvov na kvalitu podzemnej vody bola uskutočnená s využitím dostupných informácií o bodových a difúzných zdrojoch znečistenia. Difúzne zdroje znečistenia boli hodnotené na základe údajov o aplikácii priemyselných hnojív a účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín (ďalej aj „ÚL v POR“) v rámci okresov v SR v roku 2020 nahlasovaných Ústrednému kontrolnému a skúšobnému ústavu poľnohospodárskemu v Bratislave (ďalej aj „ÚKSÚP“). Poskytované údaje o spotrebe hnojív a ÚL v POR na sledovanú PP, resp. aj LP v okresoch SR boli prepočítané na výmeru celého ÚPzV ako aj na plochu PP, resp. aj LP v ÚPzV. Údaj o veľkosti plochy PP bol použitý z aktuálnej mapy krajinného pokryvu – Corine Land Cover 2018. PP bola priradená ku konkrétnemu ÚPzV pomocou softvéru ArcGIS 10.5.

Na hodnotenie stavu znečistenia podzemnej vody dusíkatými látkami (dusičnany, amónne ióny) a pesticídnymi látkami boli štatisticky spracované údaje získané z monitorovania kvality podzemnej vody v účelovej sieti VÚVH na sledovanie znečistenia z poľnohospodárstva v zraniteľných oblastiach a štátnej hydrologickej sieti SHMÚ za rok 2020. Amónne ióny boli hodnotené voči prahovým hodnotám (ďalej aj „PH“) špecifickým pre jednotlivé ÚPzV určených nariadením vlády SR č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd v znení nariadenia vlády SR č. 452/2019 Z. z. Dusičnany, pesticídy a ich metabolity boli porovnávané s normami kvality (ďalej aj „NK“) určenými v prílohe I smernice Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality. Štatistické spracovanie údajov bolo spravené pomocou programu Microsoft Office Excel 2016 a mapové zobrazenie softvérom ArcGIS 10.5.

Bodové zdroje znečistenia boli hodnotené použitím údajov o environmentálnych záťažach (Informačný

system environmentálnych záťaž – IS EZ), o zdrojoch znečistenia (Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia – IMZZ) a o prevádzkach spadajúcich pod integrovanú prevenciu a kontrolu znečistenia – IPKZ. Hodnotenie vplyvov EZ na kvalitu podzemnej vody vychádzalo z rizika šírenia sa kontaminácie do podzemnej vody a podzemnou vodou, spolu v kombinácii so stupňom zraniteľnosti územia. Zdroje znečistenia z databázy IMZZ boli vyhodnotené metodikou, ktorá porovnáva, či priemerná koncentrácia jednotlivých znečisťujúcich látok monitorovaných v jednotlivých zdrojoch znečistenia v rokoch 2007 – 2018 prekračuje limity pre podzemnú vodu – NK, PH, indikačné kritérium alebo intervenčné kritérium zo smernice MŽP SR č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Na základe porovnania priemernej koncentrácie kontaminantu s limitmi bolo vyhodnotené riziko šírenia sa kontaminácie do podzemnej vody. Následne do hodnotenia vstupovalo expertné posúdenie danej lokality a zohľadnil sa aj časový vývoj koncentrácie kontaminantov. Prevádzky evidované v informačnom systéme IPKZ boli priradené k jednotlivým ÚPzV a zobrazené na mape.

Opatrenia pre ÚPzV boli navrhnuté v súlade so zoznamom opatrení podľa identifikovaných významných vodohospodárskych problémov, aktuálneho hodnotenia chemického stavu ÚPzV, analýzy rizika a na základe analýzy vplyvov a dopadov, ktoré ovplyvňujú ÚPzV.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najčastejšie znečisťujúce látky, ktoré spôsobili zlý chemický stav ÚPzV v 2. aktualizácii Vodného plánu Slovenska (MŽP SR, 2022), sú dusičnany (6 ÚPzV), amónne ióny (6 ÚPzV), fosforečnany (6 ÚPzV), sírany (6 ÚPzV), celkový organický uhlík (4 ÚPzV), chloridy (1 ÚPzV), arzén (1 ÚPzV) a pesticídy (1 ÚPzV).

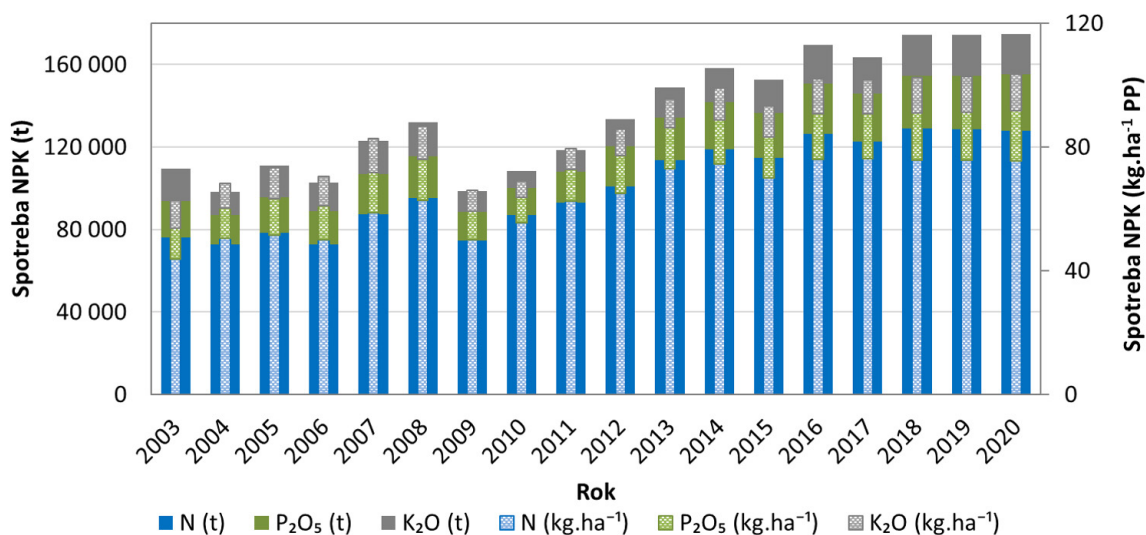
Znečistenie podzemnej vody dusíkatými látkami

Hlavným zdrojom dusíkatých látok (NO_3^- , NH_4^+) v podzemnej vode je znečistenie z poľnohospodárskej výroby, komunálne odpadové vody, neodkanalizované obce, ale aj bodové zdroje znečistenia. Po dlhodobom rastúcom trende je od roku 2018 ustálený trend spotreby priemyselných hnojív (v členení na hnojivá s obsahom dusíka N, oxidu fosforečného P_2O_5 a oxidu draselného K_2O) (obr. 1). V roku 2020 bolo celkovo aplikovaných 549 105 t priemyselných hnojív, z čoho živiny NPK tvorili 174 726 t, čo je o 0,3 % viac v porovnaní s rokom 2019 (174 262 t) a o 4,8 % viac v porovnaní s priemerom z posledných 5 rokov 2015 – 2019 (166 786 t). Najväčší podiel na celkovej spotrebe priemyselných hnojív má práve dusík, až 73 % (127 677 t). Najvyššia spotreba dusíkatých hnojív na

hektár PP bola dokumentovaná v okresoch Nitra, Bratislava V, Šaľa, Zlaté Moravce a Trnava v rozmedzí 105,3 kg·ha⁻¹ až 117,7 kg·ha⁻¹ na PP. Spotreba nad 70 kg·ha⁻¹ predstavuje vysoké riziko znečistenia podzemnej vody dusíkatými látkami. Aplikácia dusíka v priemyselných hnojivách vyššia ako 70 kg·ha⁻¹ na PP v ÚPzV bola v roku 2020 zaznamenaná v 7 kvartérnych a 9 predkvartérnych ÚPzV, z nich 6 ÚPzV je hodnotených v zlom chemickom stave kvôli dusičnanom a 6 ÚPzV kvôli amónnym iónom. Maximum spotreby 95 kg·ha⁻¹ na PP bolo zaznamenané v ÚPzV SK2001000P – *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov*.

Z tab.1 je badateľný výrazný rozdiel medzi výsledkami zistených prekročených limitných hodnôt,

ktorý odráža skutočnosť, že monitorovacia sieť VÚVH je účelovo zameraná na poľnohospodárske znečistenie, zatiaľ čo sieť SHMÚ má poskytnúť informáciu o znečistení v útvare. Preto v sieti VÚVH bol v roku 2020 zaznamenaný vyšší počet aj väčšie percento prekročení NK a PH. Z celkového počtu 2487 analýz podzemnej vody v 1351 monitorovacích objektoch prekročoval priemer koncentrácie dusičnanov NK pre podzemnú vodu (50 mg.l⁻¹) v sieti VÚVH v 157 objektoch (18,1 %) a v sieti SHMÚ v 40 objektoch (8,3 %) (tab. 1). To potvrdzuje aj opodstatnenosť potreby účelového monitorovania významného vodohospodárskeho vplyvu – poľnohospodárskej činnosti, ktoré reálnejšie odráža vplyv na podzemnú vodu.



Obr. 1 Vývoj spotreby priemyselných hnojív aplikovaných na sledovanej poľnohospodárskej pôde na Slovensku (zdroj dát: ÚKSÚP) (PP – poľnohospodárska pôda).

Fig. 1 Development of synthetic fertilizers consumption applied on monitored arable land in Slovakia (data source: CCTIA) (PP – arable land).

Tab. 1 Výsledky monitorovania koncentrácií dusičnanov a amónnych iónov v podzemnej vode v účelovej monitorovacej sieti VÚVH a štátnej hydrologickej sieti SHMÚ v roku 2020 (zdroj dát: SHMÚ, VÚVH).

Tab. 1 Results of monitoring of nitrates and ammonium ions concentrations in groundwater in the special-purpose monitoring network of the WRI and the state hydrological network of the SHMI in 2020 (data source: SHMI, WRI).

Ukazovateľ	Monitorovacia sieť	Počet objektov	Počet analýz	Počet (%) analýz c ≥ PH/NK	Počet (%) MO c ≥ PH/NK
NO ₃ ⁻	VÚVH	870	1415	260 (18,37)	157 (18,05)
	SHMÚ	481	1072	73 (6,81)	40 (8,32)
	Spolu	1351	2487	333 (13,39)	197 (14,58)
NH ₄ ⁺	VÚVH	870	1416	324 (22,88)	210 (24,14)
	SHMÚ	481	1072	116 (10,82)	65 (13,51)
	Spolu	1351	2488	440 (17,68)	271 (20,06)

Vysvetlivky: MO – monitorovací objekt, PH – prahová hodnota, NK – norma kvality, c – koncentrácia, VÚVH – Výskumný ústav vodného hospodárstva, SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav.

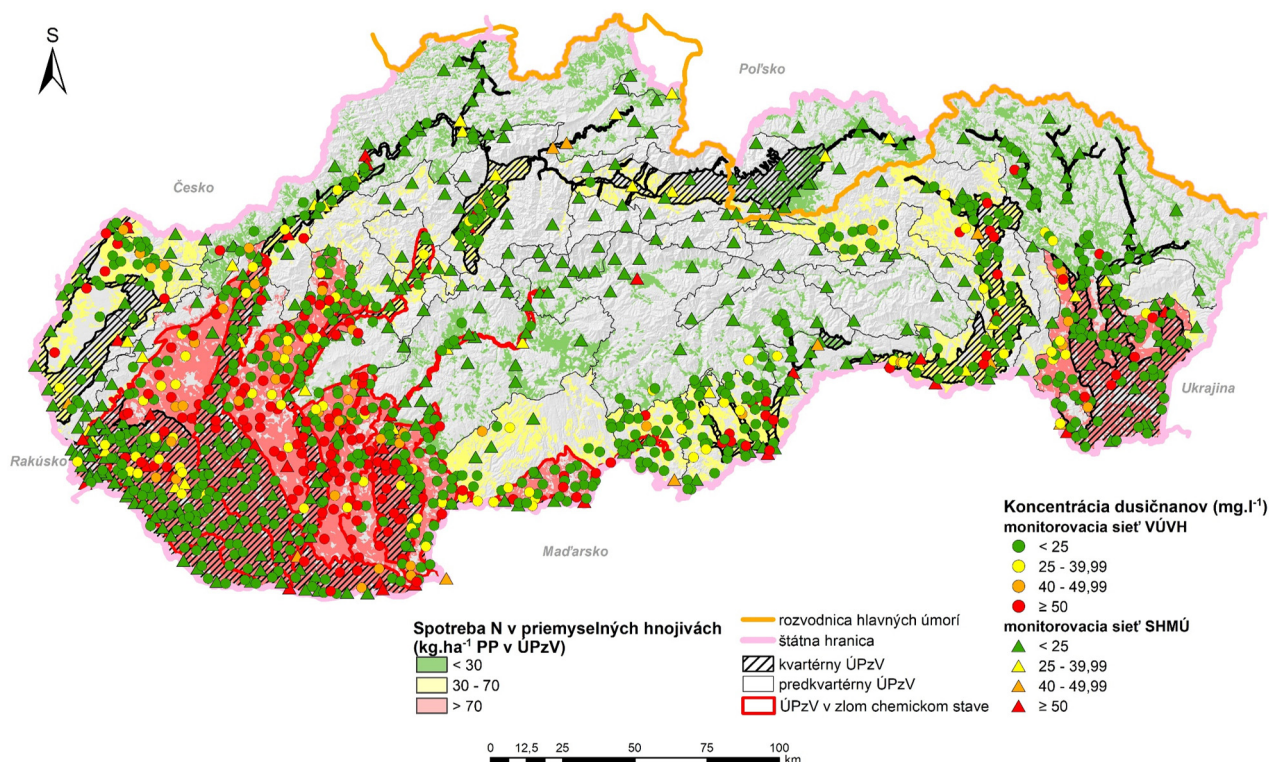
Explanations: MO – monitoring station, PH – threshold value, NK – quality standard, c – concentration, VÚVH – Water Research Institute, SHMÚ – Slovak Hydrometeorological Institute.

Lokálne extrémne vysoké priemerné koncentrácie dusičnanov boli zaznamenané v monitorovacom objekte Veľký Ďur (1796 mg.l⁻¹) v predkvartérnom ÚPzV SK2002300P – *Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipel'skej kotliny* a v monitorovacom objekte Stretava (1060,5 mg.l⁻¹) v predkvartérnom ÚPzV SK2005800P – *Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy*. Podrobnou analýzou príčin vysokých koncentrácií dusičnanov podzemnej vode v poľnohospodárskych oblastiach Slovenskej republiky sa zaoberá konferenčný príspevok Sásik et al., 2022. Po terénnych obhliadkach monitorovacích objektov VÚVH s koncentráciou vyššou ako 50 mg.l⁻¹ sa v prevažnej väčšine lokalít potvrdil výrazný vplyv poľnohospodárskej činnosti, bez zjavného vplyvu inej antropogénnej činnosti (Sásik et al., 2022).

V monitorovacej sieti VÚVH bolo 210 objektov (24,1 %) a v sieti SHMÚ 65 objektov (13,5 %), ktorých priemer koncentrácie amónnych iónov za rok 2020 presiahol prahovú hodnotu pre jednotlivé ÚPzV (tab. 1). Najvyššia priemerná koncentrácia amónnych iónov bola

nameraná v monitorovacom objekte Neded (69,3 mg.l⁻¹) v kvartérnom ÚPzV SK1000400P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov*.

Na obr. 2 sú zobrazené priemerné koncentrácie dusičnanov v monitorovacích objektoch vo vzťahu k spotrebe dusíkatých priemyselných hnojív na PP v ÚPzV v roku 2020. ÚPzV SK1000400P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov*, SK1000600P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy*, SK1000700P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov*, SK1000800P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipľa a jeho prítokov*, SK2001000P – *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov* a SK2002300P – *Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipel'skej kotliny* vyznačené červenou farbou boli hodnotené v zlom chemickom stave v dôsledku parametra dusičnaný (MŽP SR, 2022).

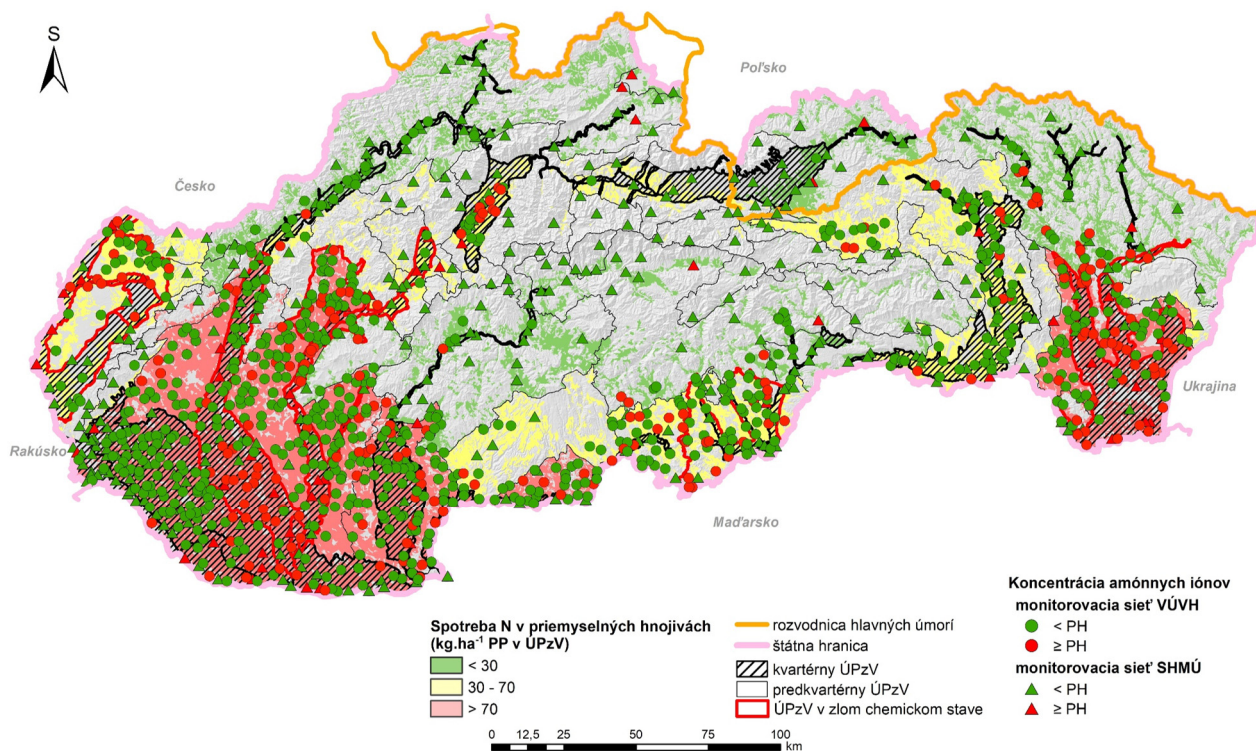


Obr. 2 Množstvo dusíka aplikovaného v priemyselných hnojivách na poľnohospodársku pôdu v útvaroch podzemnej vody a priemerné koncentrácie dusičnanov v monitorovacích objektoch VÚVH a SHMÚ za rok 2020 (zdroj dát: ÚKSÚP, SHMÚ, VÚVH) (ÚPzV – útvar podzemnej vody, PP – poľnohospodárska pôda).

Fig. 2 The amount of applied nitrogen in synthetic fertilizers on arable land in groundwater bodies and average nitrate concentrations in monitoring sites of WRI and SHMI in the year 2020 (data source: CCTIA, SHMI, WRI) (ÚPzV – groundwater body, PP – arable land).

Na obr. 3 sú zobrazené priemerné koncentrácie amónnych iónov v monitorovacích objektoch vo vzťahu k spotrebe dusíkatých priemyselných hnojív na PP v ÚPzV v roku 2020. ÚPzV SK1000100P – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy, SK1000400P – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov, SK1001500P – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov, SK2000200P – Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy, SK2001300P – Medzizrnové podzemné vody Bánovskej kotliny a SK2003700P – Medzizrnové podzemné vody Rimavskej kotliny, Oždianskej pahorkatiny a východnej časti Cerovej vrchoviny vyznačené červenou farbou boli hodnotené v zlom chemickom stave v dôsledku

parametra amónne ióny (MŽP SR, 2022). V 2. aktualizácii Vodného plánu Slovenska (MŽP SR, 2022) bolo pre všeobecný test hodnotenia kvality (GQA test) chemického stavu ÚPzV použité obdobie rokov 2016 – 2017. Výsledky monitorovania v roku 2020 poukazujú, že práve v ÚPzV hodnotených v zlom chemickom stave pretrvávajú vysoký počet monitorovacích objektov, v ktorých priemerná koncentrácia dusičnanov alebo amónnych iónov prekročila limitné hodnoty – PH, NK. Vysoká aplikácia dusíkatých priemyselných hnojív na PP sa prejavila významným znečistením dusičnanmi najmä v Podunajskej nížine (obr. 2, obr. 3). K znečisteniu podzemnej vody dusíkatými látkami môže prispievať aj neodkanalizované obyvateľstvo, ktoré je prirodzene sústredené v nížinách v poľnohospodárskych oblastiach.



Obr. 3 Množstvo aplikovaného dusíka v priemyselných hnojivách na poľnohospodársku pôdu v útvaroch podzemnej vody a priemerné koncentrácie amónnych iónov monitorovacích objektoch VÚVH a SHMÚ za rok 2020 (zdroj dát: ÚKSÚP, SHMÚ, VÚVH) (ÚPzV – útvar podzemnej vody, PP – poľnohospodárska pôda).

Fig. 3 The amount of applied nitrogen in synthetic fertilizers on arable land in groundwater bodies and average ammonium ions concentrations in monitoring sites of WRI and SHMI in the year 2020 (data source: CCTIA, SHMI, WRI) (ÚPzV – groundwater body, PP – arable land).

Znečistenie podzemnej vody pesticídnymi látkami

Najvýznamnejším zdrojom pesticídnych látok v podzemnej vode je znečistenie z poľnohospodárstva a v menšej miere aj bodové zdroje znečistenia (staré skládky a sklady pesticídov). Spotreba účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín (ÚL v POR) osciluje

v závislosti od plodínového zloženia a klimatických pomerov v danom roku (MŽP SR, 2022). V roku 2020 predstavovalo množstvo aplikovaných ÚL v POR na poľnohospodársku a lesnú pôdu (PP a LP) 1918 t, čo je o 12,2 % viac v porovnaní s dlhodobým priemerom z rokov 2002 – 2016 (1709 t) (obr. 4). Najvyššia

spotreba ÚL v POR v roku 2020 na plochu PP a LP bola evidovaná v okresoch Senec, Nitra, Trnava, Nové Zámky, Hlohovec, Šaľa, Piešťany, Komárno, Galanta a Dunajská Streda v rozmedzí $1,13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – $1,65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na PP a LP. Najvyššie priemerné spotreby (viac ako 50 000 kg) jednotlivých pesticídnych látok aplikovaných na PP boli v roku 2020 dokumentované pre účinné látky glyfosát, chlórmekvát, terbukonazol, pendimetalín, chlórpyrifos, metazachlór, tiofanátmetyl

a síra. Na lesnú pôdu bol najviac aplikovaný kremenný piesok (prírodný repelent). Aplikácia ÚL v POR vyššia ako $1,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na PP a LP v ÚPzV bola dokumentovaná v roku 2020 v 3 kvartérnych a 3 predkvartérnych ÚPzV, pričom maximum $1,26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bolo zaznamenané v predkvartérnom ÚPzV SK2001000P – *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov*.



Obr. 4 Vývoj spotreby účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín aplikovaných na sledovanej poľnohospodárskej a lesnej pôde na Slovensku (zdroj dát: ÚKSÚP) (ÚL v POR – účinné látky v prípravkoch na ochranu rastlín).

Fig. 4 Development of consumption of active substances in plant protection products applied on monitored arable and forest land in Slovakia (data source: CCTIA) (ÚL v POR – active substances in plant protection products).

V roku 2020 z celkového počtu 21 040 analýz podzemnej vody v 286 monitorovacích objektoch prekročovalo normu kvality pre podzemnú vodu ($0,1 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) 288 analýz (4,7 %) v sieti VÚVH a 29 analýz (0,2 %) v sieti SHMÚ (tab. 2). Podobne ako pri výsledkoch analýz dusičnanov, rozdiel v počte a percente prekročených analýz poukazuje na zámernú účelovosť monitorovacej siete VÚVH na oblasti znečistené poľnohospodárskou činnosťou. Medzi používané pesticídne látky, ktoré najčastejšie prekročovali normu kvality, patrili najmä nerelevantné metabolity pesticídov chloridazón desfenyl, chloridazón metyl desfenyl, metolachlór kyseliny etánsulfónovej (ESA), metazachlór ESA, metazachlór kyseliny oxálovej (OA),alachlór ESA, metolachlór OA, relevantný metabolit acetochlór ESA a účinná látka glyfosát (tab. 3).

Treba však uviesť, že Úrad verejného zdravotníctva (ÚVZ) SR odporúča použiť pri hodnotení nerelevantných metabolitov pesticídov vo vzťahu k pitnej vode miernejšie limitné hodnoty v porovnaní s tými, ktoré boli použité v tomto hodnotení a v hodnoteniach pre aktualizáciu Vodného plánu Slovenska (MŽP SR, 2022). V súlade s rozhodnutím ÚVZ SR č. OHŽP/430/89726/2019 sú limitné hodnoty pre nerelevantné metabolity pesticídov chloridazón

desfenylu, chloridazón metyl desfenylu, metolachlór ESA a metolachlór OA $6 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Limitná hodnota pre nerelevantné metabolity metazachlór ESA a metazachlór OA je $5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Pre nerelevantné metabolityalachlór ESA a acetochlór ESA je limitná hodnota $1 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (ÚVZ SR, 2019).

Okrem 3 schválených účinných látok nikosulfurónu, metazachlóru a clopyralidu, ktorých koncentrácia v podzemnej vode prekročovala normu kvality (cca 1 % analýz) boli vysoké koncentrácie zistené aj pre účinné látky, ktoré boli zakázané a v súčasnej dobe sa už POR s týmito látkami v SR nepoužívajú. Aj napriek tomu, výskyt týchto účinných látok a ich metabolitov v podzemných vodách ešte stále zaznamenávame aj v koncentrácii nad NK (v tab. 3 sú neschválené účinné látky a ich metabolity zvýraznené). Dôvodom môže byť ich vysoká perzistencia v pôde a podzemnej vode.

Lokálne extrémne vysoká koncentrácia pesticídov bola zaznamenaná v monitorovacom objekte Chrámec (sumárna koncentrácia 2 účinných látok a 5 metabolitov dosiahla $112,12 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) v kvartérnom ÚPzV SK1000900P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov*, kde došlo k prekročeniu NK pre nerelevantné metabolity (sumárna koncentrácia chloridazón desfenylu, chloridazón metyl desfenylu, metolachlóru ESA, metolachlóru OA bola

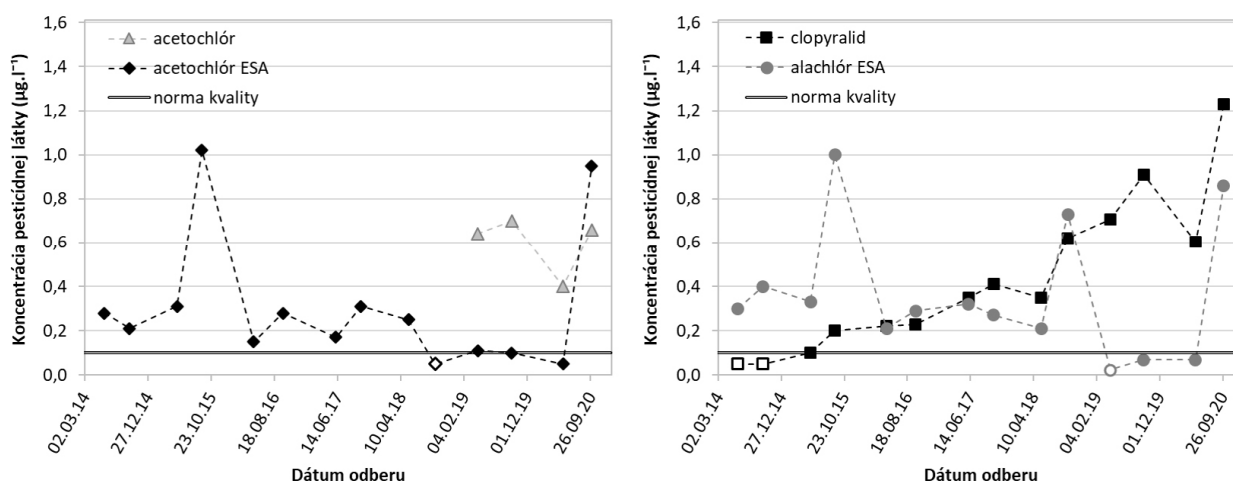
100,10 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), relevantný metabolit acetochlór ESA s koncentráciou 0,15 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a účinných látok (sumárna koncentrácia chloridazónu a dimeténamidu-p bola 11,87 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Najväčší počet prekročení NK až pre 9 rôznych pesticídnych látok v roku 2020 bol v monitorovacom objekte Závadka v predkvartérnom ÚPzV SK2005800P – *Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej pamvy* (obr. 5). Okrem pesticídnych látok zobrazených na grafe na obr. 5 (clopyralid, acetochlór, acetochlór ESA a alachlór ESA,) v roku 2020 prekročili NK aj koncentrácie nerelevantných metabolitov alachlór OA, metazachlór ESA, metazachlór OA, metolachlór ESA a metolachlór OA. Vo viacerých monitorovacích objektoch, kde dochádzalo k častým prekročeniam NK, vykazujú koncentrácie sledovaných pesticídnych látok klesajúci charakter. Avšak vo viacúrovňových (hlbších) monitorovacích objektoch bol naopak dokumentovaný nárast koncentrácie pesticídnych látok, čo poukazuje na prienik znečistenia do hlbších horizontov.

Na obr. 6 sú zobrazené priemerné koncentrácie pesticídov v monitorovacích objektoch vo vzťahu k spotrebe ÚL v POR na PP a LP v ÚPzV v roku 2020. ÚPzV SK1001200P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornády, Bodvy a ich prítokov* vyznačený červenou farbou bol hodnotený v zlom chemickom stave v dôsledku parametra pesticídy (MŽP SR, 2022). Vysoký výskyt prekročení NK pre pesticídy a ich metabolity bol najmä v poľnohospodársky obrábaných oblastiach, avšak bol dokumentovaný aj v ÚPzV, v ktorých nebola nahlásená zvýšená spotreba ÚL v POR. Vysoká koncentrácia pesticídov v podzemnej vode bez dokumentovanej vysokej spotreby POR môže byť spôsobená komplexnými hydrogeologickými a degradačnými podmienkami, nesprávnym nahlasovaním údajov o spotrebe POR, používaním nelegálnych POR alebo sa môže jednať o vplyv bodového znečistenia, ako napr. sklady perzistentných látok.

Tab. 2 Výsledky monitorovania koncentrácií pesticídnych látok v podzemnej vode v účelovej monitorovacej sieti VÚVH a štátnej hydrologickej sieti SHMÚ v roku 2020 (zdroj dát: SHMÚ, VÚVH).
Tab. 2 Results of monitoring of pesticides concentrations in groundwater in the special-purpose monitoring network of the WRI and the state hydrological network of the SHMI in 2020 (data source: SHMI, WRI).

Ukazovateľ	Monitorovacia sieť	Počet objektov	Počet analýz	Počet (%) analýz $c \geq 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	Počet (%) MO $c \geq 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$
Pesticídy	VÚVH	96	6084	288 (4,73)	79 (82,29)
	SHMÚ	190	14 956	29 (0,19)	19 (10,00)
	Spolu	286	21 040	317 (1,51)	98 (34,27)

Vysvetlivky: MO – monitorovací objekt, c – koncentrácia, VÚVH – Výskumný ústav vodného hospodárstva, SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav.
 Explanations: MO – monitoring station, c – concentration, VÚVH – Water Research Institute, SHMÚ – Slovak Hydrometeorological Institute.



Obr. 5 Koncentrácie pesticídnych látok v monitorovacom objekte Závadka v období 2014 – 2020 (účelová sieť VÚVH) Prázdne značky predstavujú merania pod limitom kvantifikácie (ESA – kyselina etánsulfónová).
Fig. 5 Pesticides concentrations in monitoring point Závadka in the period 2014 – 2020 (special-purpose monitoring network WRI) Empty points represents concentrations below the limit of quantification (ESA – ethanesulfonic acid).

Tab. 3 Pesticídy a ich metabolity, ktorých koncentrácia v podzemnej vode najčastejšie prekročovala normu kvality a ich spotreba v prípravkoch na ochranu rastlín v roku 2020 (zdroj dát: ÚKSÚP, SHMÚ, VÚVH).

Tab. 3 Pesticides and their metabolites, the concentration of which in groundwater most often exceeded the quality standard and their consumption in plant protection products in 2020 (data source: CCTIA, SHMI, WRI).

Pesticídna látka	Počet analýz	Počet (%) analýz $c \geq 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	Spotreba ÚL v POR (kg)	Poznámka
Chloridazón desfenyl	169	89 (52,66)	664	nerrelevantný metabolit (chloridazón)
Chloridazón metyl desfenyl	169	45 (26,63)	664	nerrelevantný metabolit (chloridazón)
Metolachlór ESA	169	33 (19,53)	45 974	nerrelevantný metabolit (metolachlór)
Metazachlór ESA	169	19 (11,24)	62 437	nerrelevantný metabolit (metazachlór)
Glyfosát	169	15 (8,88)	364 561	účinná látka
Acetochlór ESA	169	14 (8,28)	0	relevantný metabolit (acetochlór, neschválený od roku 2011)
Metazachlór OA	169	13 (7,69)	62 437	nerrelevantný metabolit (metazachlór)
Alachlór ESA	169	11 (6,51)	0	nerrelevantný metabolit (alachlór, neschválený od roku 2006)
Metolachlór OA	169	11 (6,51)	45 974	nerrelevantný metabolit (metolachlór)
Desetylatrazín	444	16 (3,60)	0	relevantný metabolit (atrazín, neschválený od roku 2005)
Atrazín	444	11 (2,48)	0	účinná látka, neschválená pre používanie od roku 2005
Alachlór OA	169	3 (1,78)	0	nerrelevantný metabolit (alachlór, neschválený od roku 2006)
Prometrín	444	7 (1,58)	0	účinná látka, neschválená pre používanie od roku 2002
Nikosulfurón	169	2 (1,18)	4128	účinná látka
Metazachlór	446	5 (1,12)	62 437	účinná látka
Clopyralid	452	5 (1,11)	4245	účinná látka

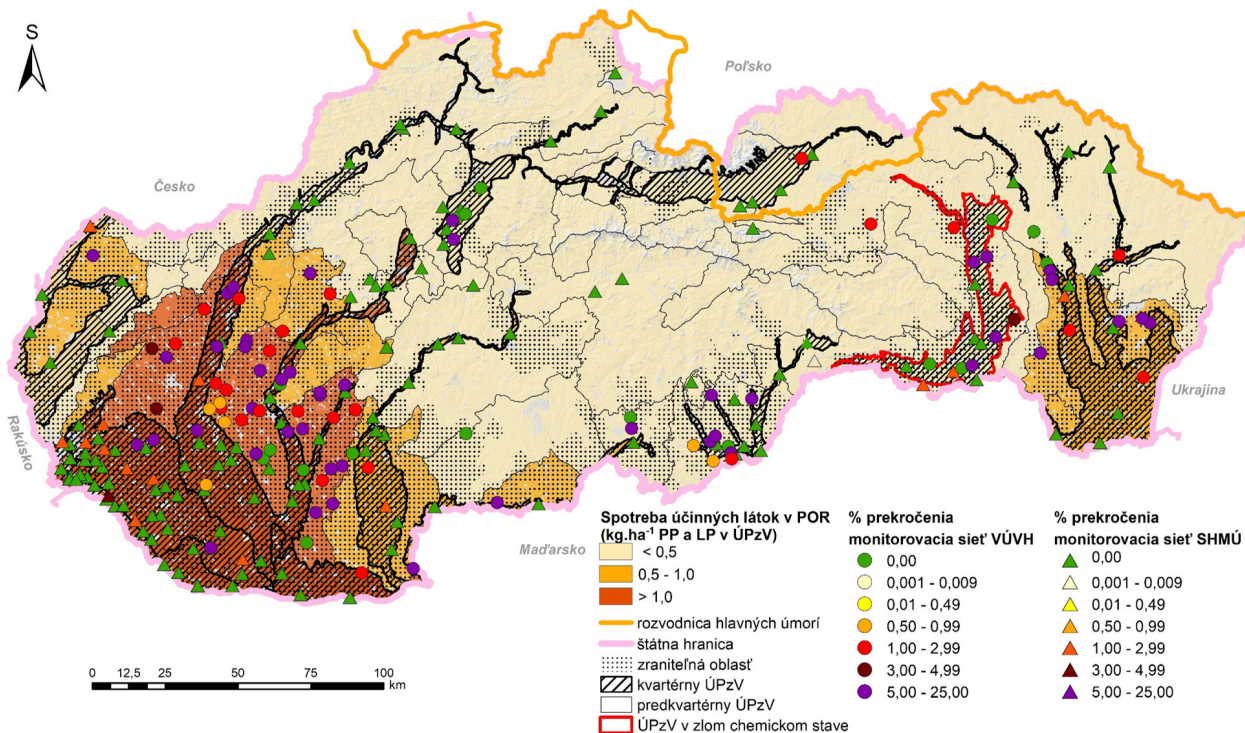
Vysvetlivky: Zakázané/neschválené účinné látky a ich relevantné metabolity sú zvýraznené tučným písmom; ÚL v POR – účinná látka v prípravkoch na ochranu rastlín; c – koncentrácia; ESA – kyselina etánsulfónová; OA – kyselina oxalová.

Explanations: Prohibited/non-approved active substances and their relevant metabolites are highlighted in bold; ÚL v POR – active substance in plant protection products; c – concentration; ESA – ethanesulfonic acid; OA – oxalic acid.

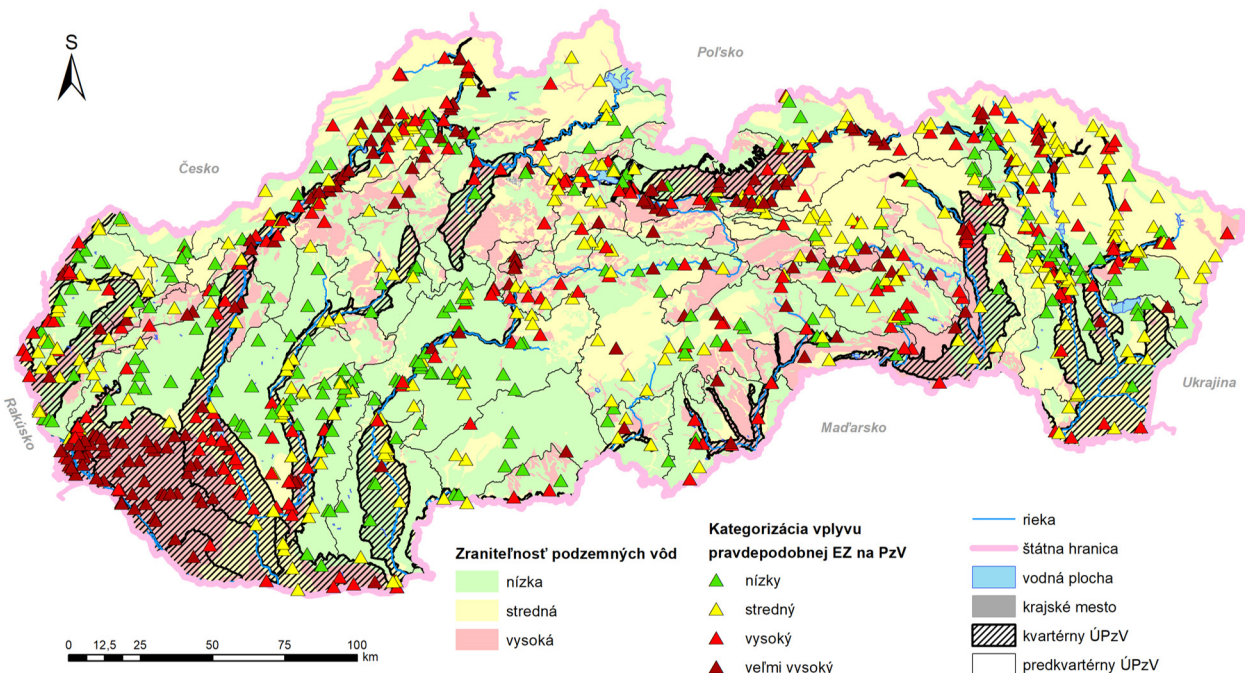
Znečistenie podzemnej vody ostatnými nebezpečnými látkami

Významnými bodovými zdrojmi znečistenia z hľadiska negatívneho dopadu na kvalitu podzemnej vody sú najmä environmentálne záťaže (EZ). K 23. 11. 2020 obsahoval register EZ 1817 lokalít s EZ rozdelených na pravdepodobné EZ (929 lokalít), (potvrdené) EZ (310 lokalít) a sanované a rekultivované lokality (813 lokalít). Najväčší podiel na vzniku pravdepodobných EZ aj (potvrdených) EZ majú zariadenia na nakladanie s odpadmi, konkrétne skládky komunálneho odpadu a skládky priemyselného odpadu. Najčastejšími znečisťujúcimi látkami v EZ boli nepolárne extrahovateľné látky a priesaková kvapalina zo skládok odpadu obsahujúca amónne ióny a kovy. Najväčší počet EZ s veľmi vysokým potenciálnym

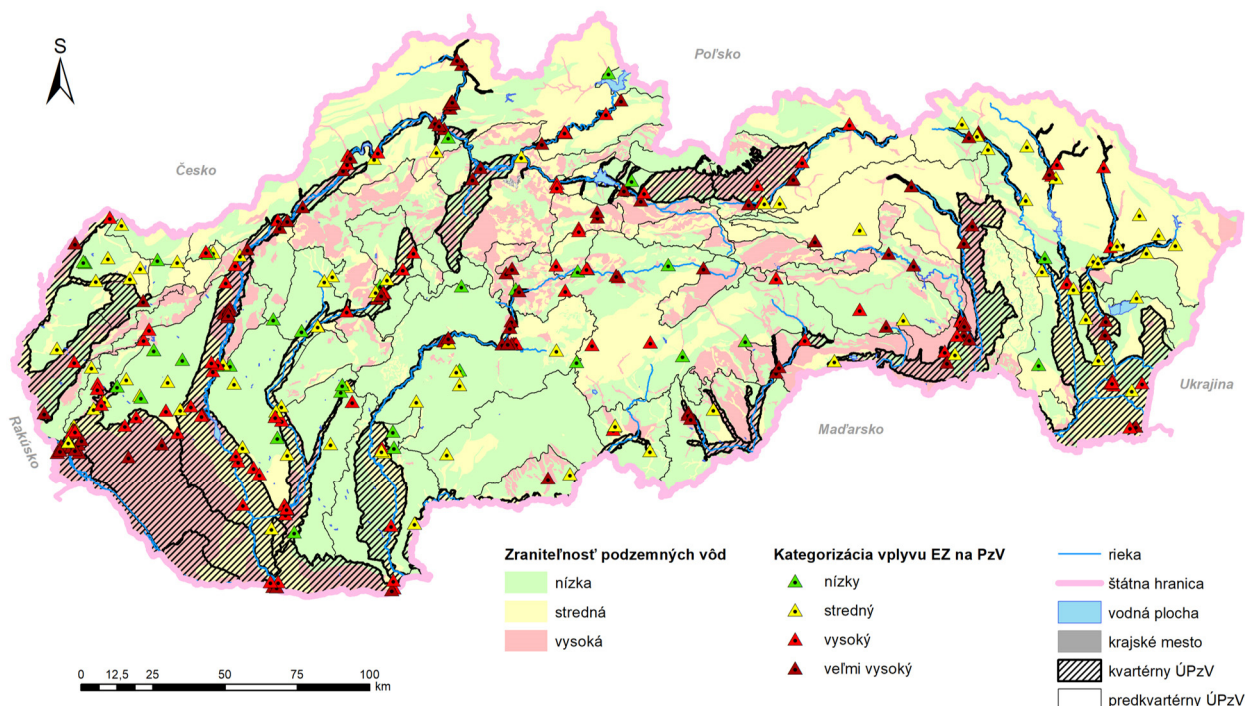
vplyvom na kvalitu podzemnej vody sa nachádza v kvartérnych ÚPzV SK1000500P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov* (20 EZ) a SK1000400P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov* (13 EZ) a v predkvartérnych ÚPzV SK2001000P – *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov* (16 EZ) a SK2001800F – *Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny* (14 EZ). Výsledky potenciálneho vplyvu environmentálnych záťaží na kvalitu podzemnej vody v kvartérnych a predkvartérnych ÚPzV sú prehľadne uvedené v tab. 4., potenciálny vplyv pravdepodobných EZ je dokumentovaný na obr. 7 a vplyv overených (potvrdených) EZ je na obr. 8.



Obr. 6 Množstvo aplikovaných účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodársku a lesnú pôdu v útvaroch podzemnej vody a priemerné koncentrácie pesticídnych látok v monit. objektoch VUVH a SHMÚ za rok 2020 (zdroj dát: ÚKSÚP, SHMÚ, VUVH) (ÚPzV – útvar podzemnej vody, PP – poľnohospod. pôda, LP – lesná pôda, POR – prípravok na ochranu rastlín).
Fig. 6 The amount of applied active substances in plant protection products on arable land in groundwater bodies and average pesticide concentrations in monitoring sites of WRI and SHMI in the year 2020 (data source: CCTIA, SHMI, WRI) (ÚPzV – groundwater body, PP – arable land, LP – forest land, POR – plant protection product).

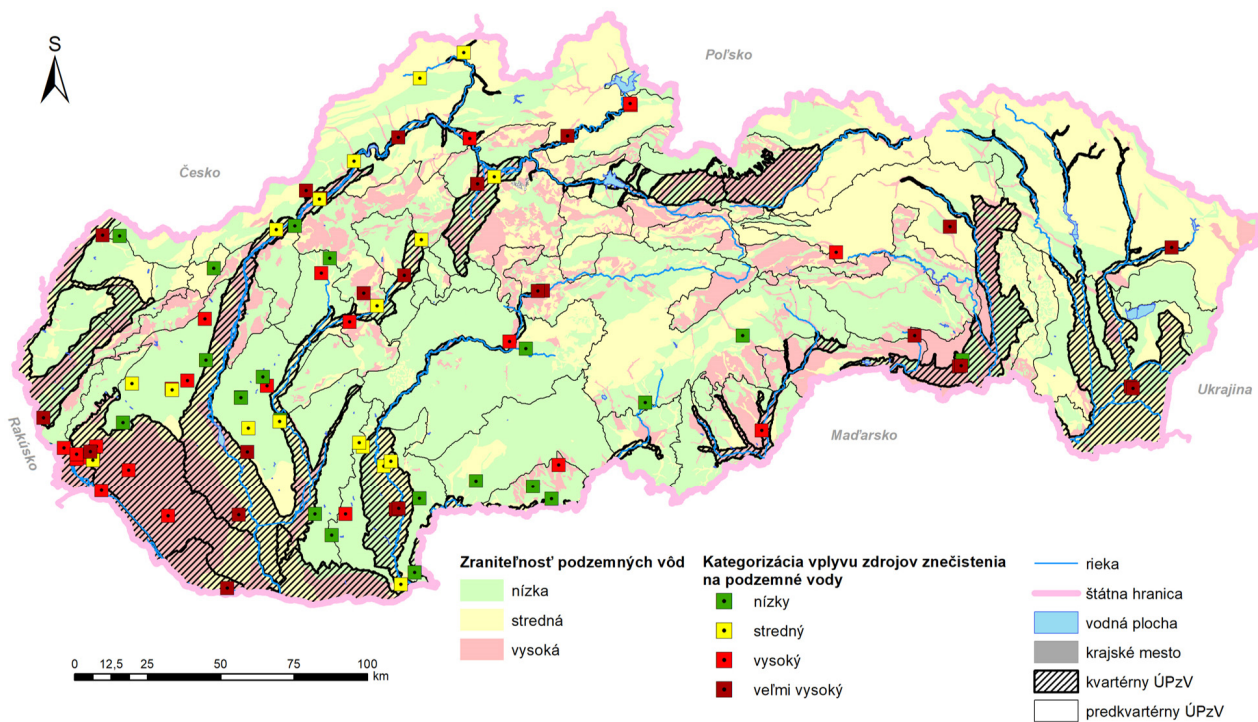


Obr. 7 Potenciálny vplyv pravdepodobných environmentálnych záťaží na kvalitu podzemnej vody – stav k 23. 11. 2020 (zdroj dát: SAŽP) (EZ – environmentálna záťaž, PzV – podzemná voda, ÚPzV – útvar podzemnej vody).
Fig. 7 Potential impact of potential contaminated sites on groundwater quality – update as of 23. 11. 2020 (data source: SEA) (EZ – contaminated site, PzV – groundwater, ÚPzV – groundwater body).



Obr. 8 Potenciálny vplyv environmentálnych záťaží na kvalitu podzemnej vody – stav k 23. 11. 2020 (zdroj dát: SAŽP) (EZ – environmentálna záťaž, PzV – podzemná voda, ÚPzV – útvar podzemnej vody).

Fig. 8 Potential impact of contaminated sites on groundwater quality – update from 23. 11. 2020 (data source: SEA) (EZ – contaminated site, PzV – groundwater, ÚPzV – groundwater body).



Obr. 9 Potenciálny vplyv zdrojov znečistenia na kvalitu podzemnej vody – stav k 2007 – 2018 (zdroj dát: VÚVH) (ÚPzV – útvar podzemnej vody).

Fig. 9 Potential impact of pollution sources on groundwater quality – update from 2007 – 2018 (data source: WRI) (ÚPzV – groundwater body).

Tab. 4 Environmentálne záťaže (IS EZ k 23. 11. 2020) a ich potenciálny vplyv na kvalitu podzemnej vody v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemnej vody (zdroj dát: SAŽP).

Tab. 4 Contaminated sites (IS CS as of 23. 11. 2020) and their potential impact on groundwater quality in Quaternary and Pre-Quaternary groundwater bodies (data source: SEA).

ÚPzV	Počet pravdepodobných EZ	Počet (%) pravdepodobných EZ podľa potenciálneho vplyvu na podzemnú vodu				Počet EZ	Počet (%) EZ podľa potenciálneho vplyvu na podzemnú vodu			
		VV	V	S	N		VV	V	S	N
Kvartérne	374	130 (34,8)	120 (32,1)	94 (25,1)	30 (8,0)	168	80 (47,6)	67 (39,9)	19 (11,3)	2 (1,2)
Predkvartérne	929	194 (20,9)	236 (25,4)	289 (31,1)	210 (22,6)	310	98 (31,6)	100 (32,3)	80 (25,8)	32 (10,3)

Vysvetlivky: ÚPzV – útvar podzemnej vody, EZ – environmentálna záťaž, N – nízky, S – stredný, V – vysoký, VV – veľmi vysoký.
 Explanations: ÚPzV – groundwater body, EZ – environmental burden, N – low, S – medium, V – high, VV – very high.

Ďalšou skupinou bodových zdrojov znečistenia, ktoré významne ovplyvňujú kvalitu podzemnej vody v ÚPzV sú potenciálne zdroje znečistenia (ZZ), ktorých vlastníci/prevádzkovatelia majú rozhodnutím orgánu štátnej správy danú povinnosť monitorovať ich vplyv na podzemnú vodu a výsledky monitorovania nahlasujú do IMZZ spravovanej VÚVH (od roku 2007). Ku dňu 21. 6. 2022 obsahovala databáza IMZZ údaje z 2322 monitorovacích objektov od 159 vlastníkov (priemyselných podnikov, skládok odpadov, odkalísk, environmentálnych záťaží, atď.). Databázy IMZZ a IS EZ sú vzájomne prepojené.

Prehľad počtu zdrojov znečistenia v IMZZ a hodnotenie ich potenciálneho vplyvu na kvalitu

podzemnej vody uvádza tab. 5. Najväčší počet ZZ s veľmi vysokým potenciálnym vplyvom na podzemnú vodu sa nachádza v kvartérnom ÚPzV SK1000500P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov (5 ZZ)* a v predkvartérnom ÚPzV SK2001000P – *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (5 ZZ)*. Na obr. 9 sú zobrazené zdroje znečistenia z IMZZ a ich potenciálny vplyv na kvalitu podzemnej vody. Najčastejšími znečisťujúcimi kontaminantami boli amónne ióny, celkový mangán a olovo.

Tab. 5 Zdroje znečistenia v databáze Integrovaného monitoringu zdrojov znečistenia v rokoch 2007 – 2018 a ich potenciálny vplyv na kvalitu podzemnej vody v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemnej vody (zdroj dát: VUVH).

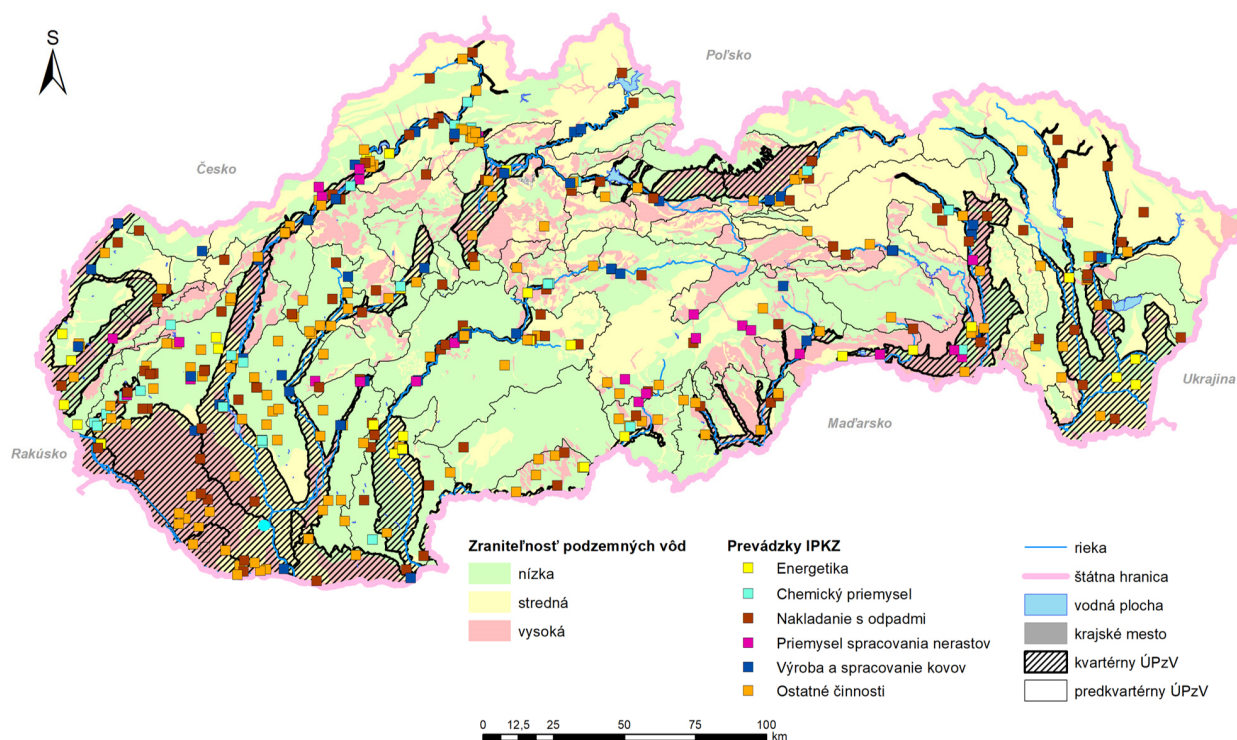
Tab. 5 Number of registered pollution sources in the database of Integrated monitoring of pollution sources in the years 2007 – 2018 and their potential impact on groundwater quality in Quaternary and Pre-Quaternary groundwater bodies (data source: WRI).

ÚPzV	Počet ZZ	Počet (%) ZZ podľa potenciálneho vplyvu na kvalitu podzemnej vody							
		VV	%	V	%	S	%	N	%
Kvartérne	41	20	48,8	9	22,0	10	24,4	2	4,9
Predkvartérne	88	27	30,7	23	26,1	18	20,5	20	22,7

Vysvetlivky: ÚPzV – útvar podzemnej vody, ZZ – zdroj znečistenia, N – nízky, S – stredný, V – vysoký, VV – veľmi vysoký.
 Explanations: ÚPzV – groundwater body, ZZ – pollution source, N – low, S – medium, V – high, VV – very high.

Okrem ZZ v databáze IMZZ dopĺňajú potenciálne bodové zdroje znečistenia prevádzky spadajúce pod zákon č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania (IPKZ). Informačný systém integrovanej prevencie a kontroly znečisťovania SAŽP evidoval k 14. 7. 2021 v registri IPKZ 527 prevádzok IPKZ. Na obr. 10 tieto prevádzky farebne rozlíšené podľa jednotlivých hlavných priemyselných činností. Najpočetnejšie sú prevádzky s činnosťami zaradenými

do kategórií intenzívny chov hydiny alebo ošípaných a skládky odpadov. Najvyšší počet prevádzok vyžadujúcich IPKZ je evidovaných v kvartérnom ÚPzV SK1000500P – *Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov (67 prevádzok)* a predkvartérnom ÚPzV SK2001000P – *Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (141 prevádzok)*.



Obr. 10 Kategória hlavnej priemyselnej činnosti prevádzok IPKZ k 14. 7. 2021 (zdroj dát: SAŽP) (IPKZ – integrovaná prevencia a kontrola znečistenia, ÚPzV – útvar podzemnej vody).

Fig. 10 Category of main industrial activity of IPPC operations as of 14. 7. 2021 (data source: SEA) (IPKZ – integrated pollution prevention and control, ÚPzV – groundwater body).

Návrh opatrení na dosiahnutie environmentálnych cieľov

Program opatrení musí na základe čl. 11 RSV zahŕňať základné opatrenia, t. j. minimálne požiadavky, ktoré je potrebné splniť. Tieto opatrenia sú dané implementáciou právnych predpisov spoločenstva pre ochranu vôd, vrátane opatrení požadovaných právnymi predpismi pre kombinovaný prístup k bodovým a difúznym zdrojom znečistenia a opatrenia vyžadované podľa 11-tich smerníc vymenovaných v RSV v prílohe VI časť A. Základné opatrenia zahŕňajú opatrenia na splnenie požiadaviek pre vody využívané na odber pitnej vody, vrátane opatrení na zabezpečenie kvality vody, aby sa znížila miera úpravy potrebnej pri výrobe pitnej vody, opatrenia na prevenciu alebo reguláciu vstupu znečisťujúcich látok z difúzných zdrojov a zákaz priameho vypúšťania znečisťujúcich látok do podzemnej vody. Ďalšou skupinou sú doplnkové opatrenia, ktoré sa navrhujú a zavádzajú dodatočne k základným opatreniam, ak tieto nie sú dostatočné na splnenie cieľov RSV. Ich zoznam je uvedený v RSV v prílohe VI časť A.

Návrh opatrení sme rozdelili vo vzťahu k skupine znečisťujúcich látok do troch hlavných skupín významných pre podzemnú vodu – opatrenia pre znečistenie dusíkatými, pesticídnymi a ostatnými nebezpečnými látkami, pozostávajú zo základných a doplnkových opatrení a majú preventívny a nápravný charakter. Doplnkové opatrenia, ktoré boli navrhnuté na zníženie znečistenia rovnako pre všetky tri skupiny znečisťujúcich látok, zahŕňajú najmä ekonomické alebo fiškálne nástroje, posilnenie kontrolných činností, vzdelávanie a školenia v oblasti ochrany vôd, podporu výskumných projektov a účelové monitorovanie znečisťujúcich látok. Prehľad opatrení na dosiahnutie environmentálnych cieľov RSV pre jednotlivé skupiny znečistenia je uvedený v tab. 6. Všetky opatrenia sú navrhnuté na realizáciu v rámci 3. plánovacieho cyklu Vodného plánu Slovenska, t. j. v období rokov 2022 – 2027, pričom mnohé opatrenia sa realizujú priebežne od 1. Vodného plánu Slovenska (MŽP SR, 2009), resp. od 1. aktualizácie Vodného plánu Slovenska (MŽP SR, 2015). Hlavná časť realizovaných opatrení sa týka najmä poľnohospodárstva, sídelných aglomerácií, priemyslu, kontaminovaných území a chránených území.

Tab. 6 Prehľad opatrení na dosiahnutie environmentálnych cieľov rámcovej smernice o vode.

Tab. 6 Overview of the measures to achieve environmental objectives of the Water Framework Directive.

Opatrenie	Druh opatrenia
Znižovanie znečistenia dusíkatými látkami	
Dodržiavanie požiadaviek vyplývajúcich z implementácie smernice Rady 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov – Programu hospodárenia vo vyhlásených zraniteľných oblastiach (akčného programu) ustanoveného v zákone č. 136/2000 Z. z. o hnojivách a dodržiavanie požiadaviek krížového plnenia uvedených v NV SR č. 342/2014 Z. z., ktorým sa ustanovujú pravidlá poskytovania podpory v poľnohospodárstve v súvislosti so schémami oddelených priamych platieb	Základné
Plnenie požiadaviek vyplývajúcich z implementácie smernice Rady 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd – výstavba a modernizácia komunálnych ČOV a verejných stokových sietí	Základné
Riešenie aglomerácií pod 2000 EO situovaných v CHVO	Základné
Realizácia opatrení pre kontaminované územia	Základné
Realizácia opatrení z Programu rozvoja vidieka (PRV) SR 2014 – 2020, resp. Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) 2023 – 2027 – na dobrovoľnej báze	Doplnkové
Uplatňovanie kódexu správnej poľnohospodárskej praxe – Ochrana vodných zdrojov – na dobrovoľnej báze	Doplnkové
Realizácia opatrení z Programu rozvoja verejných kanalizácií pre územie SR	Doplnkové
Znižovanie znečistenia pesticídnymi látkami	
Plnenie požiadaviek vyplývajúcich z implementácie smernice EP a Rady 2009/128/ES, ktorou sa ustanovuje rámec pre činnosť Spoločenstva na dosiahnutie trvalo udržateľného používania pesticídov – transponovaná v SR do vykonávacích predpisov a Národný akčný plán (NAP) na dosiahnutie udržateľného používania prípravkov na ochranu rastlín	Základné
Uplatňovanie zákona č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti a s ním súvisiacich vykonávacích predpisov – dodržiavanie požiadaviek krížového plnenia uvedených v NV SR č. 342/2014 Z. z., ktorým sa ustanovujú pravidlá poskytovania podpory v poľnohospodárstve v súvislosti so schémami oddelených priamych platieb	Základné
Uplatňovanie opatrení na ochranu podzemných vôd pred pesticídmi v súlade so zákonom č. 305/2018 Z. z. o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd	Základné
Realizácia opatrení pre kontaminované územia	Základné
Realizácia opatrení z PRV SR 2014 – 2020, resp. SPP 2023 – 2027 – na dobrovoľnej báze	Doplnkové
Zavedenie systému a podpory bezpečného vratného zberu obalov z POR pre veľkospotrebiteľov a malospotrebiteľov a ich druhotné zhodnotenie	Doplnkové
Pravidelná každoročná aktualizácia zoznamu najrizikovejších prípravkov na ochranu rastlín v CHVO a dopracovanie jednotnej metodiky pre výber najrizikovejších prípravkov na ochranu rastlín autorizovaných v SR	Doplnkové
Znižovanie znečistenia ostatnými nebezpečnými látkami	
Realizovať sanácie environmentálnych záťaží registrovaných v IS EZ (časť B) v súlade so Štátnym programom sanácie EZ (ŠPS EZ)	Základné
Realizovať opatrenia vo vzťahu k smernici EP a Rady 2010/75/EÚ o priemyselných emisiách (integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania životného prostredia – smernica IED) – transponovaná do zákona č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia	Základné
Vydávať povolenia pre nakladanie so znečisťujúcimi látkami v zmysle zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov vrátane prehodnotenia vydaných povolení ako i prehodnotenia poplatkov za vypúšťanie znečisť. látok	Základné
Dodržiavať ustanovenia §36 zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov o vypúšťaní odpadových vôd a osobitných vôd do povrchových vôd a ustanovenia pre zakázané činnosti v CHVO dané zákonom č. 305/2018 Z. z. o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd a prehodnotiť ochranné pásma vodárenských zdrojov	Základné
Uplatňovanie opatrení v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z. o prevencii a náprave environmentálnych škôd – účinnejšie uplatňovanie princípu znečisťovateľ platí v súlade so zásadami trvalo udržateľného rozvoja vodných zdrojov a ich ochrany vrátane vypracovania metodických usmernení a metodického postupu pre hodnotenie a kvantifikáciu environmentálnej škody	Základné
Realizovať prieskum a monitorovanie prioritných pravdepodobných environmentálnych záťaží registrovaných v IS EZ (časť A) a prioritných environmentálnych záťaží z IS EZ (časť B) v súlade so ŠPS EZ	Doplnkové
Vypracovávať rizikové analýzy kontaminovaných lokalít pre prioritné environmentálne záťažové v zmysle smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia vo vzájomnej koordinácii so ŠPS EZ	Doplnkové
Viesť evidenciu a pravidelne aktualizovať informácie o environmentálnych záťažiach v IS EZ a zdrojoch znečistenia v IMZZ a pravidelne vyhodnocovať ich vplyv na kvalitu podzemnej vody	Doplnkové
Upraviť legislatívne predpisy týkajúce sa podmienok vymedzovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov, ich evidencie, prehodnocovania a kontroly, ako aj premietnutie ochranných pásiem do územnoplánovacích dokumentácií vrátane podmienok a obmedzení z toho vyplývajúcich pre užívateľov a vlastníkov pozemkov v ochrannom pásme a upraviť úhrady za obmedzené užívanie	Doplnkové

ZÁVER

Analýza vplyvov na kvalitu podzemnej vody bola uskutočnená využitím bodových a difúzných zdrojov znečistenia. V oblasti hodnotenia difúzných zdrojov sme hodnotili poľnohospodársku činnosť ako zdroj dusíkatých a pesticídnych látok v podzemnej vode na základe údajov o aplikácii množstva dusíkatých priemyselných hnojív a údajov o aplikácii množstva prípravkov na ochranu rastlín (POR) v rámci okresov v SR v roku 2020.

Aplikácia dusíka v priemyselných hnojivách vyššia ako $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na poľnohospodársku pôdu (PP) v útvare podzemnej vody (ÚPzV) bola v roku 2020 zaznamenaná v 7 kvartérnych a 9 predkvartérnych ÚPzV. Na vyhodnotenie súčasného stavu charakteristík a znečistenia podzemnej vody v ÚPzV boli využité údaje z monitorovania v účelovej sieti VÚVH a národnej monitorovacej sieti SHMÚ za rok 2020. Počas roku 2020 bolo spolu monitorovaných 1351 monitorovacích objektov, z toho v účelovej monitorovacej sieti VÚVH 870 monitorovacích objektov a v štátnej monitorovacej sieti SHMÚ 481 monitorovacích objektov. Z celkového počtu 2487 analyzovaných vzoriek podzemnej vody z monitorovacích objektov VÚVH a SHMÚ nespĺňalo normu kvality (NK) pre dusičnany 333 analýz (t. j. 13,4 %). Z celkového počtu 2488 analýz prekročilo prahovú hodnotu (PH) pre amónne ióny 440 analýz (t. j. 17,7 %). V monitorovacej sieti VÚVH bol zaznamenaný vyšší počet aj percento prekročení NK/PH v porovnaní so sieťou SHMÚ, čo potvrdzuje účelovosť VÚVH siete zameranej na oblasti znečistenia poľnohospodárskou činnosťou.

Aplikácia účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín vyššia ako $1,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na poľnohospodársku a lesnú pôdu v ÚPzV bola dokumentovaná v roku 2020 v 3 kvartérnych a 3 predkvartérnych ÚPzV. V roku 2020 bolo spolu monitorovaných 286 monitorovacích objektov, z toho 96 monitorovacích objektov vo VÚVH sieti a 190 monitorovacích objektov v SHMÚ sieti. V monitorovaných objektoch bolo sledovaných celkovo 72 pesticídov (účinných látok a ich degradačných produktov). Z celkového počtu 21 040 analýz podzemnej vody v monitorovacích sieťach VÚVH a SHMÚ prekročovalo 317 analýz (t. j. 1,51 %) normu kvality $0,1 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ pre jednotlivé pesticídy, vrátane ich príslušných metabolitov a produktov rozkladu predovšetkým v poľnohospodársky obrábaných oblastiach. Medzi pesticídne látky, ktoré najčastejšie prekročovali NK v roku 2020, patrili najmä toxikologicky nerelevantné metabolity pesticídov chloridazón desfenyl, chloridazón metyl desfenyl, metolachlór ESA, metazachlór ESA, metazachlór OA,

alachlór ESA, metolachlór OA, relevantný metabolit acetochlór ESA a účinná látka glyfosát.

Bodové zdroje znečistenia evidované v IS EZ, IMZZ a IPKZ boli priradené k príslušným ÚPzV a pre jednotlivé zdroje EZ a IMZZ sme vyhodnotili aj ich potenciálny vplyv na kvalitu podzemnej vody zahŕňajúc informáciu o zraniteľnosti podzemnej vody v danej lokalite. K roku 2020 obsahoval register EZ 1817 lokalít. Najväčší podiel na vzniku EZ mali zariadenia na nakladanie s odpadmi, konkrétne skládky komunálneho odpadu a skládky priemyselného odpadu ale aj nelegálne skládky. Najčastejšími znečisťujúcimi látkami v EZ boli nepolárne extrahovateľné látky a priesaková kvapalina zo skládok odpadu obsahujúca amónne ióny a kovy. K roku 2022 obsahovala databáza IMZZ údaje z 2322 monitorovacích objektov od 159 vlastníkov (priemyselných podnikov, skládok odpadov, odkalísk, environmentálnych záťaží, atď.). Najčastejšími znečisťujúcimi kontaminantami boli amónne ióny, celkový mangán a olovo. K roku 2021 evidoval register IPKZ 527 záznamov prevádzkovateľov prevádzok IPKZ. Najpočetnejšie boli prevádzky s činnosťami zaradenými do kategórií intenzívny chov hydiny alebo ošípaných a skládky odpadov.

Pre ÚPzV klasifikované v zlom chemickom stave alebo v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV pre podzemnú vodu do roku 2027 boli navrhnuté základné a doplnkové opatrenia na zvrátenie tohto stavu na základe identifikovaných významných vodohospodárskych problémov, aktuálneho hodnotenia chemického stavu ÚPzV, analýzy rizika a na základe analýzy vplyvov a dopadov, ktoré ovplyvňujú ÚPzV. Predpokladá sa, že realizácia navrhnutých opatrení, ktoré majú preventívny a nápravný charakter, prispeje k dosiahnutiu environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody. Kvantifikácia zlepšenia stavu ÚPzV vo vzťahu k jednotlivým opatreniam je veľmi zložitá, keďže v prípade podzemnej vody sa účinok jednotlivých realizovaných opatrení môže prejaviť s oneskorením aj niekoľkých desiatok rokov. Z tohto dôvodu je v prípade podzemnej vody veľmi dôležité najmä uplatňovanie preventívneho princípu, t. j. zabrániť alebo obmedziť vstup znečisťujúcich látok do podzemnej vody.

Podrobná metodika a výsledky analýzy vplyvov bodových a difúzných zdrojov znečistenia na kvalitu podzemnej vody za rok 2020 sú spracované v správe (Kučerová et al., 2022). Ďalšia aktualizácia vplyvov a dopadov k roku 2021 prebehne v roku 2022 podľa nezmenenej metodiky. Analýza vplyvov na podzemnú vodu a návrh opatrení je súčasťou 2. aktualizácie Vodného plánu Slovenska (MŽP SR, 2022), ktorá vychádza z hodnotenia významných vplyvov ľudskej činnosti a dopadov na chemický stav podzemných vôd (Kučerová et al., 2020).

LITERATÚRA

- KUČEROVÁ, K., CHUDOBA, V., BUBENÍKOVÁ, M., PATSCHOVÁ, A., HAMAR ZSIDEKOVÁ, B. 2020: *Hodnotenie významných vplyvov ľudskej činnosti a dopadov na chemický stav podzemných vôd. Identifikácia významných vplyvov a dopadov na kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd. Návrh výnimiek a opatrení na dosiahnutie dobrého chemického stavu. Správa k úlohe č. 10063*. Bratislava, Výskumný ústav vodného hospodárstva. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM/> [Prístup 20. 6. 2022]
- KUČEROVÁ, K., CHUDOBA, V., BUBENÍKOVÁ, M., PATSCHOVÁ, A. 2022: *Hodnotenie významných vplyvov ľudskej činnosti a dopadov na chemický stav podzemných vôd. Správa k úlohe č. 21014*. Bratislava, Výskumný ústav vodného hospodárstva.
- ŠÁSIK, D., TLUČÁKOVÁ, A., CIBULKA, R., KLIŠTINEC, J. 2022: Analýza príčin vysokých koncentrácií dusičnanov podzemných vôd v poľnohospodárskych oblastiach Slovenskej republiky. In: *Patschová, A., Chudoba, V., Kušnier Palugová, A., Flaková, R. (Eds): Zborník z 20. slovenskej hydrogeologickej konferencie „Podzemná voda – Nové výzvy v manažmente a ochrane vôd v meniacich sa podmienkach v 21. storočí“*, Tatranská Javorina, 23. – 26. 5. 2022. Bratislava, Slovenská asociácia hydrogeológov, s. 29-31.
- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2009. *Vodný plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly*. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-aplanovacie-dokumenty/vodny-plan-slovenska-2009.html/> [Prístup 16. 6. 2022]
- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2015. *Vodný plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly, Aktualizácia*. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-aplanovacie-dokumenty/vodny-plan-slovenska-aktualizacia-2015.html/> [Prístup 16. 6. 2022]
- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2022. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly*. Dostupné na internete: <https://www.minzp.sk/voda/vodny-plan-slovenska/> [Prístup 2. 6. 2022]
- Úrad verejného zdravotníctva Slovenskej republiky, 2019. *Rozhodnutie č. OHŽP/430/89726/2019. 26. 2. 2019 Bratislava*. Dostupné na internete: https://uvzsr.sk/docs/info/pitna/Rozhodnutie_pre_vybrane_nerelevantne_metabolity_pesticidov.pdf [Prístup 13. 12. 2022]
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 452/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd.*
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločensva v oblasti vodného hospodárstva, Ú. v. L 327/1, 22. 12. 2000 s. 275-346.*
- 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, p. 19-31.*

SUMMARY

Water Framework Directive 2000/60/EC in the Annex II, point 2.1., determines to identify pressures to which the groundwater body is exposed, including the estimation of pollution from diffuse and point sources. The analysis of pressures on groundwater quality was performed using available information about diffuse and point sources of pollution.

Diffuse sources of pollution were evaluated based on amount of applied synthetic nitrogen fertilizers and plant protection products within districts in the Slovak Republic in 2020 reported to the Central Control and Testing Institute in Agriculture in Bratislava (CCTIA). The concentrations of nitrates, ammonium ions and pesticides obtained from the monitoring of groundwater quality in the special-purpose monitoring network of the WRI and the state hydrological network of the SHMI in 2020 were used to evaluate the state of groundwater pollution.

The total of 174,726 t of NPK in synthetic fertilizers were applied in 2020, which is 4.8% more than the average from the last 5 years 2015 – 2019 (166,786 t) (Fig. 1). The highest applications of synthetic nitrogen fertilizers were documented in the districts of Nitra, Bratislava V, Šaľa, Zlaté Moravce a Trnava in the range of 105.3 kg·ha⁻¹ – 117.7 kg·ha⁻¹ per arable land. The application of synthetic nitrogen fertilizers higher than 70 kg·ha⁻¹ per arable land in groundwater body (GWB) was recorded in 7 Quaternary and 9 Pre-Quaternary GWBs in 2020. Out of the total number of 2,487 groundwater analyses in 1,351 monitoring sites, the average nitrate concentration exceeded the quality standard (50 mg·L⁻¹) in 157 (18.1%) WRI monitoring sites and in 40 (8.3%) SHMI monitoring sites (Table 1). The average ammonium ions concentration exceeded the threshold value for respective GWB in 210 (24.1%) WRI monitoring sites and in 65 (13.5%) SHMI monitoring sites in 2020 (Table 1). The high application of synthetic nitrogen fertilizers to arable land resulted in the nitrate and ammonium ions pollution, especially in the Danubian Lowland (Figs. 2 and 3).

The amount of applied active substances in plant protection products on arable and forest land was 1,918 t in 2020, which is 12.2% more than the long term average of 2002 – 2016 (1,709 t) (Fig. 4). The highest application of active

substances in plant protection products were documented in the districts of Senec, Nitra, Trnava, Nové Zámky, Hlohovec, Šaľa, Piešťany, Komárno, Galanta and Dunajská Streda in the range $1.13 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – $1.65 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ per arable and forest land. The highest consumptions of individual pesticides applied to arable land in 2020 were documented for the active substances glyphosate, chlormequat, tebuconazole, pendimethalin, chlorpyrifos, metazachlor, thiophanatemethyl and sulphur. Quartz sand as a natural repellent was the most applied pesticide on the forest land. Out of the total number of 21,040 groundwater analyses in 286 monitoring sites the pesticide (or its metabolite) concentration exceeded the quality standard ($0.1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) in 288 analyses (4.7%) for WRI and in 29 analyses (0.2%) for SHMI (Table 2). The pesticides, that most frequently exceeded the quality standard, were non-relevant metabolites of pesticides chloridazone desphenyl, chloridazon methyl desphenyl, metolachlor ESA, metazachlor ESA, metazachlor OA, alachlor ESA, metolachlor OA, relevant metabolite acetochlor ESA and active substance glyphosate (Table 3). The high incidence of exceeding the quality standard for pesticides and their metabolites was mainly in agriculturally cultivated areas, but it was also documented in GWBs, where no increased consumption of active substances in plant protection products was reported (Fig. 6).

Databases of contaminated sites, potential pollution sources and operations under integrated pollution prevention and control (IPPC) were used to assess pollution from point sources. The pollution sources from these databases were assigned to the relevant GWBs including the potential impact of pollution on groundwater and the vulnerability of the groundwater in the locality. The register of contaminated sites contained 1,817 localities in 2020 (Table 4, Figs. 7 and 8). The most often causes of contaminated sites are waste management facilities, particularly municipal and industrial waste landfills. In the year 2022 the databases of potential pollution sources contained the data from 2,322 monitoring sites from 159 owners (Table 5, Fig. 9), e. g. industrial enterprises, landfills, sludge ponds, environmental burdens, etc. The register of operations under integrated pollution prevention and control contained 527 records of IPPC operators (Fig. 10). The most numerous are operations with activities classified as intensive poultry or pig farming and landfills.

For the GWBs assessed in poor chemical status or at risk of failing to achieve environmental objectives by 2027 measures have been proposed to reverse this status (MoE SR, 2022). Measures were proposed according to the identified significant water management problems, the current assessment of the GWB chemical status, the risk analysis and based on pressure and impact analysis that affect GWB. The proposed measures consist of basic and supplementary measures and are of a preventative and remedial character. We have divided the proposed measures in relation to the group of pollutants into three main groups important for groundwater – pollution by nitrogen, pesticides and other hazardous substances (Table 6). The measures will be implemented mainly in agriculture, agglomerations, industry, contaminated areas as well as in protected areas.