

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



Riešiteľ (titul, meno a priezvisko): **Mgr. Mária Bubeníková, PhD.**

Názov úlohy: **Hodnotenie podzemných vôd pre účely smernice 2000/60/ES – dosiahnutie dobrého chemického stavu v útvaroch podzemných vôd.**

Názov čiastkovej úlohy: **Analýza rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemných vôd - aktualizácia.**

Interné číslo úlohy: **21013**

Kód úlohy: **1.2.6.2**

Gestor: **Ing. Viera Vikukelová**
Mgr. Oliver Horvát, PhD.



Bratislava december/2021

Generálny riaditeľ ústavu:

Ing. Katarína Holubová, PhD.

Riaditeľ odboru:

Ing. Andrej Seman

Vedúci oddelenia:

RNDr. Anna Patschová, PhD.

Zodpovedný riešiteľ:

Mgr. Mária Bubeníková, PhD.

Spoluriešiteľ:

Spolupracovníci:

Mgr. Vladimír Chudoba, PhD.

Mgr. Katarína Kučerová

RNDr. Anna Patschová, PhD.

Spolupracujúce externé organizácie:

Obsah

Zoznam najpoužívanějších skratiek	5
1. Úvod	7
2. Základné východiská pre hodnotenie rizika	8
2.1. Popis problematiky a legislatíva	8
2.2. Model riadenia rizík	11
2.3. Neistota v hodnotení rizika	12
2.4. Stupňovité hodnotenie rizika	12
2.5. Hodnotenie rizika a uplatňovanie zásad predbežnej opatrnosti	14
2.6. Environmentálne ciele RSV pre podzemné vody a hodnotenie rizika	15
2.7. Hodnotenie rizika v útvaroch podzemných vôd počas implementácie RSV v SR	19
2.8. Koncepčný model	20
3. Metodika na hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd	26
4. Analýza rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027	33
4.1. Predchádzajúce hodnotenia rizika a aktuálne hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd	33
4.2. Významné a trvalo vzostupné trendy koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov	41
4.3. Zraniteľnosť podzemných vôd	48
4.4. Významné bodové zdroje znečistenia	55
4.5. Používanie účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde	70
4.6. Používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde	75
4.7. Odkanalizovanie sídiel	80
4.8. Ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia	86
4.9. Zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny	95

4.10. Interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami.....	105
4.11. Výsledné hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027	110
5. Záver	124
Použitá literatúra.....	128

Zoznam najpoužívanějších skratiek

CIS	Common Implementation Strategy – Spoločná implementačná stratégia
CLC	CORINE Land Cover – databáza využitia krajiny
ČOV	Čistiareň odpadových vôd
EK/EC	Európska komisia/European Commission
EO	Ekvivalentný obyvateľ
EP	Európsky parlament
EÚ	Európska únia
EZ	Environmentálna záťaž
GIS	Geografický informačný systém
GQA test	Všeobecný test hodnotenia kvality
CHKO	Chránená krajinná oblasť
CHVO	Chránená vodohospodárska oblasť
CHÚ	Chránené územie
ID	Indikačné kritérium
IMZZ	Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia
IS EZ	Informačný systém environmentálnych záťaží
IT	Intervenčné kritérium
KM	Koncepčný model
KZ	Kritérium znečistenia
LP	Lesná pôda
MO	Monitorovací objekt
MPRV SR	Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
NP	Národný park
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
OP	Ochranné pásmo
OPVZ	Ochranné pásmo vodárenského zdroja
PH	Prahová hodnota
PHO	Pásmo hygienickej ochrany vodného zdroja
PMP	Plán manažmentu povodia
POR	Prípravok na ochranu rastlín

PP	Poľnohospodárska pôda
PzV	Podzemná voda
REZ	Register environmentálnych záťaží
RK	Riziko šírenia sa kontaminácie
RSV	Rámcová smernica o vode – smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES
SAŽP	Slovenská agentúra životného prostredia
SEzPzV	Suchozemský ekosystém závislý na podzemných vodách
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SR	Slovenská republika
ŠGÚDŠ	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
ŠOP SR	Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky
TOC	Celkový organický uhlík
ÚEV	Územie európskeho významu
ÚKSÚP	Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave
ÚPoV	Útvar povrchových vôd
ÚPzV	Útvar podzemných vôd
VTVzT	Významný a trvalo vzostupný trend
VÚVH	Výskumný ústav vodného hospodárstva
ZCR	Zdroj-cesta-receptor
ZÚJ	Základná územná jednotka
ZZ	Zdroj znečistenia

1. Úvod

Cieľom úlohy hodnotenie podzemných vôd pre účely smernice Európskeho parlamentu (EP) a Rady 2000/60/ES, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (tzv. rámcová smernica o vode – RSV), je zabezpečenie plnenia požiadaviek RSV pre oblasť podzemných vôd (PzV). RSV predstavuje kľúčový dokument zjednocujúci platnú legislatívu vo vodnom hospodárstve v členských štátoch Európskej úнии (EÚ). RSV definuje v čl. 4.1 environmentálne ciele pre povrchové vody, podzemné vody a pre chránené oblasti. RSV vyžaduje prijatie konkrétnych opatrení špecifikovaných v plánoch manažmentu povodia (PMP) na dosiahnutie environmentálnych cieľov.

RSV vyžaduje pre každý vodný útvar určiť, či existuje riziko nedosiahnutia environmentálnych cieľov na konci plánovacieho obdobia. Hodnotenie rizika sa týka troch environmentálnych cieľov RSV definovaných v čl. 4.1 pre podzemné vody a environmentálneho cieľa definovaného pre chránené oblasti, ktorý nepriamo tiež súvisí s cieľmi pre podzemné vody z dôvodu splnenia požiadavky pre vodné ekosystémy súvisiace s podzemnými vodami, suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách (SEzPzV), oblasti určené na odber pre ľudskú spotrebu (zabezpečenie súladu s čl. 7.3 RSV) a/alebo oblasti citlivé na živiny (zraniteľné oblasti). Podľa čl. 4.2 RSV platí, že ak sa na daný vodný útvar vzťahuje viac ako jeden z cieľov, tak sa uplatní najprísnejší z nich.

Analýza rizika bola vypracovaná pre útvary podzemných vôd (ÚPzV) v kvartérnych náplavoch a v predkvartérnych horninách v roku 2020 (Bubeníková et al. 2020b) v súlade s metodikou vyvinutou a použitou pri hodnotení rizika nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 v útvaroch podzemných vôd (Horvát a Patschová 2014). Oproti prvému hodnoteniu rizika v útvaroch podzemných vôd v roku 2005 (MŽP SR 2005), t. j. v I. cykle plánu manažmentu povodia, ktoré vychádzalo výlučne z analýzy vplyvov a dopadov, bolo hodnotenie rizika v útvaroch podzemných vôd v II. cykle PMP a súčasnom III. plánovacom cykle PMP oveľa komplexnejšie, nakoľko berie do úvahy aj údaje z monitorovania a hodnotenia chemického stavu a zahŕňa nové faktory, ako sú významné bodové a difúzne zdroje znečistenia a hodnotí, či existujú zmeny vo využívaní krajiny, počtu obyvateľstva, zmeny klímy alebo riziká pre priamo závislé ekosystémy povrchových vôd alebo suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách, ktoré by mohli brániť dosiahnutiu

cieľov RSV. Okrem toho súčasťou hodnotenia je aj využitie koncepčných modelov, ktoré sú dôležitým nástrojom pri spresnení hodnotenia rizika v oblastiach s najväčšou neistotou.

Analýza rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027, ktorá je súčasťou tohto dokumentu (vrátane základných východísk pre hodnotenie rizika a použitej metodiky), bola vypracovaná v roku 2020 (Bubeníková et al. 2020b) a v roku 2021 bola aktualizovaná (pre čiastkové faktory hodnotiace odkanalizovanie sídiel a interakciu podzemných vôd s povrchovými vodami) a doplnená o zoznam konkrétnych environmentálnych cieľov RSV, ktoré pravdepodobne nebudú splnené do roku 2027. Na základe hodnotenia rizika sú pre útvary podzemných vôd identifikované v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 navrhnuté opatrenia na zvrátenie tohto stavu. Výsledky analýzy rizika sú využité i pri návrhu výnimiek pre útvary podzemných vôd klasifikované v zlom chemickom stave.

2. Základné východiská pre hodnotenie rizika

Táto kapitola bola prevzatá zo správy (Bubeníková et al. 2020b), ktorá bola vypracovaná na základe informácií uvedených v usmernení Spoločnej implementačnej stratégie (Common Implementation Strategy) – CIS č. 26 o hodnotení rizika a použití koncepčných modelov.

2.1. Popis problematiky a legislatíva

RSV (v prílohe II, ods. 2.1) vyžaduje zhodnotenie miery rizika, že útvary podzemných vôd nesplnia ciele stanovené v čl. 4.1. Hodnotenie rizika sa vyžaduje i v čl. 5 RSV, v ktorom je uvedené, že pre každé správne územie povodia je potrebné spracovať analýzu jeho charakteristík a prieskum dopadu ľudskej činnosti na stav podzemných vôd a predložiť súhrnnú správu o uskutočnených analýzach podľa čl. 15. Základom mnohých odkazov na riziko v rámci RSV je koncept, ktorým sa hodnotí vplyv ľudskej činnosti na životné prostredie a najmä tých vplyvov, ktoré ohrozujú našu schopnosť plniť ciele RSV definované v čl. 4.1. Riziko v kontexte RSV je chápané ako riziko nedosiahnutia environmentálnych cieľov pre podzemné vody a nie vo svojom tradičnom ponímaní ako možné riziko pre zdravie ľudí a životné prostredie.

Environmentálnymi cieľmi pre podzemné vody a chránené oblasti podľa čl. 4.1 RSV je vykonanie opatrení na:

1. zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a na zabránenie zhoršenia stavu všetkých útvarov podzemných vôd,
2. 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 2027,
3. zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody,
4. splniť požiadavky chránených oblastí.

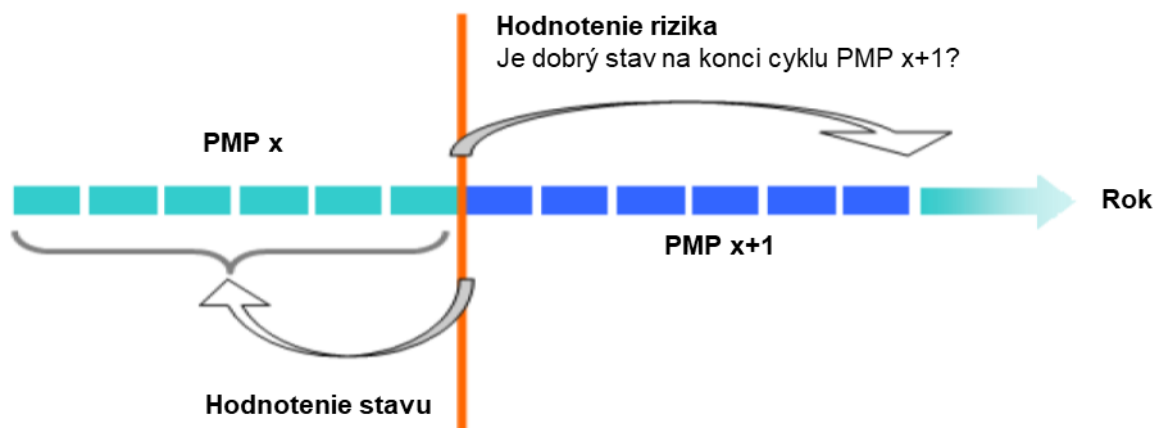
Hodnotenie rizika sa snaží odvodiť kauzálny vzťah medzi pôvodom nebezpečenstva alebo tlaku (napr. identifikované alebo odhadované zaťaženie znečisťujúcou látkou) jeho „cesty“ v životnom prostredí a dopadom na životné prostredie, v zmysle RSV dopadu na zhoršenie stavu podzemných vôd, resp. útvaru podzemných vôd. Všeobecne sa to označuje ako paradigma „zdroj-cesta-receptor“ (ZCR).

Z pohľadu kvality podzemných vôd je potrebné brať do úvahy všetky 4 environmentálne ciele. Vzťahy medzi týmito cieľmi sú komplexnejšie a vzájomne prepojené. Podzemné vody predstavujú dynamické médium, t. j. chemické zloženie prvkov v nich je variabilné v priestore a čase. Riziká je preto potrebné hodnotiť pre široké spektrum ZCR na rôznych úrovniach, od veľmi lokálneho (napr. zváženie toho, či skladovanie nebezpečných látok v nádobách je v súlade s legislatívnymi požiadavkami, aby sa zabránilo ich uvoľňovaniu zo skladovacieho systému a infiltrácie do podzemných vôd) cez strednú úroveň (napr. dopady na suchozemské ekosystémy) až na úroveň útvaru podzemných vôd (či útvar podzemných vôd dosahuje dobrý stav).

Usmernenie CIS č. 26 popisuje všeobecné prvky posudzovania rizika, používania koncepčných modelov a ich špecifickú implementáciu pre podzemné vody podľa RSV. Poskytuje informácie o hodnotení rizika a použití konceptuálneho modelovania holistickým spôsobom, neopisuje však konkrétny postup, ako vypracovať analýzu rizika. Hlavným cieľom usmernenia CIS č. 26 je opísať koherentný prístup k tomu, ako posudzovať riziká, ktoré spôsobujú rôzne vplyvy (napríklad bodové a difúzne zdroje znečistenia) v rôznych úrovniach od lokálneho až na úroveň útvarov podzemných vôd. Usmernenie CIS č. 26 dopĺňa usmernenia CIS č. 15 (Monitorovanie podzemných vôd), CIS č. 16 (Chránené oblasti s pitnou

vodou), CIS č. 17 (Zamedzenie alebo obmedzenie priamych alebo nepriamych vstupov) a CIS č. 18 (Hodnotenie stavu podzemných vôd a hodnotenie trendov).

Vzťah, resp. rozdiel medzi hodnotením rizika a hodnotením stavu útvarov podzemných vôd dokumentuje Obr. 2.1. Hodnotenie stavu (klasifikácia vodných útvarov) sa uskutočňuje každých 6 rokov a je založené na údajoch z monitorovania zozbieraných počas predchádzajúceho PMP. Aktuálny stav vodného útvaru odráža akékoľvek dôsledky vyplývajúce z opatrení, ktoré boli vykonané v období predchádzajúceho plánovacieho cyklu. Naopak hodnotenie rizika je potrebné uskutočniť pre všetky ciele čl. 4.1 tak ako vyžaduje RSV v čl. 5 (Charakteristiky správneho územia povodia, zhodnotenie dopadu ľudskej činnosti na životné prostredie a ekonomická analýza využívania vody) a čl. 15 (Predkladanie správ). RSV uvažuje niekoľko rokov dopredu a snaží sa predvídať, aký bude stav útvaru podzemných vôd na konci ďalšieho cyklu PMP. Na základe tohto hodnotenia je potrebné pre všetky útvary podzemných vôd v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV prijať opatrenia ako vyžaduje čl. 11 (Program opatrení). Pri návrhu opatrení je potrebné zobrať do úvahy fakt, že dosiahnutie dobrého stavu vodného útvaru vyžaduje dlhšie časové obdobie (roky alebo až desaťročia).



Obr. 2.1 Hodnotenie rizika s ohľadom na dosiahnutie environmentálnych cieľov RSV je zamerané na budúcnosť, kým hodnotenie vodného útvaru spätne pozerá na „prevedenie“ v predchádzajúcom cykle plánu manažmentu povodia (PMP) (zdroj: usmernenie CIS č. 18)

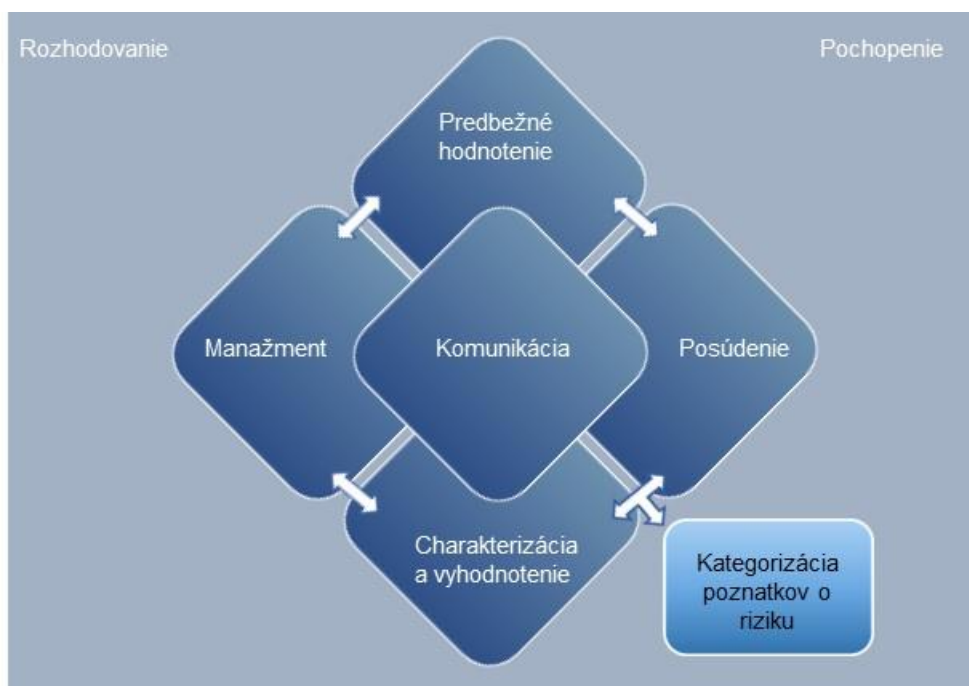
Hodnotenie rizík v III. plánovacom cykle PMP zahŕňa aj výsledky hodnotenia rizika v roku 2014 (predpoveď do roku 2021) a 3. hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd v roku 2020. Útvary podzemných vôd identifikované ako rizikové v III. cykle budú všetky útvary, v ktorých nebudú dosiahnuté environmentálne ciele do roku 2027 bez uskutočnenia opatrení. Posudzovanie výnimiek bude zamerané na ÚPzV v zlom

chemickom stave, pre ktoré je potrebné vyhodnotiť, či budú alebo nebudú plánované opatrenia účinné.

2.2. Model riadenia rizík

Medzinárodný výbor pre riadenie rizík (International Risk Governance Council – IRGC) na základe analýzy zavedených postupov manažmentu rizík vypracoval Rámec pre riadenie rizík (Risk Governance Framework), ktorého cieľom je pomôcť tvorcom koncepcií, regulačným orgánom a manažérom rizík pochopiť koncepciu riadenia rizík a aplikovať ju do ich metód riadenia rizík (IRGC 2005, Brils a Harris 2009). Navrhnutý model riadenia rizík ponúka štruktúru pre integračný proces týkajúci sa hodnotenia a riadenia rizík (Obr. 2.2). Rámec pozostáva zo 4 fáz, ako sú predbežné hodnotenie, posúdenie, charakterizácia a vyhodnotenie a nakoniec manažment rizík (rozhodnutie a implementácia). Piata fáza – komunikácia týkajúca sa rizika prebieha paralelne s týmito 4 fázami.

Z hľadiska rámca IRGC hodnotenie rizika podzemných vôd v rámci implementácie RSV možno chápať tak, že predstavuje fázu predbežného hodnotenia, ktorá je predpokladom vzniku integrovaného a koherentného procesu zberu informácií a údajov s cieľom dosiahnuť správne porozumenie vo fáze charakterizácie a hodnotenia (fáza 3). Túto fázu je možné pochopiť tak, že sa zhoduje s hodnotením stavu. Vyhodnotenie podľa rámca IRGC kladie dôraz na posúdenie prijateľnosti a prípustnosti.



Obr. 2.2 Základný model zvládania rizika (zdroj: usmernenie CIS č. 26)

2.3. Neistota v hodnotení rizika

Neistota ovplyvňuje všetky fázy hodnotenia a riadenia procesov. Analýza zdrojov a rozsah neistôt môžu pomôcť identifikovať nedostatky vo vedomostiach a informovať rozhodovateľov o najvhodnejších opatreniach v súvislosti s manažmentom rizika, vrátane toho, či je alebo nie je potrebné uskutočniť preventívne opatrenia. Pri rozhodovaní o možnostiach manažmentu rizika je dôležité porozumieť, ako rôzne zdroje neistoty (v údajoch, z odberu vzoriek, premenlivosti prostredia, nedostatku vedomostí a modelov) prispievajú k odchýlkam v konečných odhadoch rizika.

Prostredie podzemných vôd je v porovnaní s väčšinou environmentálnych médií veľmi neprístupné, heterogénne a ťažko pozorovateľné, resp. monitorovateľné. Pohyb znečisťujúcich látok v trojrozmernom prostredí v čase je často nekontinuálny a s vysokou premenlivosťou a dlhé časové obdobia, ktoré sú typické pre mnoho prostredí s podzemnými vodami, sťažujú robiť dlhodobé predpovede. Dôsledkom toho je veľká miera neistoty prítomná v mnohých hydrogeologických hodnoteniach, najmä čo sa týka „ciest“. Napríklad pohyb a zoslabenie v nenasýtenej zóne je kľúčovým faktorom pri určovaní rizika pre kvalitu podzemných vôd z činností na zemskom povrchu. Táto „cesta“ je však svojou povahou jedna z najťažšie sledovateľných.

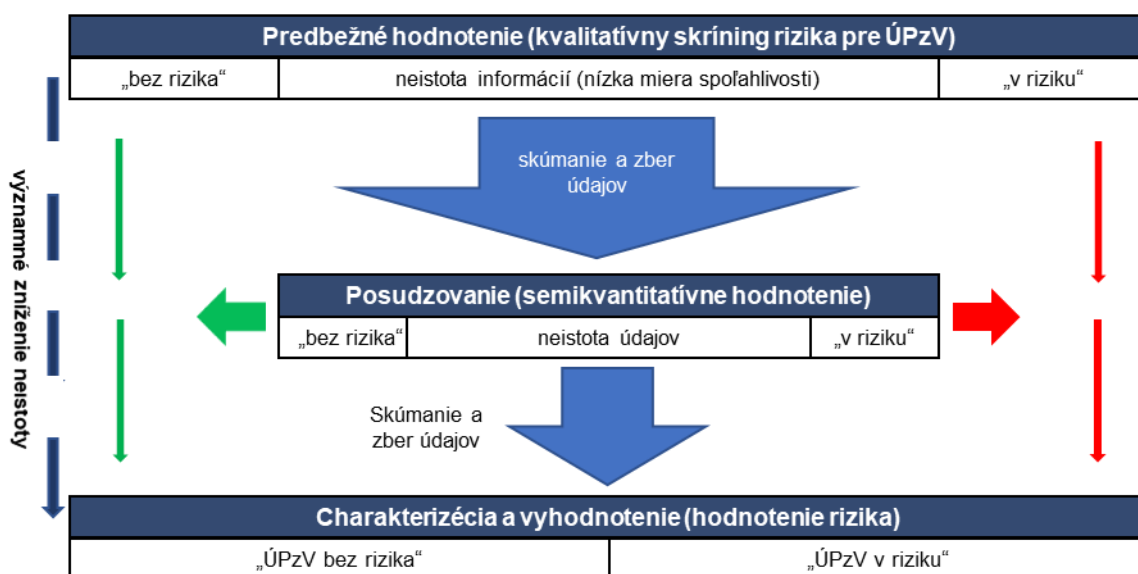
Hodnotenie rizika a analýza neistoty majú široké uplatnenie pri ochrane podzemných vôd. Pri mnohých podpovrchových procesoch nemusí byť štatistický alebo deterministický prístup k hodnoteniu rizika potrebný alebo uskutočniteľný a prístup „váha dôkazov“ (usmernenie CIS č. 16) môže byť buď postačujúci alebo najlepší, ktorý možno dosiahnuť. Koncepčné modely sú nevyhnutným podporným nástrojom na hodnotenie rizika za týchto okolností.

2.4. Stupňovité hodnotenie rizika

Pri hodnotení podzemných vôd máme zriedka dostatok údajov na spoľahlivé predpovede na niekoľko rokov dopredu, resp. ako RSV vyžaduje na koniec plánovacieho cyklu plánu manažmentu povodia (v roku 2027). Z tohto dôvodu je možné využiť stupňovité hodnotenie rizika spojené s jednoduchým hodnotením spoľahlivosti zameraným na zdroje v oblastiach s najvyššou neistotou a s najkrajnejšou relevantnosťou k rozhodnutiam o manažmente rizika. Typický príklad stupňovitého hodnotenia je uvedený na Obr. 2.3. Hodnotenie rizika tu má za cieľ rozdeliť skupinu útvarov podzemných vôd (ÚPzV) na tie,

ktoré sú „v riziku“ alebo „bez rizika“ pri dosahovaní environmentálnych cieľov RSV. Skríning rizika sa využíva na pragmatické rozdelenie ÚPzV efektívnym spôsobom na tie, u ktorých je značný predpoklad, že „sú rizikové“ alebo „nie sú rizikové“ pri dosahovaní stanovených cieľov (založené na údajoch z monitorovania a predchádzajúceho hodnotenia rizika a jasných environmentálnych štandardoch). V strede obrázka zostáva skupina útvarov, u ktorých je pomerne nízka spoľahlivosť (značná neistota) v hodnotení. Kvalitatívne hodnotenia rovnako ako hodnotenia na ďalšej úrovni (tzv. semikvantitatívne), sú vplyvovo a parametrovo špecifické (napr. dôkaz parametra A, neistota a ďalšie potrebné skúmanie parametra B) a upravujú záverečnú klasifikáciu. Pri semikvantitatívnom hodnotení sa zhromažďujú ďalšie údaje a analýza sa zameriava na ostatné útvary podzemných vôd, ktoré sa potom ďalej delia na „bez rizika“ a „v riziku“ a útvary s významnou neistotou. Postup sa potom opakuje až útvary podzemných vôd sa dajú hodnotiť s prijateľnou mierou neistoty. Doplnujúci prieskum a monitorovanie by mali byť zamerané na tie vodné útvary, v ktorých je najväčšia miera neistoty, ako na tie, u ktorých je istota, že útvary podzemných vôd sú v dobrom alebo zlom stave vo vzťahu k hodnoteniu rizika. Ak významné neistoty v údajoch zotrývajú, charakterizácia a vyhodnotenie musia nasledovať po transparentnom prístupe „váhy dôkazov“, aby stanovili, či je ÚPzV „v riziku“ alebo nie. Stupňovité hodnotenie sa uplatňuje v celom plánovacom procese plánu manažmentu povodia.

Pri implementácii RSV bola počiatočná charakterizácia útvarov podzemných vôd často založená na malom množstve údajov, ale bola konzervatívna. Tam, kde boli identifikované riziká, bola potrebná ďalšia charakterizácia útvarov na identifikáciu pravdepodobných vplyvov a dopadov a oblastí neistoty. Z tohto dôvodu, neistota vo vyhodnotení rizika v nasledujúcom cykle by sa mala znížiť, pretože sú dostupné informácie získané počas predchádzajúceho plánovacieho cyklu (napr. z monitorovania a hodnotenia stavu, identifikácii významných vplyvov a dopadov a programu opatrení), a naopak hodnotenie rizika by sa malo použiť na preskúmanie monitorovacích programov, pri návrhu programu opatrení alebo revízií prahových hodnôt.



Obr. 2.3 Stupňovitý prístup hodnotenia rizika (zdroj: Anonym 2004, modifikované v usmernení CIS č. 26)

2.5. Hodnotenie rizika a uplatňovanie zásad predbežnej opatrnosti

Prístup Európskej komisie (EK) pri uplatňovaní zásad predbežnej opatrnosti je uvedený v dokumente z roku 2000 (EC 2000) a možno ho interpretovať nasledovne: „Ak hrozí vážne alebo nezvratné poškodenie, tak nedostatok úplnej vedeckej istoty sa nebude používať ako dôvod na odloženie nákladovo efektívnych opatrení na zabránenie zhoršovania životného prostredia.“

Použitie zásady predbežnej opatrnosti predpokladá vedecké vyhodnotenie rizík, ktoré z dôvodu nedostatočnosti údajov, ich nepresvedčivej alebo nepresnej povahy, neumožňuje s dostatočnou istotou určiť príslušné riziko. Hodnotenie rizika však môže pomôcť určiť pravdepodobnosť výskytu dopadu a jeho závažnosti, a tým prijatie preventívnych opatrení.

Príkladom je prevencia vstupu nebezpečných látok do podzemných vôd, kde bol prijatý preventívny prístup. Látky sú klasifikované ako nebezpečné na základe ich toxicity, perzistencie a bioakumulačných vlastností. Napriek tomu existujú okolnosti, za ktorých prítomnosť nebezpečných látok v podzemných vodách nie je v rozpore so zásadami predbežnej opatrnosti. Na základe posúdenia rizika (podporeného údajmi z monitorovania) sa môže preukázať, že vstupy nebezpečných látok sú z hľadiska životného prostredia zanedbateľné, ak boli uskutočnené všetky potrebné a primerané opatrenia, ktoré vyžaduje RSV a smernica EP a Rady 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením

a zhoršením kvality a sú v súlade so zásadami predbežnej opatrnosti na zabránenie vstupu týchto látok do podzemných vôd.

2.6. Environmentálne ciele RSV pre podzemné vody a hodnotenie rizika

2.6.1. Zabrániť alebo obmedziť vstup znečisťujúcich látok do podzemných vôd a zabrániť zhoršeniu stavu všetkých útvarov podzemných vôd

Tento environmentálny cieľ sa môže uplatňovať na všetkých úrovniach od lokálnych (pre bodové zdroje) po úroveň útvarov podzemných vôd (väčšinou difúzne zdroje) a je podrobne opísaný v usmernení CIS č. 17 o zamedzení alebo obmedzení priamych alebo nepriamych vstupov. Opatrenia sú najúčinnnejším mechanizmom ochrany kvality podzemných vôd. Ak sú správne vyhodnotené riziká spojené s plnením cieľa „zabrániť alebo obmedziť“ a potom včas implementované príslušné opatrenia, tak všetky ostatné environmentálne ciele pre kvalitu podzemných vôd budú splnené.

Každý identifikovaný zdroj znečistenia (t. j. miesto, kde sa nakladá so znečisťujúcou látkou) predstavuje potenciálne riziko kontaminácie podzemných vôd, a to formou nepriameho vypúšťania, t. j. infiltrácie zrážok a prieniku znečisťujúcej látky do podzemných vôd cez pôdny horizont alebo v dôsledku výluhu znečisťujúcej látky zo zdroja znečistenia do podzemných vôd. Zdrojom znečistenia je každý zdroj, u ktorého možno úniky znečisťujúcich látok do pôdy a podzemných vôd predpokladať – jedná sa o potenciálny zdroj znečistenia, alebo u ktorého boli úniky zistené, t. j. reálny – aktívny zdroj znečistenia podzemných vôd.

Z hľadiska rozsahu znečistenia sú zdroje znečistenia rozdeľované na bodové (lokálne) zdroje znečistenia, difúzne (plošné) zdroje znečistenia a líniové zdroje znečistenia. Za významné sa považujú bodové a difúzne zdroje znečistenia.

Bodové zdroje znečistenia (Patschová et al. 2009)

Bodové zdroje znečistenia predstavujú významné riziko pre podzemné vody a môžu spôsobiť zhoršenie chemického stavu útvaru podzemných vôd, najmä ak sa vyznačujú dostatočnou priestorovou hustotou, širokou pestrosťou nebezpečných chemických látok (kontaminantov), ako aj skutočnosťou, že veľká časť z nich nie je známa a presne lokalizovaná. Hlavné bodové zdroje znečistenia podzemných vôd sú najmä veľké priemyselné podniky (chemické, kožiarske, drevárske, ťažba uhlia a rúd, konečná úprava kovov, výroba

celulózy a papiera, výroba železa a ocele, atď.), rôznorodé prevádzky ako benzínové pumpy, autobusové stanice, železničné depá, nemocnice, čistiarne odpadových vôd (ČOV), teplárne, ale aj poľnohospodárske družstvá, rekreačné zariadenia, atď., miesta, kde sa nakladá s nebezpečnými látkami ako skládky odpadov, sklady, nádrže, stavby umožňujúce podzemné skladovanie látok v zemských dutinách, ale aj manipulačné plochy s nebezpečnými látkami (čerpacie stanice, prekladiská, atď.), staré záťaže vrátane starých skládok pesticídov, banské diela, lokálne nesúvislé zástavby, neodkanalizované domácnosti a ďalšie. Najvýznamnejšími bodovými zdrojmi znečistenia z hľadiska negatívneho dopadu na podzemné vody sú hlavne staré environmentálne záťaže (podrobne sú uvedené v kapitole 4.4).

Difúzne (plošné) zdroje znečistenia (Patschová et al. 2009)

Medzi najvýznamnejšie difúzne (plošné) zdroje znečistenia podzemných vôd patrí poľnohospodárska živočíšna a najmä rastlinná výroba – aplikácia hnojív a používanie prípravkov na ochranu rastlín (pesticídnych látok) na poľnohospodárskej pôde a v lesoch. Jedná sa o znečistenie v dôsledku nesprávneho alebo nadmerného používania hnojív a prípravkov na ochranu rastlín. Takéto plošné znečistenie predstavuje úmyselné aplikovanie nebezpečných látok v životnom prostredí, a preto si vyžaduje osobitnú pozornosť.

Líniové zdroje znečistenia

Líniové zdroje znečistenia podzemných vôd ako sú produktovody, železnice, diaľnice a významné komunikácie nie sú považované za významné riziko – nakoľko vo vzťahu k ich charakteru v útvare podzemných vôd predstavujú z dlhodobého hľadiska nízke potenciálne riziko. Zvýšené riziko predstavujú najmä v dôsledku havarijných situácií prejavujúcich sa mimoriadnym zhoršením kvality vôd, ktoré v zmysle § 41 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) sa riešia ako mimoriadne zhoršenie kvality vôd okamžite na danom mieste, aby nedošlo k ohrozeniu kvality vôd v širšom útvare podzemných vôd. (Patschová et al. 2009)

Líniovým zdrojom znečistenia pre podzemné vody možno považovať povrchové vody. Hodnotenie vplyvu znečistenia povrchových vôd na kvalitu podzemných vôd v dôsledku hydraulickej súvislosti je riešené samostatne v rámci parametra interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami v kapitole 4.10. V závislosti od smeru prúdenia a priemerného sklonu

v útvare podzemných vôd je zohľadňovaný vplyv zhoršenej kvality povrchových vôd na kvalitu podzemných vôd. Pri všeobecnom hodnotení platí, že čím je väčší sklon, tým je vplyv povrchových vôd nižší. (Horvát a Patschová 2014)

Hodnotenie rizika pre zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok

Hodnotenie rizika pre vstup nebezpečných látok (ktoré musíme zabrániť) a látok, ktoré nie sú nebezpečné (ktoré musíme obmedziť, aby sme sa vyhli znečisteniu), je odlišné. V prípade nebezpečných látok sa hodnotenie rizika redukuje v tom zmysle, že bolo ustanovené RSV a smernicou EP a Rady 2006/118/ES, že s výhradou výnimiek uvedených v čl. 6 smernice EP a Rady 2006/118/ES, je akýkoľvek vstup látok do podzemných vôd neželaný a malo by sa mu zabrániť.

V podstate všetky zdroje (nebezpečné látky) majú podobnú charakteristiku a cieľom alebo receptorom vo všetkých prípadoch je vodná hladina. Charakterizácia zdroj-cesta-receptor (ZSR) sa preto obmedzuje na zdroj (objem a fyzikálno-chemické vlastnosti) a prepojenie „ciest“, obzvlášť na schopnosť nenasýtenej zóny (pokiaľ je prítomná) utlmiť vstupy.

Pre látky, ktoré nie sú nebezpečné, je potrebná úplná charakterizácia ZCR, pretože zdroje sa môžu líšiť z pohľadu inherentného nebezpečenstva a cieľom môže byť podzemná voda v blízkosti vstupu (v prípade citlivého a hodnotného zdroja podzemných vôd) alebo receptor s určitým odstupom od vstupu (vodný ekosystém súvisiaci s podzemnými vodami alebo suchozemský ekosystém závislý na podzemných vodách). Hodnotenie, ktoré konštituenty poškodzujú cieľe (receptory) sa bude líšiť v závislosti od povahy znečisťujúcej látky ako aj od citlivosti receptora.

Vzhľadom na veľmi širokú škálu potenciálnych rizík je ťažké zmapovať podrobne všetky riziká vo vzťahu k cieľu zabrániť alebo obmedziť vstup znečisťujúcich látok. Mapovanie potenciálnych zdrojov kontaminácie môže poskytnúť iba počiatočné hodnotenie rizika v širokej mierke. Efektívne systémy povolení alebo rôznych kontrol môžu eliminovať riziko v rôznej miere. V tomto smere bez podrobnej analýzy je nemožná kvantifikácia rizika vo vzťahu k splneniu tohto environmentálneho cieľa, pričom by bolo zavádzajúce tvrdiť, že existujúce riziko pre každý potenciálny zdroj prispieva k nesplneniu tohto cieľa. Preto je navrhované sa zamerať predovšetkým na úniky (bodové alebo difúzne zdroje znečistenia), ktoré nemusia byť pod dostatočnou kontrolou na splnenie cieľov RSV.

V rámci analýzy rizika pri plnení cieľov RSV sme sa sústredili najmä na významné zdroje znečistenia, pre ktoré sú k dispozícii podrobnejšie údaje pre hodnotenie, konkr. sú to bodové zdroje znečistenia, ako sú environmentálne záťaže a zdroje znečistenia a difúzne zdroje znečistenia reprezentované poľnohospodárskou činnosťou, doplnené znečistením z odpadových vôd, ktoré nie sú pod dostatočnou kontrolou (neodkanalizované sídla).

2.6.2. Dosiahnuť dobrý chemický stav útvaru podzemných vôd

Riziká nesplnenia tohto environmentálneho cieľa možno rozdeliť nasledovne:

- Riziká, ktoré sú spojené so zlyhaním podmienky mať primerané opatrenia na „zabránenie/obmedzenie“ pre zdroje znečistenia (priame znečistenie – napr. vypúšťanie) – inými slovami, sú všetky existujúce aktivity (potenciálne riziká) pod kontrolou?
- Riziká vyplývajúce zo zdrojov kontaminácie v pôde, kde pôvodná aktivita zanikla alebo je teraz pod kontrolou, ale nachádza sa tam zvyšková kontaminácia, ktorá by časom mohla mať vplyv na stav vodných útvarov (sekundárne nepriame znečistenie – napr. z hnojenia, používania prípravkov na ochranu rastlín, environmentálne záťaže).

Druhé riziko je obzvlášť bežné v hydrogeologických situáciách, kde sa uplatňuje priesak v nenasýtenej zóne alebo v prípade nízkej priepustnosti zvodneného prostredia v ÚPzV s pomalým prúdením alebo v prípade hlbokých zvodnených vrstiev so slabým dopĺňaním. Kvôli časovému odstupu medzi vstupom na zemský povrch a dopadom na vodný útvar je možné, že chemický stav niektorých ÚPzV sa môže zhoršiť z dobrého na zlý, dokonca aj keď sa prijali všetky potrebné a náležité opatrenia na zabránenie alebo obmedzenie ďalších vstupov.

2.6.3. Zvrátiť akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend koncentrácie znečisťujúcej látky

Pri hodnotení rizika nedosiahnutia tohto environmentálneho cieľa RSV je potrebné hodnotiť zhoršenie kvality podzemných vôd, ale aj to, kedy toto zhoršenie prestane, a kedy bude trend zvrátený. Jedná sa o dlhodobé predpovede (na niekoľko cyklov plánov manažmentu povodia), ktoré sú zaťažené vysokou mierou neistoty.

Pri hodnotení rizika je potrebné zvážiť nielen dopad minulých a súčasných aktivít využívania krajiny, ale i aké bude pravdepodobné budúce využitie pôdy, podzemných vôd,

ktoré môže mať vplyv na predpovedané trendy. Ďalším faktorom, ktorý by mal byť zvážený, je zmena klímy.

2.6.4. Splniť požiadavky chránených oblastí

Environmentálny cieľ pre chránené oblasti je nepriamo i cieľom pre podzemné vody z pohľadu splnenia požiadavky na hodnotenie rizika pre závislé ekosystémy. Okrem toho súlad s čl. 7.3 (Vody využívané na odber pitnej vody) je jedným z požiadaviek dosiahnutia dobrého chemického stavu útvarov podzemných vôd.

Pre uskutočnenie hodnotenia rizika pre miesta odberu pitnej vody by mali byť analyzované vo vzájomnom vzťahu všetky informácie so vstupmi z plochy povodia a charakteristík podzemných vôd (geohydroológia a geochemia).

2.7. Hodnotenie rizika v útvaroch podzemných vôd počas implementácie RSV v SR

SR v roku 2005 vypracovala prvé hodnotenie rizika v útvaroch podzemných vôd (MŽP SR 2005), ktoré sa opieralo o vtedy dostupné údaje a aj všeobecné znalosti v zmysle požiadaviek pre ciele uvedené v čl. 4.1 RSV. Prvé hodnotenie rizika bolo spracované výlučne na základe analýzy vplyvov a dopadov s obmedzenou znalosťou metód a usmernení pre klasifikáciu rizika v ÚPzV a nemohlo využiť prínosy z hodnotenia stavu a trendov, pretože detailné požiadavky pre tieto hodnotenia ešte neboli známe, nakoľko boli predmetom pripravovanej smernice EP a Rady 2006/118/ES a neskoršieho usmernenia CIS č. 18. Preto toto prvé hodnotenie rizika bolo spojené s viacerými závažnými neistotami. Druhé hodnotenie rizika nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 v útvaroch podzemných vôd (Horvát a Patschová 2014) bolo komplexnejšie, vychádzalo z odporúčení usmernenia CIS č. 26 na posúdenie relevantných prvkov/faktorov počas II. cyklu PMP. Boli v ňom zahrnuté výsledky monitorovania v rámci prvého hodnotenia (klasifikácie) chemického stavu útvarov podzemných vôd a hodnotenie trendov koncentrácie znečisťujúcich látok v monitorovacích objektoch. Pri analýze rizika bolo zohľadnené riziko z predchádzajúceho obdobia a zdokonalená prognóza rizika zahrnutím nových faktorov do hodnotenia rizika, ako sú významné bodové a difúzne zdroje znečistenia, odkanalizovanie sídiel, rozsah a stupeň ochrany v ochranných pásmach vodných zdrojov a chránených územiach, interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami (vodné ekosystémy) a predpovedané zmeny klímy,

počtu obyvateľov a využívania krajiny. Okrem toho boli pri analýze rizika využité koncepčné modely, ktoré pomohli spresniť hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody do roku 2021 v oblastiach s najväčšou neistotou.

2.8. Koncepčný model

2.8.1. Definícia koncepčného modelu a jeho použitie

Rámcová smernica o vode neobsahuje pojem „koncepčný model (KM)“, ale implicitne požaduje zostavenie KM tým, že vyžaduje od členských štátov charakterizáciu všetkých útvarov podzemných vôd (príloha II, ods. 2.1 RSV). Požadované informácie sú dostatočné pre vytvorenie základných hydrogeologických koncepčných modelov. RSV ďalej vyžaduje pre každý vodný útvar určiť, či existuje riziko nedosiahnutia cieľov na konci plánovacieho obdobia. Použitie koncepčných modelov je pre tento účel nenahradiťelné. Pre útvary podzemných vôd, ktoré sú považované za „rizikové“, že nesplnia environmentálne ciele RSV, je potrebné uskutočniť ďalšiu charakterizáciu s cieľom realizovať presnejšie vyhodnotenie príslušného rizika a identifikovať všetky opatrenia na zvrátenie (príloha II, ods. 2.2). V smernici EP a Rady 2006/118/ES sa použitie koncepčného modelu vyžaduje pri hodnotení chemického stavu podzemných vôd (príloha III). V niekoľkých usmerneniach CIS je ich používanie odporúčané.

Napriek tomu, že smernica EP a Rady 2006/118/ES vyžaduje používanie koncepčných modelov, nie je v nej definícia KM ani požiadavky, čo by mal obsahovať. Ani v usmerneniach CIS neexistuje spoločná definícia koncepčného modelu. V usmernení CIS č. 15 o monitorovaní podzemných vôd je KM definovaný ako zjednodušené zobrazenie alebo pracovný popis toho, ako sa skutočné hydrogeologické systémy správajú. Podľa usmernenia CIS č. 17 o zamedzení alebo obmedzení priamych alebo nepriamych vstupov sa o KM hovorí, ako o schematizácii kľúčových hydraulických, hydrochemických a biologických procesov v útvaroch podzemných vôd, vrátane opisu ciest vstupov znečistenia. V kontexte usmernenia CIS č. 26 o hodnotení rizika a použití koncepčných modelov je koncepčný model prostriedkom na opis a prípadne kvantifikáciu systémov, procesov a ich interakcie.

Koncepčný model je dôležitý nástroj v manažmente podzemných vôd. Podľa usmernenia CIS č. 26 je to nástroj na:

- diskusiu expertov, vývoj a doplnenie poznatkov o systéme podzemných vôd,

- komunikáciu s verejnosťou a rozhodujúcimi orgánmi, t. j. objasniť laikom ako funguje systém zvodnených vrstiev,
- pochopenie a vizualizáciu jednoduchých aj zložitých procesov podzemných vôd v závislosti od účelu,
- poskytnutie spoľahlivého základu pre simulácie a predpovede procesov v podzemných vodách pomocou matematických a numerických (počítačových) modelov,
- pre hodnotenie rizika v útvare podzemných vôd,
- vizualizáciu toho ako, kde a kedy môže mať riziko dopad na podzemné vody,
- pomoc hodnotiacemu identifikovať, či útvary podzemných vôd dosiahne ciele podľa čl. 4.1 RSV,
- určenie dôvodov, prečo útvary podzemných vôd zlyhávajú pri dosahovaní cieľov,
- odôvodnenie výnimiek/alternatívnych cieľov tam, kde existuje riziko zlyhania pri dosahovaní dobrého stavu útvaru podzemných vôd,
- plánovanie monitorovacích systémov a opatrení na ochranu alebo zlepšenie stavu podzemných vôd,
- predpovedanie vplyvu opatrení,
- umožnenie návrhu užšieho zoznamu možných opatrení, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou budú viesť k náprave efektívnym a udržateľným spôsobom.

Okolnosti, za ktorých sa koncepčné modely môžu používať, sa môžu značne líšiť, a to od podrobných hodnotení hydrogeológov až po zjednodušený obraz interakčných procesov na účely komunikácie so zúčastnenými stranami.

Filozofiou RSV je začať ponímať manažment (podzemných) vôd spolu so všetkými dostupnými poznatkami (nezáleží, v akom sú rozsahu). Koncepčný model môže začínať so schematickým opisom, ktorý je doplňovaný na základe nových poznatkov (z monitorovania, hodnotenia stavu a trendov, identifikácii vplyvov a dopadov na podzemné vody, atď.) za účelom lepšie pochopiť systém a účinnosť opatrení. Takýto začiatkový schematický model je nazývaný koncepčný model. Oproti tomu zložitý numerický (počítačový) model už nie je možné považovať za KM. Pre účel manažmentu podzemných vôd nezáleží až tak, do akej miery sa modely ešte nazývajú koncepčnými. Dôležité je použitím KM zrozumiteľným spôsobom popísať vzťah medzi kvalitou/zdrojom podzemných vôd, miestnymi (geogénnymi) podmienkami a antropogénnymi vplyvmi/dopadmi.

Koncepčný model je možné vypracovať v rôznych úrovniach zložitosti, od jednoduchých kvalitatívnych charakteristík geológie až po zložité kombinácie kvalitatívnych a kvantitatívnych opisov hydrogeologických procesov a dopadov. Na pokrytie rôznych potrieb manažmentu podzemných vôd sú mierky v rozmedzí od malých (10 - 100 m²) až po veľké (km²) a časovom rozmedzí od hodín/dní po mesiace/roky. Závisí to od špecifických úloh a problémov (napr. chemické zloženie podzemných vôd, bodové a difúzne zdroje znečistenia, interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami, využívanie pôdy). Pre cezhraničné útvary podzemných vôd sa výslovne odporúča vytvoriť spoločne odsúhlasené koncepčné modely.

V rámci plánovacích cyklov PMP je odporúčené použitie koncepčných modelov v rôznych fázach implementácie RSV a s rôznym účelom, napr. pri návrhu monitorovacích programov, hodnotení stavu vodných útvarov, hodnotení rizika, návrhu výnimiek a programu opatrení.

Usmernenie CIS č. 26 (príloha II) popisuje spôsob vytvorenia koncepčného modelu. Pred vypracovaním KM je dôležité určiť jeho plošný rozsah a hranice. Koncepčný model útvaru podzemných vôd vyzerá inak ako model jedného monitorovacieho miesta. V oboch prípadoch je však dôležité si uvedomiť, že účinok, ktorý sa pozoruje pre jeden bod, môže byť spôsobený tlakom na určitú vzdialenosť. V prípade pochybností je lepšie zvoliť hranice ďaleko za záujmovou oblasťou, ktoré sa môžu zmenšiť po získaní podrobnejších informácií, čo umožní presnejšie vymedziť zónu potenciálneho vplyvu (napr. smer toku podzemných vôd alebo stanovené geologické hranice zvodneného systému). Podobne je dôležité vziať do úvahy časový faktor relevantný pre daný koncepčný model.

2.8.2. Validácia koncepčného modelu

Koncepčný model je dynamický a vyvíja sa s časom, po získaní nových údajov sa overuje a zdokonaľuje (z jednoduchého modelu sa stáva komplexnejší). Ide o iteračný proces. Ak sa ukáže, že koncepčný model nie je v súlade so skutočnými údajmi, je potrebné ho spätne prehodnotiť. V prípade útvaru podzemných vôd klasifikovanom v riziku alebo v zlom stave by sa mal vytvoriť čo najpresnejší a dostatočne podrobný koncepčný model.

Validácia KM by mala byť založená na dostatočných údajoch z monitorovania a na základe analýzy vplyvov a dopadov. Na základe prístupu použitého pre výber relevantných látok (usmernenie CIS č. 3 o analýze vplyvov a dopadoch) možno analyzovať vplyvy na útvary podzemných vôd (metóda zhora nadol), analyzovať pozorované dopady

na podzemné vody a súvisiace receptory (metóda zdola nahor) a porovnať ich s prihliadnutím na rýchlosť šírenia sa kontaminantov v prostredí. Toto porovnanie ponúka náhľad na platnosť KM.

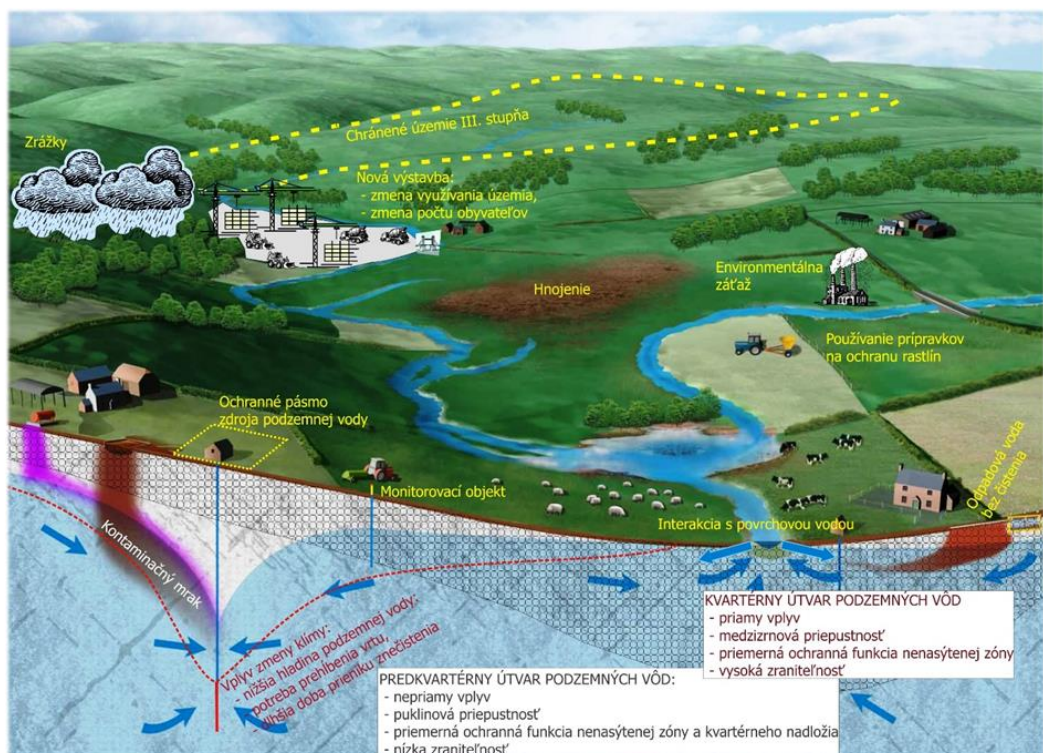
2.8.3. Použitie koncepčných modelov v SR pri implementácii RSV

V SR boli použité rôzne typy koncepčných modelov v rôznych fázach implementácie RSV. Koncepčný model pre stanovenie požadových a prahových hodnôt bol zostavený ako účelová zjednodušená schéma na základe prírodného a antropogénneho vstupu prvkov/zložiek do systému tvorby ich konečného zastúpenia v podzemnej vode, teda v stave jej prirodzeného alebo umelého výstupu na zemský povrch (Bodiš et al. 2008). Charakterizácia útvarov podzemných vôd je spracovaná v dokumente Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) s názvom „Charakterizácia útvarov podzemných vôd z hľadiska tvorby podzemných vôd, ich odvodňovania a smerov prúdenia podzemných vôd“ a v správe (Malík et al. 2013). Hydrogeologické koncepčné modely útvarov podzemných vôd, ktoré zahŕňali charakter priepustnosti, hydrogeochemické vlastnosti horninového prostredia obeh, zraniteľnosť podzemných vôd a generálny smer prúdenia podzemných vôd v útvare podzemných vôd, boli použité pri návrhu monitorovacích programov podzemných vôd Slovenska na roky 2010 - 2015 a roky 2016 - 2021 (MŽP SR 2009, MŽP SR 2015) a ich dodatkov pre jednotlivé roky 2011 - 2015 a 2017 - 2020 a pri hodnotení chemického stavu útvarov podzemných vôd v I. - III. cykle plánov manažmentu povodí (Bodiš et al. 2008, Bodiš et al. 2013, Bodiš et al. 2020). Koncepčné modely pre kvartérny a predkvartérny typ útvarov podzemných vôd, ktoré zahrňovali okrem hydrogeologických a hydrologických prvkov i využívanie krajiny a antropogénne vplyvy na podzemné vody, boli použité i pri vypracovaní rizikovej analýzy nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 v útvaroch podzemných vôd (Horvát a Patschová 2014). V uvedenom dokumente je znázornený trojrozmerný koncepčný model využitý pri hodnotení rizika pre kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd v SR (Obr. 2.4 a Obr. 2.5).

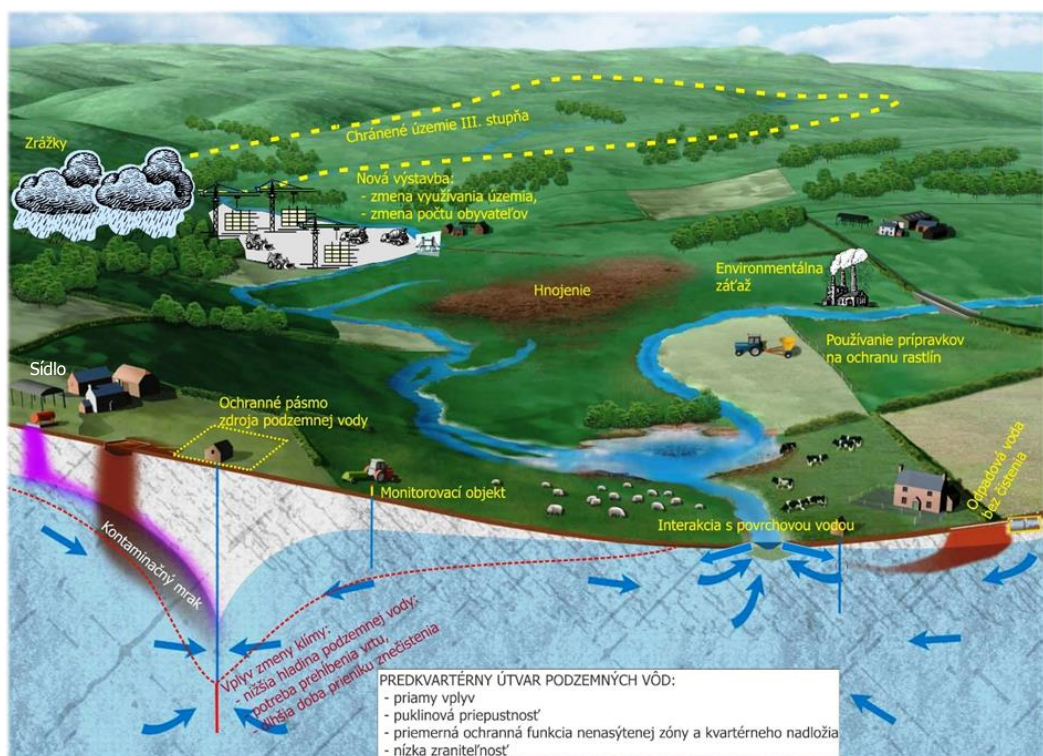
Hydrogeologický KM opisuje a kvantifikuje základné priestorové geologické a geomorfologické rozloženie zvodnenej vrstvy a nadložnej nenasýtenej zóny, hydrologické faktory (prúdenie a smer podzemných a povrchových vôd), hydrogeologické charakteristiky zvodnenej vrstvy (typ zvodnenej vrstvy, litológia, priepustnosť) a klimatické prvky (zrážky, evapotranspirácia). Komplexnejší KM uvažuje aj so vzájomnou interakciou procesov uskutočňovaných medzi jednotlivými hydrogeologickými a hydrologickými prvkami –

doplňovanie zo zrážok, dopĺňanie na hranici útvarov, interakcia povrchových a podzemných vôd, v ktorých prírodné faktory a vzťahy sú prepojené s identifikovanými jednotlivými antropogénnymi vplyvmi (používanie prípravkov na ochranu rastlín, hnojív, environmentálne záťaže a pod.) ovplyvňujúcimi chemický stav útvaru podzemných vôd ako aj príslušné možné receptory (povrchovú vodu, ekosystémy závislé na podzemných vodách, človek – podzemná voda ako zdroj pitnej vody).

V tejto správe boli pri aktualizácii hodnotenia rizika v útvaroch podzemných vôd použité koncepčné modely jednotlivých útvarov podzemných vôd. Podrobný popis ich hydrogeologickej charakterizácie spolu s ich zobrazením na mape dokumentuje Príloha – Koncepčné modely kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd. Na zostavenie koncepčného modelu bol využitý program geografického informačného systému (GIS, ArcMap 10.5) a boli použité mapové vrstvy, ktoré buď priamo vstupovali do hodnotenia rizika (napr. bodové a difúzne zdroje znečistenia) alebo nepriamo, t. j. údaje zo zobrazených monitorovacích objektov a využívaných vodárenských objektov boli využité pre účely hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd a hodnotenie trendov koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách. Informácie o použitých vstupných údajoch pri hodnotení rizika v útvarov podzemných vôd sú uvedené v kapitole 4. Zoznam použitých mapových vrstiev v koncepčných modeloch (vrátane informácie o zdroji) je uvedený v prílohe – Koncepčné modely kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd.



Obr. 2.4 Vizualizácia koncepčného modelu pre nadložné kvartérne ÚPzV a podložné predkvartérne ÚPzV (zdroj: Horvát a Patschová 2014, reprodukované so súhlasom z www.wfdvisual.com)



Obr. 2.5 Vizualizácia koncepčného modelu pre predkvartérne ÚPzV bez nadložnej kvartérnej vrstvy (zdroj: Horvát a Patschová 2014, reprodukované so súhlasom z www.wfdvisual.com)

3. Metodika na hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd

Táto kapitola bola prevzatá zo správy (Bubeníková et al. 2020b) a bola doplnená o informácie o environmentálnych cieľov RSV platných pre kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd a modifikácii metodiky analýzy rizika, ktorej výstupom je i identifikácia environmentálnych cieľov RSV, ktoré pravdepodobne nebudú dosiahnuté do roku 2027.

Hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd do roku 2027 vychádzalo z metodiky navrhutej a použitej v predchádzajúcom II. PMP (Horvát a Patschová 2014), ktorá bola v prípade niektorých faktorov mierne modifikovaná z dôvodu toho, že boli dostupné odlišné alebo nové vstupné informácie, napr. z hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd, vyhodnotenia trendov koncentrácií znečisťujúcich látok, zvrátenia trendov a pod. Boli zvážené všetky podstatné vplyvy a informácie o možnom riziku znečistenia podzemných vôd (hodnotenia, predpovede, vlastnosti hydrogeologického prostredia a možné zdroje znečistenia) v zmysle usmernenia CIS č. 26. Analýza rizika zahŕňala nasledovné faktory:

- predchádzajúce hodnotenie rizika v II. cykle PMP a aktuálne hodnotenie chemického stavu ÚPzV v III. cykle PMP,
- významné a trvalo vzostupné trendy (VTVzT) koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov,
- zraniteľnosť podzemných vôd,
- významné bodové zdroje znečistenia (environmentálne záťaže z Informačného systému environmentálnych záťaží (EZ z IS EZ) a zdroje znečistenia z databázy Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia (ZZ z IMZZ)),
- používanie účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín (POR) na poľnohospodárskej a lesnej pôde,
- používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde,
- odkanalizovanie sídiel,
- ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia (suchozemské ekosystémy),
- predpovedané zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny,
- interakciu podzemných vôd s povrchovými vodami (vodnými ekosystémami).

Každá z týchto relevantných kategórií v rámci analýzy rizika bola hodnotená bodmi na základe pridelenia skóre miery rizika s hodnotou od 0 (žiadne riziko) do 10 (najvyššie riziko) s presnosťou na 1 desatinné číslo. Jednotlivé faktory majú rôznu dôležitosť, ktorá bola zohľadnená váženými faktormi ako je uvedené v Tab. 3.1. Prepojením výsledkov hodnotenia všetkých faktorov vznikla veľmi podrobná 100-bodová stupnica (0,0;0,1; ..., 10,0). Hodnotenie rizika bolo spracované v 2 krokoch. V prvom kroku bolo pre každý z jednotlivých faktorov spracované základné hodnotenie rizika, ktoré identifikovalo 3 stupne rizika pre ÚPzV:

- **nízke riziko** v intervale 0,0 - 3,3,
- **stredné riziko** v intervale 3,4 - 6,6,
- **vysoké riziko** v intervale 6,7 - 10,0.

V druhom kroku boli ÚPzV na základe hodnotenia čiastkového rizika pre jednotlivé faktory a zohľadnením váhy jednotlivých faktorov (Tab. 3.1) klasifikované v súlade s požiadavkami RSV na útvary **bez rizika** (0,0 - 4,9 b) a útvary **v riziku** (5,0 - 10,0 b) nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027.

Tab. 3.1 Klasifikácia faktorov hodnotenia rizika a vážené faktory jednotlivých kategórií

Faktory hodnotenia rizika	Vážený faktor	Nízke riziko	Stredné riziko	Vysoké riziko
Predchádzajúce hodnotenia rizika a aktuálne hodnotenie chemického stavu ÚPzV	2	0,0 - 3,3	3,4 - 6,6	6,7 - 10,0
Trendy koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov	3			
Zraniteľnosť podzemných vôd	3			
Významné bodové zdroje znečistenia – EZ z IS EZ a ZZ z IMZZ	1,5			
Používanie prípravkov na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde	2			
Používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde	2			
Odkanalizovanie sídiel	2			
Ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia	0,5			
Zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny	0,25			
Interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami	0,25			

EZ – environmentálna záťaž z Informačného systému environmentálnych záťaží (IS EZ), ÚPzV – útvar podzemných vôd, ZZ – zdroj znečistenia z databázy Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia (IMZZ)

Uvedeným postupom bola spracovaná analýza rizika pre všetky kvartérne a predkvartérne ÚPzV, ktorých aktuálny zoznam je uvedený v nariadení vlády SR

č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd. Zoznam hodnotených útvarov podzemných vôd dokumentuje Tab. 3.2.

Na všetky kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd sa vzťahujú všetky 3 environmentálne ciele pre podzemné vody podľa čl. 4.1 RSV a vzťahujú sa pre ne nepriamo i environmentálne ciele pre chránené oblasti (podľa ich výskytu v danom ÚPzV), t. j. pre suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách, vodné ekosystémy asociované s útvarmi podzemných vôd, oblasti určené na odber pre ľudskú spotrebu (zabezpečenie súladu s čl. 7.3 RSV) a oblasti citlivé na živiny (zraniteľné oblasti). Podrobnejšie informácie o identifikácii útvarov podzemných vôd, od ktorých sú priamo závislé vodné ekosystémy (biotopy NATURA 2000 a útvary povrchových vôd) sú uvedené v správach (Hamar Zsideková et al. 2020, Chudoba a Patschová 2021) a informácie o suchozemských ekosystémov (biotopov európskeho významu) závislých na podzemných vodách (SEzPzV) sú uvedené v správe (Chriaštel' a Kandrik 2020). Čl. 7.3 RSV sa týka všetkých útvarov podzemných vôd využívaných na odber vody určenej na ľudskú spotrebu, ktoré poskytujú v priemere väčšie množstvo ako 10 m³ za deň alebo slúžia viac ako 50 osobám, a tie vodné útvary, pre ktoré sa uvažuje s využitím na tento účel. Zraniteľné oblasti sú vymedzené v súlade so smernicou Rady 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov, tzv. dusičnanová smernica a pravidelne prebieha ich revízia. Aktuálny zoznam zraniteľných oblastí je uvedený v nariadení vlády SR č. 174/2017 Z. z., ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti.

Vo všetkých ÚPzV vyhodnotených ako rizikových boli v ďalšom kroku identifikované, ktoré environmentálne ciele RSV pre podzemné vody a/alebo chránené oblasti (súvisiace s podzemnými vodami) nebudú pravdepodobne dosiahnuté do roku 2027. Riziko pre jednotlivé environmentálne ciele bolo vyhodnotené nasledovne:

- environmentálny cieľ č. 1 – zabrániť alebo obmedziť vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a zabrániť zhoršeniu stavu útvaru podzemnej vody – riziko pre tento environmentálny cieľ bolo identifikované v prípadoch, ak čiastkové hodnotenie rizika pre jednotlivé faktory (1. krok postupu) bolo vyhodnotené s vysokým rizikom (v intervale 6,7 - 10,0) alebo stredným rizikom (v intervale 3,4 - 6,6) pre faktory, ako sú významné bodové zdroje znečistenia (EZ z IS EZ a ZZ z IMZZ), používanie účinných látok (pesticídov) v POR a priemyselných hnojív na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde a nedostatočne odkanalizované sídla,

- environmentálny cieľ č. 2 – ochrániť, zlepšiť a obnovovať všetky útvary podzemných vôd za účelom dosiahnutia dobrého chemického stavu – riziko pre tento environmentálny cieľ bolo identifikované v prípade, ak čiastkové hodnotenie rizika pre faktor posudzujúci aktuálne hodnotenie chemického stavu ÚPzV bolo vyhodnotené s vysokým alebo stredným rizikom.
- environmentálny cieľ č. 3 – zvrátiť akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody – riziko pre tento environmentálny cieľ bolo identifikované v prípade, ak čiastkové hodnotenie rizika bolo vyhodnotené s vysokým alebo stredným rizikom pre faktor hodnotiaci VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov,
- environmentálny cieľ č. 4 – dosiahnuť ciele pre chránené oblasti:
 - vodné ekosystémy asociované s útvarmi podzemných vôd – riziko pre tento environmentálny cieľ bolo identifikované v prípade, ak ÚPzV bol klasifikovaný v zlom chemickom stave na základe testu hodnotiacom zhoršenie chemického a ekologického stavu súvisiacich útvarov povrchových vôd v dôsledku prieniku znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd (Hamar Zsideková et al. 2020),
 - oblasti určené na odber pre ľudskú spotrebu – riziko pre tento environmentálny cieľ bolo identifikované v prípade, ak ÚPzV bol klasifikovaný v zlom chemickom stave alebo v riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu na základe testu ochranných pásiem vodárenských zdrojov/chránených vodohospodárskych oblastí, resp. testu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu (Kučerová et al. 2020a),
 - oblasti citlivé na živiny, t.j. zraniteľné oblasti – riziko pre tento environmentálny cieľ bolo identifikované na základe prognózy¹ budúceho vývoja kvality podzemných vôd z hľadiska obsahu dusičnanov vypracovanej v rámci správy o implementácii smernice Rady 91/676/EHS (MŽP SR, MPRV SR 2020) v prípade, ak v ÚPzV sa nachádzali monitorovacie objekty, v ktorých priemerné koncentrácie dusičnanov v období 2016 - 2019

¹ Hodnotenie vychádza z predpokladu, že sa koncentrácie dusičnanov v jednotlivých monitorovacích objektoch budú vyvíjať v zhode s dlhodobým historickým vývojom, pričom sa nezohľadňujú pozitívne účinky programov hospodárenia vo vyhlásených zraniteľných oblastiach, ktoré sa prejavujú lepším reálne nameraným výsledkom oproti predikovanému a to najmä v dlhodobom horizonte.

prekračovali limitnú hodnotu 50 mg.l⁻¹ a boli zaradené do tried oneskorenia zlepšenia stavu vôd kategórie III (9 - 15 rokov) a kategórie IV (> 15 rokov).

Riziko nedosiahnutia environmentálneho cieľa pre SEzPzV nebolo vyhodnotené z dôvodu nedostatku informácií.

V prípade, že útvary podzemných vôd bol vyhodnotený v riziku nedosiahnutia environmentálneho cieľa č. 2 – dosiahnuť dobrý chemický stav, tak znečisťujúca látka spôsobujúca zlý chemický stav bola identifikovaná i ako látka prispievajúca k riziku ÚPzV.

Tab. 3.2 Útvary podzemných vôd v kvartérnych náplavoch a predkvartérnych horninách v SR (zdroj: nariadenie vlády SR č. 282/2010 Z. z.)

Kód útvaru	Názov útvaru	Čiastkové povodie	Plocha [km ²]
KVARTÉRNE ÚTVARY PODZEMNÝCH VÔD			
SK1000100P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy	Morava	830,11
SK1000200P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy	Dunaj	518,75
SK1000300P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy	Váh	1668,11
SK1000400P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov	Váh	1943,02
SK1000500P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov	Váh	1069,30
SK1000600P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy	Dunaj	514,54
SK1000700P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov	Hron	723,77
SK1000800P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipľa a jeho prítokov	Ipeľ	198,07
SK1000900P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov	Slaná	111,44
SK1001000P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Dunajca a Popradu a ich prítokov	Dunajec a Poprad	420,76
SK1001100P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Slanej a jej prítokov	Slaná	140,24
SK1001200P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornádu, Bodvy a ich prítokov	Hornád	934,30
SK1001300P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov	Bodrog	35,94
SK1001400P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Ondavy a jej prítokov	Bodrog	34,43
SK1001500P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov	Bodrog	1470,87
SK1001600P	Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Laborca a jeho prítokov	Bodrog	33,15
PREDKVARTÉRNE ÚTVARY PODZEMNÝCH VÔD			
SK200010FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských a	Morava	179,06

Kód útvaru	Názov útvaru	Čiastkové povodie	Plocha [km ²]
	Devínskych Karpát čiastkového povodia Moravy a Dunaja		
SK2000200P	Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy	Morava	1484,73
SK200030FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu	Váh	222,03
SK2000400P	Medzizrnové podzemné vody východnej časti Viedenskej panvy	Morava	260,92
SK2000500P	Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy	Dunaj	1043,04
SK200060KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských a Brezovských Karpát čiastkového povodia Moravy	Morava	139,15
SK2000700F	Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma	Morava	253,85
SK200080KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských, Brezovských a Čachtických Karpát čiastkového povodia Váhu	Váh	311,85
SK2000900F	Puklinové podzemné vody Myjavskej pahorkatiny	Váh	127,10
SK2001000P	Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov	Váh	6248,37
SK200110KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca	Váh	193,64
SK200120FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Považského Inovca	Váh	402,08
SK2001300P	Medzizrnové podzemné vody Bánovskej kotliny	Váh	548,08
SK200140KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry	Váh	1125,99
SK200150FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tribeča	Váh	579,29
SK200160FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Strážovských vrchov	Váh	278,95
SK200170FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov a terciérnych náplavov Hornonitrianskej kotliny	Váh	335,53
SK2001800F	Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny	Váh	4451,71
SK200190FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody pohoria Žiar	Váh	77,87
SK200200FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov pohoria Vtáčnik a Kremnických vrchov	Váh	179,10
SK2002100P	Medzizrnové podzemné vody Turčianskej kotliny	Váh	438,59
SK200220FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody severnej časti stredoslovenských neovulkanitov	Hron	2676,94
SK2002300P	Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipeľskej kotliny	Hron	2000,44
SK200240FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Malej Fatry	Váh	406,53
SK200250KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry	Hron	168,29
SK200260FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody južnej časti stredoslovenských neovulkanitov	Ipeľ	1439,63
SK200270KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Veľkej Fatry, Chočských vrchov a Západných Tatier	Váh	1006,51
SK200280FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria	Hron	3508,82
SK200290FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody južných svahov Nízkych Tatier	Hron	170,56
SK200300FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severozápadu Nízkych Tatier	Váh	295,37
SK2003100P	Medzizrnové podzemné vody Lučeneckej kotliny a západnej časti Cerovej vrchoviny	Ipeľ	564,50

Kód útvaru	Názov útvaru	Čiastkové povodie	Plocha [km ²]
SK2003200P	Medzizrnové podzemné vody Oravskej kotliny	Váh	118,91
SK2003300F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a Liptovskej kotliny	Váh	586,61
SK200340KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severu Nízkych Tatier	Váh	229,15
SK200350FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tatier čiastkového povodia Váhu	Váh	216,81
SK200360FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severovýchodu Nízkych Tatier	Váh	278,23
SK2003700P	Medzizrnové podzemné vody Rimavskej kotliny, Oždianskej pahorkatiny a východnej časti Cerovej vrchoviny	Slaná	810,99
SK200380FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Pokoradzskej tabule	Slaná	61,05
SK200390KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Muránskej planiny	Slaná	330,51
SK2004000P	Medzizrnové podzemné vody Valickej pahorkatiny	Slaná	163,83
SK200410KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier	Váh	80,49
SK200420FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Kozích chrbtov	Dunajec a Poprad	72,42
SK2004300F	Puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Kozích chrbtov	Hornád	109,82
SK200440KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Tatier čiastkového povodia Dunajca a Popradu	Dunajec a Poprad	191,24
SK2004500P	Medzizrnové podzemné vody Gemerskej pahorkatiny	Slaná	126,39
SK200460KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu	Hornád	389,65
SK2004700F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu	Dunajec a Poprad	1707,20
SK200480KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského krasu	Slaná	598,08
SK2004900F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Hornádu	Hornád	1648,16
SK200500FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského Rudohoria	Hornád	1040,70
SK200510KF	Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Braniska a Čiernej hory	Hornád	384,21
SK2005200P	Medzizrnové podzemné vody Abovskej pahorkatiny	Bodva	73,78
SK2005300P	Medzizrnové podzemné vody Košickej kotliny	Hornád	1124,02
SK200540FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov čiastkového povodia Hornádu	Hornád	310,56
SK200550FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov čiastkového povodia Bodrogu	Bodrog	344,03
SK200560FK	Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody zemplanika	Bodrog	98,97
SK2005700F	Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Bodrogu	Bodrog	4106,79
SK2005800P	Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy	Bodrog	2299,05
SK200590FP	Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Vihorlatu	Bodrog	456,00

Analýza rizika pre jednotlivé faktory ako i súhrn je spracovaný v nasledujúcich podkapitolách.

4. Analýza rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027

Táto kapitola bola prevzatá zo správy (Bubeníková et al. 2020b) s tým rozdielom, že v nej boli aktualizované informácie v podkapitole 4.7 (Odkanalizovanie sídiel), podkapitole 4.10 (Interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami) a podkapitole 4.11 (Výsledné hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027). Metodika analýzy rizika bola doplnená a jej výstupom je nielen, ktorý útvar podzemných vôd je v riziku, ale i ktorý z environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody nebude pravdepodobne splnený do roku 2027.

4.1. Predchádzajúce hodnotenia rizika a aktuálne hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd

4.1.1. Popis problematiky a legislatíva

Usmernenie CIS č. 26 odporúča zahrnúť do hodnotenia rizika ohrozenia podzemných vôd predchádzajúce hodnotenie rizika a chemického stavu útvarov podzemných vôd.

Dobrý chemický stav útvaru podzemnej vody podľa definície RSV spĺňa všetky podmienky ustanovené v tabuľke 2.3.2 prílohy V. Dobrý chemický stav podzemnej vody je v prípade, ak koncentrácie znečisťujúcich látok:

- nevykazujú žiadne vplyvy prieniku slanej vody alebo iných prienikov,
- nepresahujú normy kvality platné podľa smernice EP a Rady 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,
- zmeny vodivosti nenaznačujú prienik slanej vody alebo iných prienikov do útvaru podzemnej vody.

Kritéria pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd sú uvedené v smernici EP a Rady 2006/118/ES, konkr. v prílohe I sú uvedené normy kvality pre dusičnany a pesticídy,

vrátane ich metabolitov a produktov rozkladu (norma kvality pre jednotlivé pesticídy a ich súčet) a ďalej sú to prahové hodnoty, ktoré je potrebné odvodiť pre znečisťujúce látky alebo ukazovatele znečistenia, pričom minimálny zoznam látok a parametrov je uvedený v prílohe II časti B smernice EP a Rady 2006/118/ES (doplnené smernicou 2014/80/EÚ, ktorou sa mení príloha II k smernici Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality).

SR má stanovené pre znečisťujúce látky, resp. ukazovatele znečistenia prahové hodnoty, ktoré sú uvedené v nariadení vlády SR č. 282/2010 Z. z. Novelizácia nariadenia sa uskutočnila v roku 2019, v rámci ktorej sa menili prahové hodnoty pre anorganické látky platné v jednotlivých kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemných vôd, konkr. boli aktualizované prahové hodnoty pre kadmium, meď a chloridy, opravené a doplnené chýbajúce prahové hodnoty pre určité znečisťujúce látky a doplnené prahové hodnoty pre dusitany a fosforečnany (požiadavka smernice 2014/80/EÚ). Ďalej boli zmenené prahové hodnoty pre organické znečisťujúce látky, ktoré platia pre všetky útvary podzemných vôd. Podrobne je problematika aktualizácie prahových hodnôt uvedená v záverečnej správe (Bubeníková at al. 2020a).

Postup hodnotenia chemického stavu podzemných vôd je uvedený v čl. 4 smernice EP a Rady 2006/118/ES, konkr. podľa ods. 2b a 2c chemický stav útvaru podzemných vôd sa považuje za dobrý, ak nie sú prekročené hodnoty noriem kvality podzemných vôd a prahové hodnoty v žiadnom z monitorovacích bodov (porovnáva sa ročný aritmetický priemer obsahov znečisťujúcej látky) v dotknutom útvare podzemných vôd, alebo ak sú prekročené v jednom alebo vo viacerých monitorovacích bodoch, ale príslušné preskúmanie v súlade s prílohou III smernice EP a Rady 2006/118/ES potvrdí, že:

- prekračujúce obsahy znečisťujúcich látok nepredstavujú významné riziko pre životné prostredie,
- sú splnené ostatné podmienky dobrého chemického stavu ustanovené v prílohe v tabuľke 2.3.2 RSV,
- pre útvary podzemných vôd, z ktorých je voda využívaná na odber pitnej vody, sú splnené požiadavky čl. 7.3 RSV, t. j. zabezpečiť nevyhnutnú ochranu vyčlenených vodných útvarov s cieľom vylúčiť zhoršenie ich kvality, a aby sa znížila miera úpravy potrebná pre výrobu pitnej vody,
- znečistenie výrazne neznížilo využiteľnosť útvaru podzemných vôd pre ľudskú spotrebu.

V SR v rámci implementácie RSV a smernice EP a Rady 2006/118/ES, ako preberaných právne záväzných aktov Európskej únie (EÚ), sú postup a podmienky hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd dané zákonom č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (vodný zákon), konkr. v § 4c ods. 8 - 18 a v § 81 ods. 1i a 1j a ods. 2b.

Požiadavky a odporúčené postupy hodnotenia stavu útvarov podzemných vôd na základe požiadaviek RSV sú uvedené i v usmernení CIS č. 18 (Hodnotenie stavu podzemných vôd a hodnotenie trendov). Hodnotenie chemického stavu ÚPzV sa odporúča uskutočniť na základe 5 testov, z ktorých sú pre SR relevantné prvé štyri testy:

1. všeobecný test hodnotenia kvality (General quality assessment test – GQA test),
2. test zhoršenia chemického a ekologického stavu súvisiacich útvarov povrchových vôd v dôsledku prieniku znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd – nazvaný skrátené ako test Povrchová voda,
3. test zhoršenia stavu suchozemských ekosystémov závislých na podzemných vodách (SEzPzV) v dôsledku prieniku znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd – nazvaný skrátené ako test SEzPzV,
4. test ochranných pásiem vodárenských zdrojov/chránených vodohospodárskych oblastí, resp. test kvality vody určenej na ľudskú spotrebu – nazvaný skrátené ako test Pitná voda,
5. 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 podzemných vôd je klasifikovaný v zlom chemickom stave.

V predchádzajúcich 2 cykloch PMP, SR hodnotenie chemického stavu ÚPzV uskutočnila podľa jedného testu, konkr. všeobecného testu hodnotenia kvality (GQA testu) (MŽP SR 2009, MŽP SR 2015). V rámci III. cyklu PMP bolo hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd uskutočnené na základe 3 testov, konkr. GQA testu (Bodiš et al. 2020), testu Povrchová voda (Hamar Zsideková et al. 2020) a testu Pitná voda (Kučerová et al. 2020a). Prahové hodnoty z nariadenia vlády SR č. 282/2010 Z. z. boli použité ako kritérium pri hodnotení chemického stavu ÚPzV na základe všeobecného testu hodnotenia kvality (GQA testu) a testu Pitná voda, pre ktorý boli odvodené prahové hodnoty pre ukazovatele, ktorých prahové hodnoty nie sú uvedené v nariadení vlády SR č. 282/2010 Z. z., ako 75 % z limitnej hodnoty (resp. pre niektoré menej relevantné ukazovatele rovné

limitnej hodnote), konkr. štandardu pre pitnú vodu z vyhlášky Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky (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, vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) č. 636/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody a na sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch alebo nariadení vlády SR č. 496/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. Prahové hodnoty pre test Povrchová voda boli odvodené zohľadnením limitov pre hodnotenie ekologického a chemického stavu útvarov povrchových vôd (ÚPoV). V prípade prioritných látok a niektorých ďalších znečisťujúcich látok a skupiny látok je to environmentálna norma kvality (ENK) podľa smernice EP a Rady 2013/39/EÚ, ktorou sa menia smernice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokiaľ ide o prioritné látky v oblasti vodnej politiky, resp. z nariadenia vlády SR č. 167/2015 Z. z. o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky. Pre syntetické a nesyntetické špecifické látky relevantné pre Slovensko je to ENK z nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd a pre fyzikálno-chemické prvky kvality (dusičnany, amónne ióny a fosforečnany) z limitných hodnôt pre určenie ekologického stavu ÚPoV a hraničných hodnôt pre určenie ekologického potenciálu ÚPoV uvedených v nariadení vlády SR č. 269/2010 Z. z. podľa jednotlivých typov útvarov povrchových vôd.

4.1.2. Metodika

Útvary podzemných vôd v riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu v predchádzajúcom (II.) cykle PMP boli hodnotené 2 b a útvary podzemných vôd bez rizika 0 b. Ďalšie hodnotenie bolo založené na analýze počtu prekročených ukazovateľov chemického stavu útvarov podzemných vôd. Za každý prekročený ukazovateľ boli udelené 3 b a za každý test klasifikujúci ÚPzV do zlého chemického stavu 1 b. Na rozdiel od metodiky použitej pri analýze rizika v predchádzajúcom (II.) cykle PMP (Horvát a Patschová 2014) boli namiesto predchádzajúceho hodnotenia chemického stavu použité výsledky aktuálneho hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd, a to z dôvodu toho, že v III. cykle PMP bolo hodnotenie chemického stavu ÚPzV uskutočnené na základe 3 testov a nie iba jedného testu (GQA) ako v predchádzajúcich cykloch PMP (MŽP SR 2009,

MŽP SR 2015), a preto je hodnotenie rizika na základe tohto faktora spoľahlivejšie (zaťažené menšou mierou neistoty).

Bodovanie na základe predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu ÚPzV je uvedené v Tab. 4.1. Výsledná hodnota bodov bola potom premietnutá do škály od 0 do 10 (Tab. 4.2).

Tab. 4.1 Bodovanie na základe predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu ÚPzV

Predchádzajúce hodnotenie rizika (max. 2 b)		Aktuálne hodnotenie chem. stavu (max. 8 b)	
V riziku	2 b	Za každý prekročený ukazovateľ	3 b
Bez rizika	0 b	Za každý test s hodnotením zlého stavu	1 b

Tab. 4.2 Klasifikácia rizika na základe predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu ÚPzV

Hodnotenie rizika a chem. stavu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.1.3. Výsledky a diskusia

Analýza rizika sa opiera o výsledky predchádzajúceho hodnotenia rizika v roku 2014 (Horvát a Patschová 2014, MŽP SR 2015) a aktuálneho hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd na základe 3 relevantných testov pre SR (Bodiš et al. 2020, Hamar Zsideková et al. 2020, Kučerová et al. 2020a) s uvedenými prekročenými ukazovateľmi vo vzťahu k norme kvality pre podzemné vody alebo prahovým hodnotám a informáciou, na základe ktorého testu bol útvar podzemných vôd zaradený do zlého chemického stavu. Celkovo bolo klasifikovaných 13 útvarov podzemných vôd v zlom chemickom stave, z toho 8 kvartérnych ÚPzV a 5 predkvartérnych ÚPzV. Výsledky vstupujúce do analýzy rizika ako i výsledné bodovanie sumarizuje Tab. 4.3.

Vysoké alebo stredné riziko najmä na základe prekročených ukazovateľov chemického stavu z kvartérnych útvarov podzemných vôd dosiahli: **SK1000700P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov (6 ukazovateľov, GQA test, test Povrchová voda, **10,0 b**), **SK1000400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov (5 ukazovateľov, GQA test, test Povrchová voda, **10,0 b**), **SK1000100P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy (3 ukazovatele, GQA test, **10,0 b**), **SK1000600P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy (3 ukazovatele, GQA test, **10,0 b**),

SK1000800P – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipľa a jeho prítokov (3 ukazovatele, GQA test, **10,0 b**), **SK1000900P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov (3 ukazovatele, GQA test, **10,0 b**), **SK1001500P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov (2 ukazovatele, GQA test, **7,0 b**) a **SK1001200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornádu, Bodvy a ich prítokov (1 ukazovateľ, GQA test, **6,0 b**).

Predkvartérne útvary podzemných vôd boli klasifikované v zlom chemickom stave v dôsledku prekročenia 1 ukazovateľa (dusičnanov alebo amónnych iónov). S vysokým rizikom bol klasifikovaný ÚPzV **SK2001000P** – Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (1 ukazovateľ, GQA test, test Povrchová voda, **7,0 b**) a so stredným rizikom ÚPzV: **SK2000200P** – Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy (1 ukazovateľ, GQA test, test Povrchová voda, test Pitná voda, **6,0 b**), **SK2002300P** – Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipeľskej kotliny (1 ukazovateľ, GQA test, test Povrchová voda, **5,0 b**), **SK2001300P** – Medzizrnové podzemné vody Bánovskej kotliny (1 ukazovateľ, GQA test, **4,0 b**) a **SK2003700P** – Medzizrnové podzemné vody Rimavskej kotliny, Oždianskej pahorkatiny a východnej časti Cerovej vrchoviny (1 ukazovateľ, GQA test, **4,0 b**).

Všetky uvedené útvary podzemných vôd s vysokým alebo stredným rizikom majú medzizrnovú priepustnosť kolektora.

Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 na základe predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu je zobrazená na Obr. 4.1 v jednotlivých kvartérnych ÚPzV a na Obr. 4.2 v predkvartérnych ÚPzV.

Tab. 4.3 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu

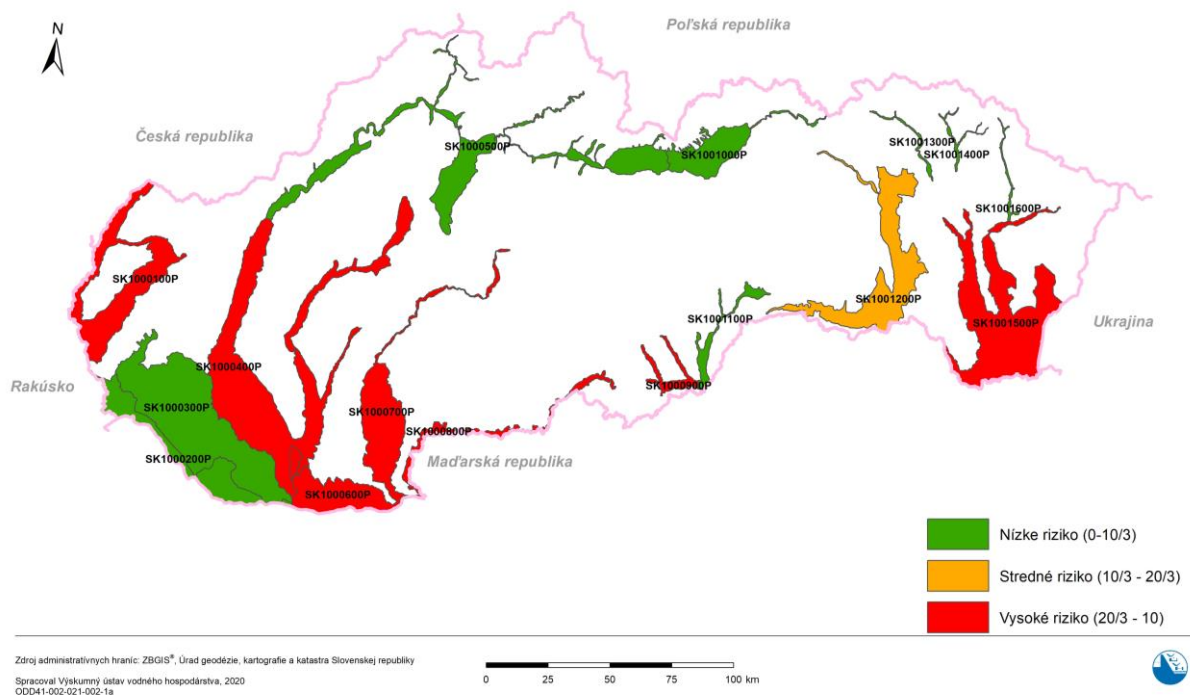
Útvar podzemných vôd	Riziko (v 2014)	Prekročené ukazovatele chemického stavu (príslušný test)	Počet ukazov.	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Riziko (v 2014)	Prekročené ukazovatele chemického stavu (príslušný test)	Počet ukazov.	Bodovanie
SK1000100P	0	NH ₄ ⁺ (1), PO ₄ ³⁻ (1), SO ₄ ²⁻ (1)	3	10,0	SK2002300P	0	NO ₃ ⁻ (1,2)	1	5,0
SK1000200P	2		0	2,0	SK200240FK	0		0	0,0
SK1000300P	0		0	0,0	SK200250KF	0		0	0,0

Útvar podzemných vôd	Riziko (v 2014)	Prekročené ukazovatele chemického stavu (príslušný test)	Počet ukazov.	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Riziko (v 2014)	Prekročené ukazovatele chemického stavu (príslušný test)	Počet ukazov.	Bodovanie
SK1000400P	2	NO ₃ ⁻ (2), NH ₄ ⁺ (1), PO ₄ ³⁻ (1), SO ₄ ²⁻ (1), TOC (1)	5	10,0	SK200260FP	0		0	0,0
SK1000500P	0		0	0,0	SK200270KF	0		0	0,0
SK1000600P	2	NO ₃ ⁻ (1), SO ₄ ²⁻ (1), TOC (1)	3	10,0	SK200280FK	0		0	0,0
SK1000700P	2	NO ₃ ⁻ (1,2), Cl ⁻ (1), SO ₄ ²⁻ (1), PO ₄ ³⁻ (1), As ³⁺ (1), TOC (1)	6	10,0	SK200290FK	0		0	0,0
SK1000800P	0	NO ₃ ⁻ (1), SO ₄ ²⁻ (1), PO ₄ ³⁻ (1)	3	10,0	SK200300FK	0		0	0,0
SK1000900P	2	PO ₄ ³⁻ (1), SO ₄ ²⁻ (1), TOC (1)	3	10,0	SK2003100P	0		0	0,0
SK1001000P	0		0	0,0	SK2003200P	0		0	0,0
SK1001100P	2		0	2,0	SK2003300F	0		0	0,0
SK1001200P	2	pesticídy* (1)	1	6,0	SK200340KF	0		0	0,0
SK1001300P	0		0	0,0	SK200350FK	0		0	0,0
SK1001400P	0		0	0,0	SK200360FK	0		0	0,0
SK1001500P	0	NH ₄ ⁺ (1), PO ₄ ³⁻ (1)	2	7,0	SK2003700P	0	NH ₄ ⁺ (1)	1	4,0
SK1001600P	0		0	0,0	SK200380FP	0		0	0,0
SK200010FK	0		0	0,0	SK200390KF	0		0	0,0
SK2000200P	0	NH ₄ ⁺ (1,2,3)	1	6,0	SK2004000P	0		0	0,0
SK200030FK	0		0	0,0	SK200410KF	0		0	0,0
SK2000400P	0		0	0,0	SK200420FK	0		0	0,0
SK2000500P	0		0	0,0	SK2004300F	0		0	0,0
SK200060KF	0		0	0,0	SK200440KF	0		0	0,0
SK2000700F	0		0	0,0	SK2004500P	0		0	0,0
SK200080KF	0		0	0,0	SK200460KF	0		0	0,0
SK2000900F	0		0	0,0	SK2004700F	0		0	0,0
SK2001000P	2	NO ₃ ⁻ (1,2)	1	7,0	SK200480KF	0		0	0,0
SK200110KF	0		0	0,0	SK2004900F	0		0	0,0
SK200120FK	0		0	0,0	SK200500FK	0		0	0,0
SK2001300P	0	NH ₄ ⁺ (1)	1	4,0	SK200510KF	0		0	0,0
SK200140KF	0		0	0,0	SK2005200P	0		0	0,0
SK200150FK	0		0	0,0	SK2005300P	0		0	0,0
SK200160FK	0		0	0,0	SK200540FP	0		0	0,0
SK200170FP	0		0	0,0	SK200550FP	0		0	0,0
SK2001800F	0		0	0,0	SK200560FK	0		0	0,0
SK200190FK	0		0	0,0	SK2005700F	0		0	0,0
SK200200FP	0		0	0,0	SK2005800P	0		0	0,0
SK2002100P	0		0	0,0	SK200590FP	0		0	0,0
SK200220FP	0		0	0,0					

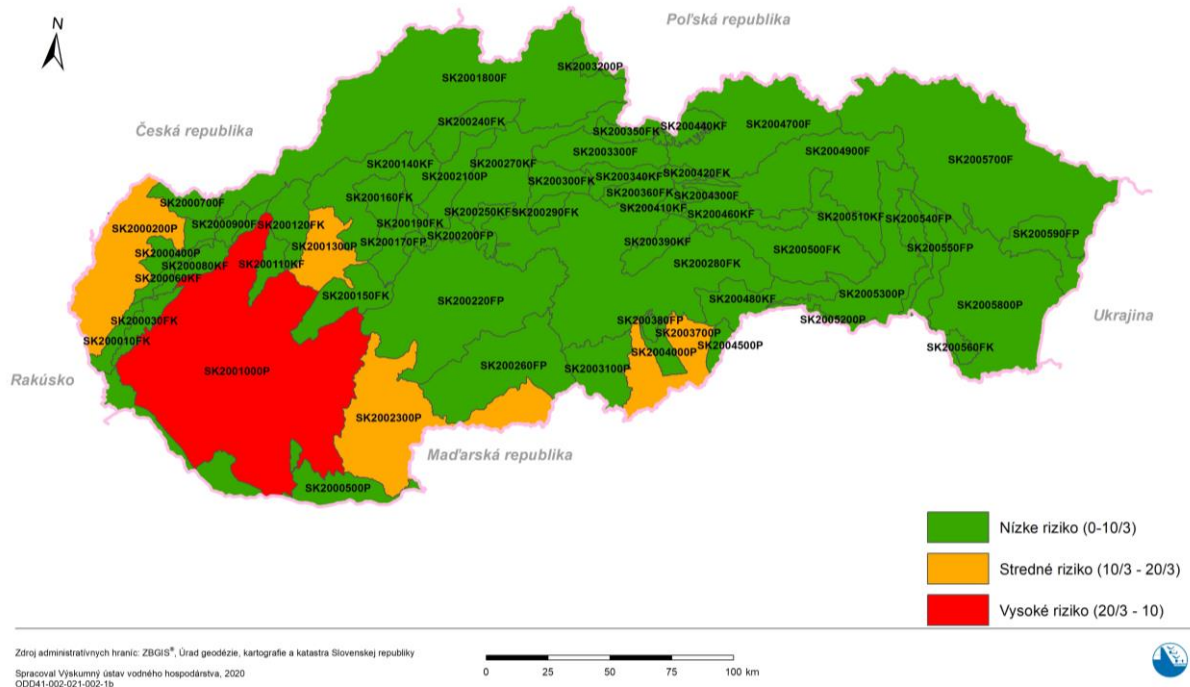
1 – všeobecný test hodnotenia kvality (GQA test), 2 – test Povrchová voda, 3 – test Pitná voda

* – suma pesticídov (atrazín, desetylatrazín, metazachlór, alachlór ESA)

TOC – celkový organický uhlík, ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.1 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu



Obr. 4.2 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska predchádzajúceho hodnotenia rizika a aktuálneho hodnotenia chemického stavu

4.2. Významné a trvalo vzostupné trendy koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov

4.2.1. Popis problematiky a legislatíva

RSV a smernica EP a Rady 2006/118/ES vyžadujú okrem požiadaviek na dosiahnutie dobrého stavu identifikovať a zvrátiť akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend (VTVzT) koncentrácie akejkoľvek znečisťujúcej látky v podzemnej vode, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou. V čl. 5.1 smernice EP a Rady 2006/118/ES je uvedené, že členské štáty identifikujú akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend obsahu znečisťujúcich látok, skupín znečisťujúcich látok alebo indikátorov znečistenia zistených v útvaroch podzemných vôd alebo skupinách útvarov podzemných vôd, ktoré sú charakterizované ako rizikové v súlade s prílohou II k smernici 2000/60/ES, a definujú počiatočný bod zvrátenia tohto trendu v súlade s prílohou IV. Podľa čl. 4.2 a v súlade s prílohou IV časťou B smernice EP a Rady 2006/118/ES, členské štáty zvrátia trendy, ktoré predstavujú významné riziko poškodenia kvality vodných alebo suchozemských ekosystémov, ľudského zdravia alebo skutočného alebo potencionálneho zákonného využitia vodného prostredia, prostredníctvom programu opatrení uvedených v čl. 11 smernice 2000/60/ES s cieľom postupne znižovať znečistenie a zabrániť zhoršeniu kvality podzemných vôd. Podľa čl. 5.3 smernice EP a Rady 2006/118/ES, členské štáty definujú počiatočný bod zvrátenia trendu ako percentuálny podiel úrovne noriem kvality podzemných vôd a prahových hodnôt na základe identifikovaného trendu a s ním spojeného rizika pre životné prostredie. V prílohe IV časti B bode 1 je uvedené, že počiatočný bod pre vykonávanie opatrení na zvrátenie významných a trvalo vzostupných trendov nastane, keď obsah znečisťujúcej látky dosiahne 75 % parametrických hodnôt noriem kvality podzemných vôd ustanovených v prílohe I a prahových hodnôt ustanovených členskými štátmi. Určenie iného počiatočného bodu je možné v prípadoch uvedených v prílohe IV časti B bode 1a-c smernice EP a Rady 2006/118/ES. Zvrátenie trendu nastáva, ak je možné štatistickými metódami z časového radu preukázateľne identifikovať, že za významným vzostupným trendom nasleduje významný zostupný trend.

V SR v rámci implementácie RSV a smernice EP a Rady 2006/118/ES, ako preberaných právne záväzných aktov EÚ, sú postup a kritéria pre identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov a definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov uvedené v zákone č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (vodný zákon), konkr. v § 4c ods. 19 - 23 a v § 81 ods. 2m a vo vyhláske MŽP SR č. 73/2011 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti

o stanovení významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a o postupoch na ich zvrátenie.

Metodika a postupy hodnotenia trendov a zvrátenia trendov sú uvedené podrobne v usmernení CIS č. 18 (Hodnotenie stavu podzemných vôd a hodnotenie trendov) a technickej správe o hodnotení trendov kvality podzemných vôd a zvrátenia trendov, ktorú pripravila skupina dobrovoľníkov v rámci CIS pracovnej skupiny pre podzemnú vodu (CIS Working Group Groundwater) (Anonym 2019).

Pre účel implementácie RSV bolo v predchádzajúcom (II.) PMP spracované na národnej úrovni bodové hodnotenie trendov kvality podzemných vôd z údajov monitorovania vo všetkých objektoch štátnej hydrologickej siete Štátneho hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) na sledovanie kvalitatívnych parametrov podzemných vôd za roky 2000 - 2011 (Bodiš et al. 2013, MŽP SR 2015). Boli vyhodnotené trendy sledovaných ukazovateľov kvality podzemných vôd a ich možného zvrátenia samostatne pre každý objekt. V rámci prípravy III. cyklu PMP bolo spracované aktualizované vyhodnotenie trendov kvality podzemných vôd za roky 2007 - 2016 v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemných vôd SR, ktoré je uvedené v správe (Chriaštel' et al. 2020). Pre účely hodnotenia trendov boli vyhodnotené výsledky monitorovania kvalitatívnych parametrov v objektoch štátnej hydrologickej siete podzemných vôd SHMÚ a výsledky monitorovania dusíkatých látok (dusičnanov, dusitanov a amónnych iónov) v účelovej monitorovacej sieti Výskumného ústavu vodného hospodárstva (VÚVH) v zraniteľných oblastiach (monitorovacie objekty VÚVH a vybrané objekty štátnej hydrologickej siete SHMÚ na zisťovanie kvantitatívnych ukazovateľov podzemných vôd). Správa obsahuje informácie o príprave a cenzurovaní vstupných údajov, agregácii vstupných údajov na úrovni monitorovacích miest a na úrovni útvarov podzemných vôd, vyhodnotení prítomnosti štatisticky významných trendov pre ukazovatele kvality vôd na úrovni monitorovacích miest a útvarov podzemných vôd, klasifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov (VTVzT) a identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov v jednotlivých monitorovacích miestach ako i na úrovni útvarov podzemných vôd. Správa zahŕňa i vyhodnotenie zvrátenia trendov identifikovaných ako významné a trvalo vzostupné trendy v monitorovacích objektoch v predchádzajúcom hodnotení trendov (Bodiš et al. 2013).

4.2.2. Metodika

Pre analýzu rizika z hľadiska existencie významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách boli použité výsledky už uvedeného

vyhodnotenia trendov kvality podzemných vôd za roky 2007 - 2016 v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemných vôd (Chriaštel' et al. 2020). Trendy znečisťujúcich látok v monitorovacích objektoch SHMÚ ako i VÚVH na úrovni monitorovacích miest sú zahrnuté do hodnotenia rizika podľa percentuálneho podielu objektov so zisteným VTVzT koncentrácie ukazovateľa (ukazovateľov) z celkového počtu objektov vstupujúcich do hodnotenia trendov pre daný ukazovateľ (ukazovatele) v jednotlivých ÚPzV (Tab. 4.4). Ďalšie hodnotenie bolo založené na analýze počtu identifikovaných významných a trvalo vzostupných trendov na úrovni útvarov podzemných vôd, pričom za každý identifikovaný VTVzT boli pridelené 2 b. Ďalšie hodnotenie bralo do úvahy nezvrátenie trendu, ktorý bol v predchádzajúcom cykle PMP identifikovaný ako VTVzT na úrovni monitorovacieho miesta (Bodiš et al. 2013). Za každé nezvrátenie trendu pre tie monitorovacie objekty, ktoré neboli vyhodnotené ako VTVzT na úrovni monitorovacieho objektu pri aktuálnom vyhodnotení trendu (Chriaštel' et al. 2020), bolo udelených 0,5 b.

Tab. 4.4 Klasifikácia rizika z hľadiska identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách

[%] VTVzT v MO	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	16,8	17,5	20,0	22,5	≥ 25,0
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

MO – monitorovací objekt, VTVzT – významný a trvalo vzostupný trend

4.2.3. Výsledky a diskusia

K vyhodnoteniu rizika boli použité výsledky vyhodnotenie trendov kvality podzemných vôd za roky 2007 - 2016 v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemných vôd SR (Chriaštel' et al. 2020). Informácie o počte hodnotených monitorovacích objektov (MO) a počte objektov a konkrétnych ukazovateľov so zisteným významným a trvalo vzostupným trendom koncentrácií na úrovni monitorovacích objektov ako i na úrovni ÚPzV a o počte monitorovacích objektov s nezvrátením VTVzT identifikovaných v prechádzajúcom cykle v jednotlivých ÚPzV sú uvedené v Tab. 4.5, v ktorej je uvedená i výsledná kvantifikácia rizika na základe hodnotenia VTVzT obsahu znečisťujúcich látok na kvalitu podzemných vôd a zvrátenia trendov v jednotlivých ÚPzV. Výsledky analýzy rizika sú zobrazené pre kvartérne ÚPzV na Obr. 4.3 a pre predkvartérne ÚPzV na Obr. 4.4.

Vysoké riziko pre podzemné vody bolo identifikované vo väčšine kvartérnych útvarov podzemných vôd. Najvyššie bodovanie (10,0 b) bolo zaznamenané v ÚPzV: **SK1000100P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy (39 % MO s VTVzT,

fosforečnany a celkový organický uhlík (TOC) s VTVzT na úrovni ÚPzV), **SK1000300P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy (18 % MO s VTVzT, fosforečnany s VTVzT na úrovni ÚPzV, 3 MO s nezvrátením VTVzT), **SK1000400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov (30 % MO s VTVzT, fosforečnany s VTVzT na úrovni ÚPzV, 2 MO s nezvrátením VTVzT), **SK1000700P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov (31 % MO s VTVzT, 1 MO s nezvrátením VTVzT), **SK1000900P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov (36 % MO s VTVzT) a **SK1001600P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Laborca a jeho prítokov (33 % MO s VTVzT).

V predkvartérnych útvaroch podzemných vôd najvyššie riziko pre podzemné vody (10,0 b) bolo vyhodnotené pre **SK200010FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských a Devínskych Karpát čiastkového povodia Moravy a Dunaja (33 % MO s VTVzT), **SK2000500P** – Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy (33 % MO s VTVzT), **SK2001000P** – Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (26 % MO s VTVzT, dusičnany s VTVzT na úrovni ÚPzV, 1 MO s nezvrátením VTVzT), **SK200110KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca (33 % MO s VTVzT), **SK200120FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Považského Inovca (33 % MO s VTVzT), **SK2004700F** – Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu (29 % MO s VTVzT, 1 MO s nezvrátením VTVzT), **SK200500FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského rudohoria (33 % MO s VTVzT) a **SK200550FP** – Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov čiastkového povodia Bodrogu (50 % MO s VTVzT).

V porovnaní s hodnotením analýzy rizika v roku 2014 (Horvát a Patschová 2014) bolo zaznamenané významné zhoršenie rizika pre mnohé ÚPzV. Je to spôsobené tým, že v tomto cykle PMP sa vyhodnocovali údaje nielen zo štátnej hydrologickej siete SHMÚ na sledovanie kvalitatívnych parametrov, ale i z účelovej monitorovacej siete VÚVH na sledovanie dusíkatých látok v zraniteľných oblastiach. K ďalším zmenám patrilo vyhodnotenie trendov pre nové ukazovatele ako dusitany, fosforečnany a celkový organický uhlík (TOC), do hodnotenia rizika bolo zobrať vyhodnotenie VTVzT na úrovni útvaru podzemných vôd a nezvrátenie trendov v monitorovacích objektoch vyhodnotených s VTVzT

v predchádzajúcom cykle, pre ktoré bolo v tomto cykle dostatok údajov časového radu hodnôt pre vyhodnotenie zvrátenia trendu.

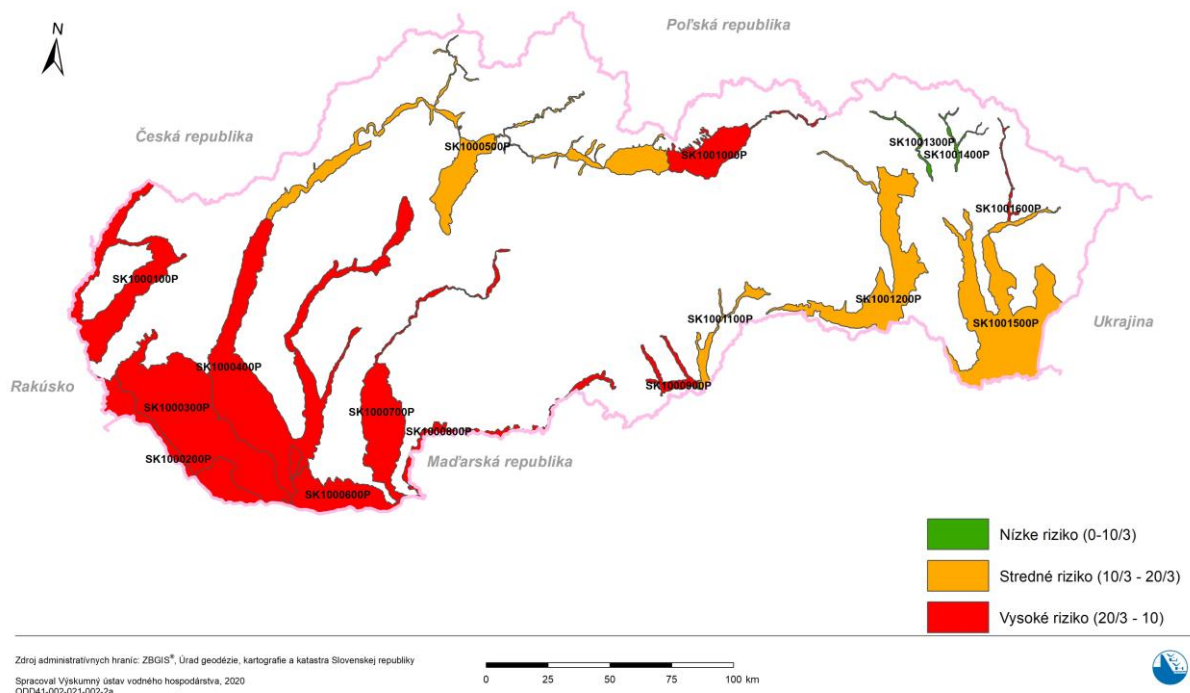
Tab. 4.5 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok a zvrátení trendov

Útvar podzemných vôd	Hodnotené MO	Počet objektov/ukazovateľov s VTVzT na úrovni MO													MO s VTVzT [%]	Ukazovateľ s VTVzT na úrovni ÚPzV	MO s nezvrátením VTVzT	Bodovanie [*]	
		Objekty	Ukazovatele	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	Mn	As ³⁺	Fe	TOC					TCE
SK1000100P	18	7	4				5		1		2			2		39	PO ₄ ³⁻ , TOC		10,0
SK1000200P	53	9	6			2	3	2	1		5	1				17		2	7,8
SK1000300P	106	19	9	11	1	1	4	3	2		2		1		1	18	PO ₄ ³⁻	3	10,0
SK1000400P	89	27	8	9	4	5	8	4	3		2			4		30	PO ₄ ³⁻	2	10,0
SK1000500P	58	8	6	2	1	1	2		1		3					14		1	6,0
SK1000600P	15	3	4	2		1		1						1		20		2	9,0
SK1000700P	39	12	7	5	2		5	2	1	1				1		31		1	10,0
SK1000800P	22	4	2			1	3									18		2	8,3
SK1000900P	11	4	3	1			2		1							36			10,0
SK1001000P	10	2	1								2					20			8,0
SK1001100P	19	2	2			1	1									11			4,2
SK1001200P	45	7	5	4		1		2						1	1	16			6,2
SK1001300P	6	0	0													0			0,0
SK1001400P	4	0	0													0			0,0
SK1001500P	46	5	3	1		1	3									11	PO ₄ ³⁻		6,3
SK1001600P	3	1	1						1							33			10,0
SK200010FK	3	1	1					1								33			10,0
SK2000200P	22	4	4	2		1				1	1					18			7,3
SK200030FK	4	0	0													0			0,0
SK2000400P	3	0	0													0			0,0
SK2000500P	3	1	2	1				1								33			10,0
SK200060KF	2	0	0													0			0,0
SK2000700F	4	0	0													0			0,0
SK200080KF	5	0	0													0			0,0
SK2000900F	3	0	0													0			0,0
SK2001000P	99	26	3	22	3		1									26	NO ₃ ⁻	1	10,0
SK200110KF	3	1	1	1												33			10,0
SK200120FK	3	1	1		1											33			10,0
SK2001300P	28	3	1	3												11			4,3
SK200140KF	9	0	0													0			0,0
SK200150FK	6	1	1	1												17			6,7
SK200160FK	1	0	0													0			0,0
SK200170FP	3	0	0													0			0,0
SK2001800F	10	0	0													0			0,0
SK200190FK	1	0	0													0			0,0
SK200200FP	2	0	0													0			0,0
SK2002100P	1	0	0													0			0,0

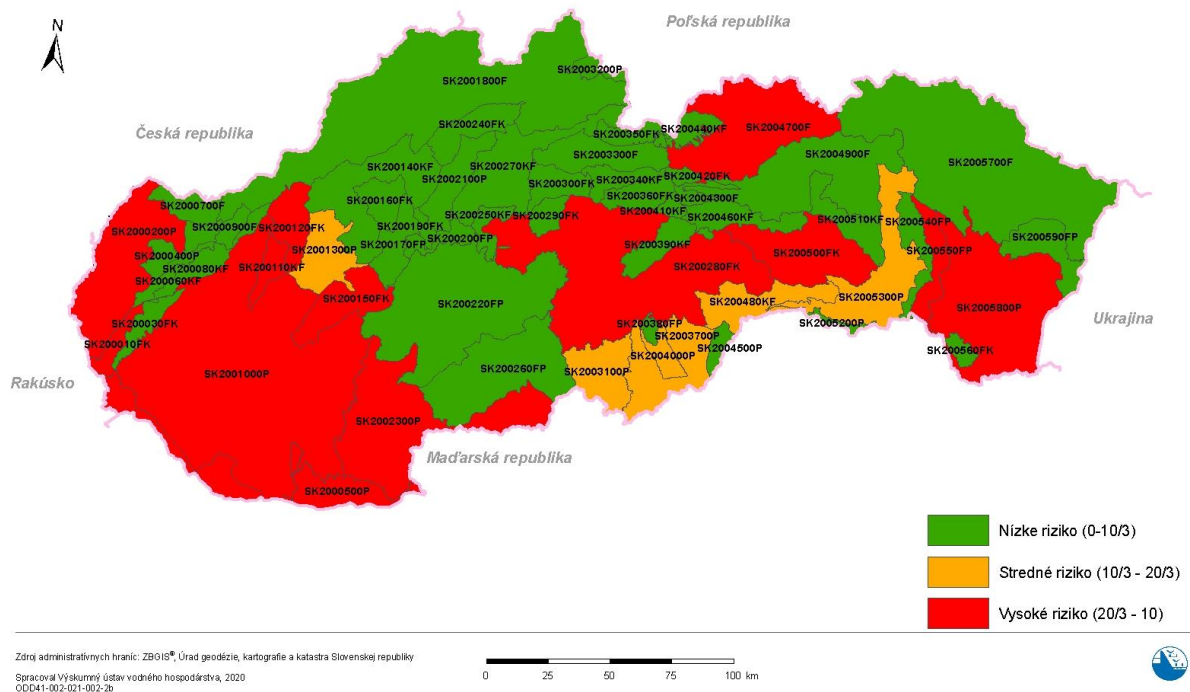
Útvar podzemných vôd	Hodnotené MO	Počet objektov/ukazovateľov s VTVzT na úrovni MO													MO s VTVzT [%]	Ukazovateľ s VTVzT na úrovni ÚPzV	MO s nezvrátením VTVzT	Bodovanie ¹⁸
		Objekty	Ukazovatele	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	Mn	As ³⁺	Fe	TOC	TCE			
SK200220FP	16	0	0													0		0,0
SK2002300P	38	7	2	6		1										18		7,4
SK200240FK	2	0	0													0		0,0
SK200250KF	3	0	0													0		0,0
SK200260FP	12	1	1	1												8		3,3
SK200270KF	4	0	0													0		0,0
SK200280FK	22	4	4	1	1		1					1				18		7,3
SK200290FK	4	0	0													0		0,0
SK200300FK	3	0	0													0		0,0
SK2003100P	18	2	1	2												11		4,4
SK2003200P	1	0	0													0		0,0
SK2003300F	3	0	0													0		0,0
SK200340KF	2	0	0													0		0,0
SK200350FK	0	0	0													0		0,0
SK200360FK	3	0	0													0		0,0
SK2003700P	23	2	2	1			1									9		3,5
SK200380FP	1	0	0													0		0,0
SK200390KF	3	0	0													0		0,0
SK2004000P	7	1	1	1												14		5,7
SK200410KF	1	0	0													0		0,0
SK200420FK	1	0	0													0		0,0
SK2004300F	1	0	0													0		0,0
SK200440KF	1	0	0													0		0,0
SK2004500P	1	0	0													0		0,0
SK200460KF	3	0	0													0		0,0
SK2004700F	7	2	1							2						29	1	10,0
SK200480KF	8	1	1	1												13		5,0
SK2004900F	17	1	1	1												6		2,4
SK200500FK	3	1	1	1												33		10,0
SK200510KF	4	0	0													0		0,0
SK2005200P	1	0	0													0		0,0
SK2005300P	7	1	1	1												14		5,7
SK200540FP	4	0	0													0		0,0
SK200550FP	2	1	1				1									50		10,0
SK200560FK	2	0	0													0		0,0
SK2005700F	13	0	0													0		0,0
SK2005800P	30	6	3	3	1		2									20		8,0
SK200590FP	1	0	0													0		0,0

* – výsledná kvantifikácia rizika okrem pridelenia bodov za percentuálny podiel monitorovacích objektov (MO) so zisteným významným a trvalo vzostupným trendom (VTVzT) koncentrácie ukazovateľa z celkového počtu hodnotených MO ako je uvedené v Tab. 4.4 zahrňovala i pridelenie bodov za každý identifikovaný VTVzT na úrovni útvarov podzemných vôd (2 b za každý ukazovateľ) a nezvrátenia VTVzT z predchádzajúceho hodnotenia trendov (0,5 b za každý trend bez zvrátenia)

TCE – tetrachlóretén, TOC – celkový organický uhlík, ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.3 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenia trendov



Obr. 4.4 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenia trendov

4.3. Zraniteľnosť podzemných vôd

Zraniteľnosť podzemných vôd je jeden z faktorov, ktorý sa nemení v čase, preto celá podkapitola vrátane kvantifikácie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd v jednotlivých ÚPzV bola prevzatá z rizikovej analýzy nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 v útvaroch podzemných vôd (Horvát a Patschová 2014).

4.3.1. Popis problematiky a legislatíva

Koncept zraniteľnosti podzemných vôd má rozdielny význam pre rôznych ľudí a v súčasnosti neexistuje jednotná definícia tohoto pojmu. Mapy zraniteľnosti PzV začali nadobúdať významnú úlohu pri definovaní a identifikácii potenciálne znečisťujúcich aktivít, ako aj pri upozorňovaní na význam PzV pri významných investičných zámeroch a plánovaní využitia krajiny. Mapy zraniteľnosti PzV sa stali prostriedkom prezentácie rozličných, niekedy komplexných hydrogeologických parametrov vo forme ľahko pochopiteľných a intuitívne čitateľných plôch vyjadrujúcich pojem „zraniteľnosť“. Hoci termíny „zraniteľnosť“ a „mapy zraniteľnosti“ sa v súčasnosti stávajú základnou súčasťou metód ochrany PzV a cenným nástrojom pri environmentálnom manažmente, pri sumarizácii jestvujúcich máp zraniteľnosti a definícií zraniteľnosti v celosvetovom kontexte sme však konfrontovaní so značnou rôznorodosťou prístupov ku konceptu zraniteľnosti (Vrba a Zaporozec 1994). Až doposiaľ nebola všeobecne akceptovaná viac či menej jednotná definícia metodiky zostavovania máp zraniteľnosti PzV. Názorové rozdiely sú významné najmä v nasledovných bodoch:

- Základná definícia zraniteľnosti podzemných vôd môže byť limitovaná geologickými a hydrogeologickými vlastnosťami hodnotenej oblasti (v Európe) alebo môže obsahovať aj antropogénny zásah do krajiny (v USA).
- Nie je jednotný názor na aspekt PzV, ktorý je zraniteľný. Môže to byť „podzemná voda“ – „zvodeň“ sama o sebe, „hydrogeologická štruktúra“, „zdroj PzV“ (studňa, vrt, prameň) alebo „zdroje / zásoby PzV“.
- PzV sa môže považovať za zraniteľnú voči rôznorodým pôsobeniam – sú to napr. prirodzené vplyvy, ľudská činnosť vrátane využívania PzV, kontaminácia spôsobená ľudskou činnosťou, konzervatívne znečisťujúce látky, špecifické znečisťujúce látky, bodové a plošné zdroje znečistenia.
- Cieľom mapy zraniteľnosti PzV môže byť pomoc pri:

- prevencii znečistenia PzV vo všeobecnosti,
- ochrane zdrojov PzV,
- návrhoch monitorovacej siete,
- opatreniach pri ekologických haváriách,
- vytváraní verejnej mienky a verejného povedomia o dôležitosti a význame PzV.

Tieto rozdiely sa týkajú jednak mierky máp zraniteľnosti PzV, ktoré sa môžu rôzniť v intervaloch od 1:10 000 po 1:500 000, a jednak dát požadovaných pre kompiláciu týchto máp. Napríklad dáta požadované pre mapu zraniteľnosti PzV (malej – generálnej mierky), ktorá by mala slúžiť ako súčasť regionálnych ochranných opatrení navrhovaných ako prevencia pred prípadným znečistením, môžu pozostávať iba z informácií o horninovom prostredí, vyskytujúcim sa medzi povrchom terénu a hladinou PzV a z informácií o type infiltrácie, s detailnou lokalizáciou prvkov bodovej infiltrácie. Ak je ale mapa zraniteľnosti PzV určená na ochranu individuálneho zdroja PzV alebo je zostavovaná s úmyslom aplikácie pri fáze rozhodovania (havarijné plány) v prípade výskytu ekologickej havárie, potom musí okrem vyššie uvedených dátových súborov uvažovať aj s časom zdržania sa PzV a kontaminantu v kolektore a zóne aerácie, s transportnými charakteristikami, zried'ovaním, samočistiacou schopnosťou kolektorov, prípadne s charakteristikami potenciálnych znečisťujúcich látok (polčas rozpadu, odbúrateľnosť v subakvatickom horninovom prostredí a v zóne aerácie).

V rámci kontextu európskej hydrogeológie je čoraz viac badateľnejší trend kvantifikovania parametrov. Zraniteľnosť by sa mala hodnotiť nie na základe počítania vplyvu rôznych faktorov pomocou bodových hodnotení, ale priamo overovaním ich reálnej fyzikálnej funkcie (disperzia, zried'ovanie, adsorpcia a pod.) (Brouyère et al. 2001). Pritom základné matematicky vyjadriteľné faktory zraniteľnosti sú definované ako:

- čas príchodu znečistenia,
- maximálna koncentrácia znečistenia, resp. pomer maximálnej a limitnej koncentrácie,
- dĺžka pretrvávania nadlimitnej koncentrácie znečistenia.

Tento koncept zraniteľnosti má svoju oporu v matematickom modelovaní transportných procesov kontaminantov v horninovom prostredí. Pre všeobecné (intrinsic) mapy zraniteľnosti sú potom aplikované vlastnosti konzervatívnych znečisťujúcich látok bez schopnosti sorpcie na pôdu a horninové prostredie a bez samovoľného rozpadu. Modelovanie prechodových kriviek konzervatívnych znečisťujúcich látok (Jeannin et al. 2001) ukázalo významný účinok

hrúbky nenasýtenej zóny a viac-menej zanedbateľný vplyv pôdneho krytu na tie parametre prechodovej krivky, ktoré zodpovedajú vyššie uvedeným faktorom zraniteľnosti.

RSV považuje podzemné vody za znečistené už od momentu, kedy prvá molekula znečisťujúcich látok dosiahne úroveň hladiny PzV. Z tohto dôvodu je potom potrebné dôsledne rozlišovať zraniteľnosť jednotlivých zdrojov PzV, akými sú napr. studne alebo pramene, kde môžeme rátať s procesmi prirodzeného odbúravania znečistenia počas prúdenia PzV v horninovom prostredí, a zraniteľnosť zvodne – telesa PzV. Takto zostavované mapy nazývame mapami zraniteľnosti zdrojov PzV. Pri hodnotení zraniteľnosti zvodne je hodnotená iba dráha znečisťujúcich látok od zemského povrchu po dosiahnutie hladiny PzV. Takto zostavované mapy nazývame mapami zraniteľnosti PzV. Z toho následne vyplýva, že pri zostavovaní máp zraniteľnosti PzV sa môžeme zaoberať iba procesmi odohrávajúcimi sa medzi povrchom terénu a 1. zvodnenca pod terénom. Takto bola definovaná zraniteľnosť PzV v rámci projektu COST 620 „Mapy zraniteľnosti a ohrozenia pre ochranu karbonátových (krasových) kolektorov“ („Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers“), koordinovaného Európskou komisiou v rokoch 1997 - 2003. Projektu sa zúčastnili špecialisti zo 16 európskych krajín vrátane Slovenska. V rámci tohto projektu bola vypracovaná metodika hodnotenia zraniteľnosti PzV, pomocou ktorej je možné hodnotiť zraniteľnosť PzV v ľubovoľnom type zvodnenca, pričom je možné zahrnúť špecifiká ľubovoľných typov priepustnosti horninového prostredia. Ďalším prínosom riešenia projektu COST 620 je zohľadňovanie reálnych fyzikálnych vlastností horninového prostredia a transportu znečisťujúcich látok cez rôzne horniny vyjadreného prechodovou krivkou. Na základe prác (Brouyère et al. 2001, Jeannin et al. 2001) sa za najdôležitejšie kritérium, overené matematickým modelovaním šírenia sa konzervatívneho kontaminantu v horninovom prostredí, považuje celková hrúbka a priepustnosť nenasýtenej zóny.

Pri zostavovaní máp zraniteľnosti zvodní v mierke 1:200 000 môžeme brať do úvahy takú úroveň procesov, ktorá odpovedá mierke zostavovanej mapy. V tomto prípade je to hrúbka nenasýtenej zóny a priepustnosť horninového prostredia. V detailnejších štúdiách a mapách väčších mierok je potom potrebné zohľadňovať vplyv pôdneho pokryvu, jeho textúru, hrúbku, zmeny hrúbky nenasýtenej zóny, možnosť existencie preferenčných ciest v pôdach (makropóry), vplyv využívania krajiny na infiltračné schopnosti terénu a mnoho ďalších relevantných faktorov v závislosti od mierky riešeného problému.

Zraniteľnosť PzV predstavuje schopnosť prírodného prostredia odolávať potenciálnemu znečisteniu (prirodzená imunita). Hodnotenie a kartografické vyjadrenie zraniteľnosti PzV

vyplýva z reálnych fyzikálnych vlastností horninového prostredia. Pri zostavovaní máp zraniteľnosti PzV v mierke 1:200 000 boli aplikované faktory relevantné mierke mapy a úrovni hodnotených procesov:

- priepustnosť horninového prostredia daná jeho koeficientom filtrácie,
- hrúbka nenasýtenej zóny daná rozdielom povrchu terénu a úrovňou najvyššej časti 1. zvodnenca pod terénom.

Podľa koeficienta zraniteľnosti Z bolo vypracované hodnotenie zraniteľnosti PzV:

$$Z = -150 \cdot (\log k \cdot h)^{-1},$$

kde Z – koeficient zraniteľnosti [$\text{s} \cdot \text{m}^{-2}$], k – stredná hodnota koeficienta filtrácie horninového celku [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] a h – stredná hodnota úrovne hladiny PzV pod terénom [m].

Pre stanovenie stredných hodnôt hrúbky nenasýtenej zóny bola spracovaná GIS databáza hydrogeologických vrtov, nachádzajúca sa v archíve odboru informatiky ŠGÚDŠ. Celkove bolo hodnotených viac ako 22 000 hydrogeologických vrtov. Spomedzi tohto súboru bolo vylúčených cca 2 500 vrtov bez záznamu lokalizácie, následne 2 400 hydrogeologických vrtov bez záznamu hĺbky a 800 hydrogeologických vrtov s dosiahnutou hĺbkou väčšou ako 200 m, nakoľko tieto vrty zvyčajne zachytávajú kolektory v hlbších horizontoch a nereprezentujú parametre 1. zvodneného kolektora. Koeficienty filtrácie pre jednotlivé horninové celky boli odvodené podľa podkladov hydrogeologických máp 1:200 000 vydaných ŠGÚDŠ (Hanzel 1974, Kullman 1975, Škvarka 1975, Franko 1976, Zakovič 1976, Zakovič 1977, Kullman 1978, Zakovič 1988, Škvarka et al. 1989, Jetel 1990, Zakovič et al. 1990, Hanzel et al. 1996). Predmetná mapa zraniteľnosti PzV bola zostavená v generalizovanej mierke pre účely regionálnych hodnotení environmentálnych rizík. Mapa nezobrazuje rozsah znečistených oblastí ani oblasti, ktoré by nemohli byť znečistené. Pri zostavovaní tejto mapy neboli hodnotené špecifické individuálne vlastnosti rozličných kontaminujúcich látok (napr. sorpcia alebo prirodzená degradácia). Potenciálne znečistenie je reprezentované nešpecifikovanou konzervatívnou znečisťujúcou látkou. Hodnotenia lokálnych problémov ochrany PzV si vyžadujú detailné štúdie a nemôžu byť odvodzované z tejto mapy (Malík a Švasta 1998).

4.3.2. Metodika

Celkové skóre zraniteľnosti podzemných vôd sa pohybovalo v intervale 2 - 213 $\text{s} \cdot \text{m}^{-2}$. Horninové celky s hodnotou $Z > 11 \text{ s} \cdot \text{m}^{-2}$ boli považované za regióny s vysokou

zraniteľnosťou, so žiadnou alebo len veľmi slabou prirodzenou ochranou PzV. Priemerná prirodzená ochrana PzV, resp. mierna zraniteľnosť bola pripísaná horninovému prostrediu s výsledným skóre koeficientu zraniteľnosti Z od 7 do 11 s.m⁻². Regióny, pre ktoré bola konštatovaná dobrá prirodzená ochranná funkcia nenasýtenej zóny, a teda nízka zraniteľnosť PzV, mali výsledné hodnoty $Z < 7$ s.m⁻². Z celkovej plochy SR je 56,9 % v triede s dobrou prirodzenou ochranou PzV (nízka zraniteľnosť), 21,1 % v triede s priemernou prirodzenou ochranou PzV (mierna zraniteľnosť) a 22,0 % v triede so žiadnou alebo veľmi slabou prirodzenou ochranou PzV (vysoká zraniteľnosť). V Tab. 4.6 je uvedená priemerná hodnota Z podľa tejto klasifikácie a bodovanie zraniteľnosti PzV v jednotlivých ÚPzV, ktoré bolo vytvorené lineárnou distribúciou limitných hodnôt Z ($Z = 7$ pri 10/3 b a $Z = 11$ pri 20/3 b).

Tab. 4.6 Klasifikácia rizika z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd

Zraniteľnosť [s.m ⁻²]	≤ 3,0	4,2	5,4	6,6	7,8	9,0	10,2	11,0	11,4	12,6	13,8	> 15
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

4.3.3. Výsledky a diskusia

Pri hodnotení rizika z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd sa vychádzalo z mapy zraniteľnosti PzV spracovanej ŠGÚDŠ. Kvantifikácia rizika v ÚPzV do roku 2027 je rovnaká ako do roku 2021 a je uvedená spolu s príslušným koeficientom zraniteľnosti v Tab. 4.7 a zobrazená na Obr. 4.5 pre kvartérne ÚPzV a na Obr. 4.6 pre predkvartérne ÚPzV.

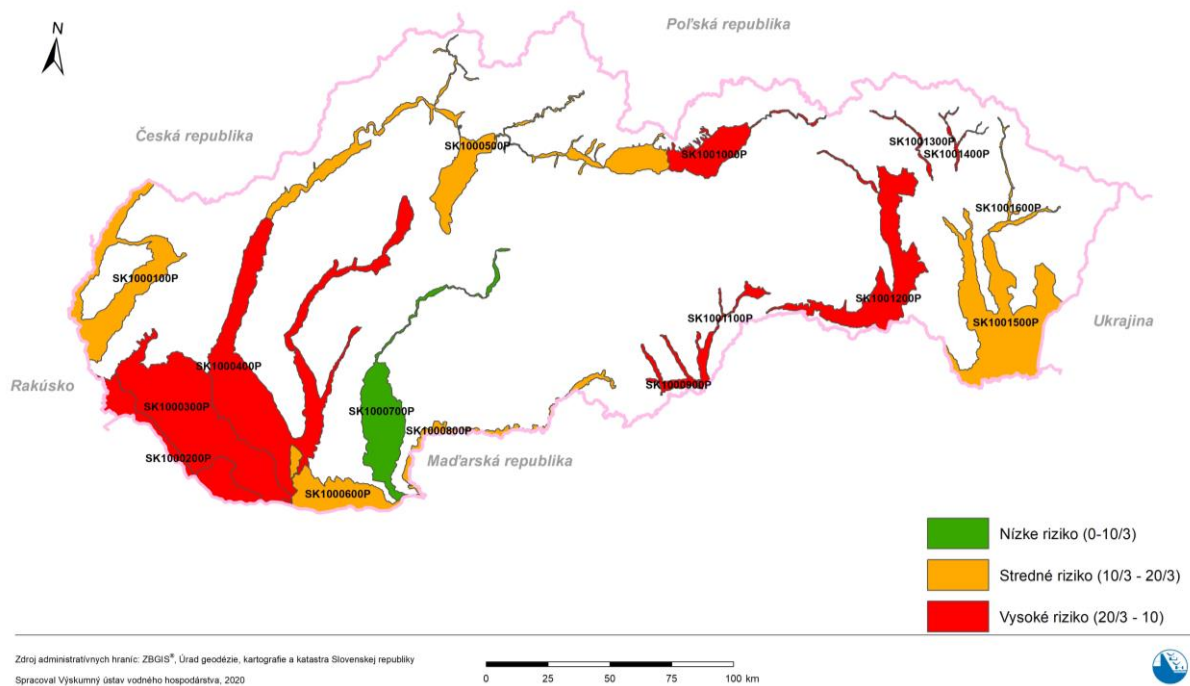
Najviac zraniteľné útvary podzemných vôd s najvyšším bodovaním (10,0 b) sú: **SK1001000P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Dunajca a Popradu a ich prítokov, **SK1001200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornádu, Bodvy a ich prítokov, **SK1001300P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov, **SK1001400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Ondavy a jej prítokov, **SK200110KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca, **SK200140KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry, **SK200300FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severozápadu Nízkych Tatier, **SK200340KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severu Nízkych Tatier, **SK200390KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Muránskej planiny, **SK200460KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu, **SK200480KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského krasu,

SK2005200P – Medzizrnové podzemné vody Abovskej pahorkatiny a **SK2005300P** – Medzizrnové podzemné vody Košickej kotliny.

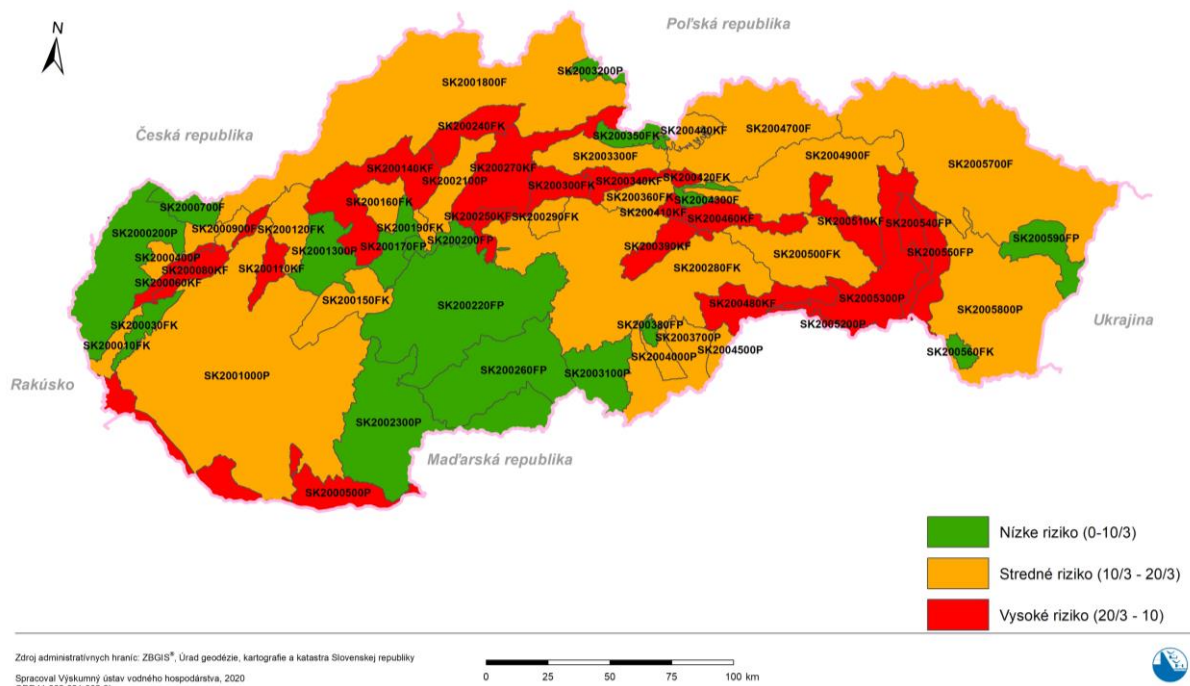
Tab. 4.7 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd (zdroj: Horvát a Patschová 2014)

Útvar podzemných vôd	Koef. Z	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Koef. Z	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Koef. Z	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Koef. Z	Bodovanie
SK1000100P	9,3	5,3	SK200030FK	5,6	2,1	SK200220FP	3,9	0,8	SK200410KF	13,0	8,3
SK1000200P	14,4	9,5	SK2000400P	8,1	4,2	SK2002300P	5,3	1,9	SK200420FK	14,6	9,7
SK1000300P	14,1	9,3	SK2000500P	12,4	7,8	SK200240FK	12,1	7,6	SK2004300F	6,4	2,8
SK1000400P	11,1	6,7	SK200060KF	11,1	6,8	SK200250KF	14,4	9,5	SK200440KF	10,9	6,6
SK1000500P	10,4	6,2	SK2000700F	6,9	3,2	SK200260FP	3,1	0,0	SK2004500P	10,5	6,2
SK1000600P	10,4	6,2	SK200080KF	12,6	8,0	SK200270KF	13,6	8,8	SK200460KF	31,1	10,0
SK1000700P	6,7	3,1	SK2000900F	8,8	4,8	SK200280FK	10,1	6,0	SK2004700F	10,5	6,3
SK1000800P	9,1	5,0	SK2001000P	8,4	4,5	SK200290FK	9,7	5,6	SK200480KF	23,3	10,0
SK1000900P	14,4	9,5	SK200110KF	16,3	10,0	SK200300FK	15,4	10,0	SK2004900F	11,0	6,6
SK1001000P	18,0	10,0	SK200120FK	9,4	5,3	SK2003100P	5,9	2,4	SK200500FK	10,9	6,6
SK1001100P	14,6	9,7	SK2001300P	3,4	0,4	SK2003200P	2,6	0,0	SK200510KF	14,3	9,4
SK1001200P	27,0	10,0	SK200140KF	16,7	10,0	SK2003300F	9,3	5,3	SK2005200P	133,5	10,0
SK1001300P	15,2	10,0	SK200150FK	7,9	4,1	SK200340KF	17,3	10,0	SK2005300P	53,7	10,0
SK1001400P	17,7	10,0	SK200160FK	8,5	4,6	SK200350FK	6,7	3,1	SK200540FP	12,2	7,7
SK1001500P	8,7	4,8	SK200170FP	4,7	1,4	SK200360FK	10,5	6,2	SK200550FP	13,9	9,1
SK1001600P	10,7	6,4	SK2001800F	7,7	3,9	SK2003700P	8,6	4,7	SK200560FK	6,8	3,1
SK200010FK	7,6	3,8	SK200190FK	7,9	4,1	SK200380FP	3,8	0,6	SK2005700F	8,2	4,4
SK2000200P	7,0	3,3	SK200200FP	2,7	0,0	SK200390KF	17,4	10,0	SK2005800P	8,0	4,2
			SK2002100P	9,5	5,4	SK2004000P	9,3	5,2	SK200590FP	4,7	1,4

ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.5 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd (zdroj: Horvát a Patschová 2014)



Obr. 4.6 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd (zdroj: Horvát a Patschová 2014)

4.4. Významné bodové zdroje znečistenia

4.4.1. Popis problematiky a legislatíva

Bodové zdroje znečistenia sú viazané na sídelné a priemyselné aglomerácie a patria k nim environmentálne záťaže, veľké priemyselné podniky a prevádzky, skládky odpadov, ďalej vypúšťanie odpadových vôd z ČOV a banské diela. Z hľadiska negatívneho dopadu na podzemné vody sú najvýznamnejšími bodovými zdrojmi znečistenia environmentálne záťaže (EZ). Environmentálna záťaž je podľa zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov zadefinovaná ako znečistenie územia spôsobené činnosťou človeka, ktoré predstavuje závažné riziko pre ľudské zdravie alebo horninové prostredie, podzemnú vodu a pôdu s výnimkou environmentálnej škody. Ide o široké spektrum území kontaminovaných priemyselnou, vojenskou, banskou, dopravnou a poľnohospodárskou činnosťou, ale aj nesprávnym nakladaním s odpadom.

Pri hodnotení rizika vplyvom bodových zdrojov znečistenia boli spracované informácie z 2 účelových databáz:

- Registra environmentálnych záťaží (REZ), ktorý je súčasťou Informačného systému environmentálnych záťaží (IS EZ) vybudovaného v rámci projektu Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky (<https://www.enviroportal.sk/environmentalne-temy/environmentalne-zataze>). IS EZ prevádzkuje po technickej a odbornej stránke Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP). Systém zabezpečuje zhromažďovanie údajov a poskytovanie informácií o environmentálnych záťažiach a ich aktualizácia prebieha priebežne. REZ obsahoval 2000 environmentálnych záťaží (k 5. 12. 2018), ktoré boli rozdelené na tri časti:
 - pravdepodobné environmentálne záťaže (časť A) – 883 lokalít,
 - (potvrdené) environmentálne záťaže (časť B) – 312 lokalít,
 - sanované a rekultivované environmentálne záťaže, t. j. zdroje znečistenia, na ktorých už boli vykonané alebo sa vykonávajú opatrenia na zníženie rizika kontaminácie a sanácia znečistenia (časť C) – 805 lokalít.
- Databázy Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia (IMZZ), ktorá obsahuje zdroje znečistenia s nebezpečnými látkami vlastníkov a prevádzkovateľov, ktorým orgán štátnej vodnej správy uložil povinnosť monitorovať ich vplyv na podzemné vody alebo overené zistením v rámci kontrol inšpekcie životného prostredia (<http://www.vuvh.sk/Default.aspx?lid=18>). Databáza IMZZ je budovaná od roku 2007

a poverenou organizáciou je VÚVH a pravidelne prebieha jej aktualizácia a online nahrávanie nových údajov oprávnenými osobami (údaje z monitorovania vkladajú priamo užívatelia). Za obdobie 2007 - 2018 databáza obsahovala údaje z 1 413 monitorovacích objektov od 145 vlastníkov (priemyselných podnikov, skládok odpadov, odkalísk, starých environmentálnych záťaží, atď.).

V centrálnom REZ sú registrované environmentálne záťaže zoradené podľa ich relatívnej rizikovosti na život a zdravie obyvateľov, ako aj poškodenia ekosystémov. Identifikované lokality v registri REZ – časť A REZ – časť B boli posúdené metódou predbežného hodnotenia rizika lokality a klasifikované v súlade s prílohou č. 3 zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov nasledovne:

- Klasifikácia environmentálnej záťaže pozostáva z troch čiastkových klasifikácií, ktoré sa členia na:
 - K1 – Klasifikácia rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami.
 - K2 – Klasifikácia rizika z prechavých a toxických látok na obyvateľstvo.
 - K3 – Klasifikácia rizika kontaminácie povrchových vôd.
- Výsledná klasifikácia environmentálnej záťaže „K“ je súčtom čiastkových klasifikácií.
- Environmentálna záťaž sa po vykonaní klasifikácie zatriedi podľa výslednej hodnoty „K“ do jednej z 3 skupín (v zátvorkách sú uvedené hranice tried jednotlivých klasifikovaných skupín):
 - environmentálne záťaže s nízkou prioritou riešenia (menej ako 35 b),
 - environmentálne záťaže so strednou prioritou riešenia (v rozsahu 35 - 65 b),
 - environmentálne záťaže s vysokou prioritou riešenia (viac ako 65 b).
- Klasifikácia environmentálnej záťaže je pomocným kritériom pri odporúčaní lokality na realizáciu geologických prác. Klasifikácia environmentálnej záťaže nenahrádza analýzu rizika znečisteného územia, ktorej závery sú pre návrh ďalšieho postupu určujúce.

Pre potreby hodnotenia rizika environmentálnych záťaží na kvalitu podzemných vôd bola použitá hodnota K1, ktorá zahŕňa klasifikáciu rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami. Hodnota K1 je určená podľa zákona č. 409/2011 Z. z. (prílohy č. 3) a zahŕňa vodohospodársky význam územia (0 - 12 b), prirodzenú ochranu

územia podľa máp vhodnosti pre skládky odpadov (0 - 6 b), výber a vlastnosti znečisťujúcej látky (2 - 22 b), klasifikácie kombinácie násobku prekročenia kritérií znečistenia (KZ) a plošného rozsahu znečistenia v zóne prevzdušnenia (pôdach, horninovom prostredí) (1 - 6 b) a v zóne nasýtenia (podzemných vodách) (1 - 6 b). Podrobne sú jednotlivé vplyvy vstupujúce na určenie hodnoty K1 uvedené v Tab. 4.8.

Pri výbere znečisťujúcej látky (zásady) sa v prípade, ak sa na znečistení zúčastňuje viacero znečisťujúcich látok, vyberie tá, ktorá dosiahne najvyššiu klasifikáciu. V prípade, ak znečisťujúca látka nie je uvedená v databáze, tak sa vyberie iná, ktorá sa jej vlastnosťami najviac podobá a v prípade, ak ani takáto znečisťujúca látka nie je v databáze, tak sa vyberie „univerzálna zástupná znečisťujúca látka“, ktorá má nadefinované všetky hodnoty klasifikácie ako najmenej priaznivé.

Tab. 4.8 Určenie hodnoty K1 (zdroj: príloha č. 3 zákona č. 409/2011 Z. z.)

Vplyv		Body	Opis
Vodohospodársky význam hodnoteného územia		12	územia so špeciálnymi vodohospodárskymi záujmami (chránené vodohospodárske oblasti – podľa § 31 zákona č. 364/2004 Z. z., ochranné pásma vodárenských zdrojov – podľa § 32 zákona č. 364/2004 Z. z.)
		6	územia s vodohospodárskymi záujmami (citlivé oblasti – podľa § 33 zákona č. 364/2004 Z. z., ochranné pásma vodárenských zdrojov – podľa § 32 zákona č. 364/2004 Z. z., územia nad oblasťami s využívaním podzemnej vody, územia s významnými zásobami podzemnej vody – možnosť využívania > 20 l.s ⁻¹)
		0	územia bez vodohospodárskych záujmov (územia bez využitia a bez možnosti významného využívania podzemných vôd)
Prirodzená ochrana územia podľa máp vhodnosti pre skládky odpadov		6	žiadna prirodzená ochrana
		3	priemerná prirodzená ochrana
		0	dobrá prirodzená ochrana
Vlastnosti znečisťujúcej látky	Mobilita (log K_{ow} alebo K_d)	6	vysoká (< 3)
		3	stredná (3 - 4)
		0	nízka (> 4)
	Toxicita [ug.l ⁻¹] (ako prípustná koncentrácia v pitnej vode)	4	vysoká (> 10)
		2	stredná (1 - 10)
		0	nízka (< 1)
	Rýchlosť rozkladu (degradačná konštanta v anaeróbných podmienkach)	4	nízka (< 0,002 za deň)
		2	stredná (0,01 – 0,002 za deň)
		1	vysoká (> 0,01 za deň)
	Rozpustnosť [mg.l ⁻¹]	2	vysoká (> 30)
		1	stredná (1 - 30)
		0	nízka (< 1)
	Množstvo znečisťujúcej	6	veľké (> 10 t)

Vplyv		Body	Opis
	látky v zóne prevzdušnenia a zóne nasýtenia	3	stredné (1 – 10 t)
		1	nízke (< 1 t)
Klasifikácia kombinácie násobku prekročenia KZ a plošného rozsahu znečistenia v zóne prevzdušnenia (pôdach, horninovom prostredí)		6	veľké znečistenie: > 5 x KZ, > 50 m ² ; 2 - 5 x KZ, > 500 m ² ; < 2 x KZ, > 5000 m ²
		3	stredné znečistenie: > 5 x KZ, < 50 m ² ; 2 - 5 x KZ, < 500 m ² ; < 2 x KZ, < 5000 m ²
		1	malé znečistenie: 2 - 5 x KZ, < 50 m ² ; < 2 x KZ, < 500 m ²
Klasifikácia kombinácie násobku prekročenia KZ a plošného rozsahu znečistenia v zóne nasýtenia (podzemných vodách)		6	veľké znečistenie: > 5 x KZ, > 10 m ² ; 2 - 5 x KZ, > 50 m ² ; < 2 x KZ, > 500 m ²
		3	stredné znečistenie: > 5 x KZ, < 10 m ² ; 2 - 5 x KZ, < 50 m ² ; < 2 x KZ, < 500 m ²
		1	malé znečistenie: 2 - 5 x KZ, < 10 m ² ; < 2 x KZ, < 50 m ²

KZ – kritérium znečistenia

Pre vybrané environmentálne záťažové evidované v IS EZ v časti B sa realizuje sanácia environmentálnych záťaží v súlade so Štátnym programom sanácie environmentálnych záťaží (ŠPS EZ), ktorý vypracúva a aktualizuje MŽP SR na základe údajov a informácií z IS EZ (MŽP SR a SAŽP 2015). V rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia 2014 - 2020 boli schválené projekty na sanáciu vybraných environmentálnych záťaží. Pre ďalšie najrizikovejšie lokality sa realizuje monitorovanie environmentálnych záťaží, podrobný geologický prieskum a vypracováva riziková analýza, príp. štúdia uskutočniteľnosti sanácie (ak je relevantná). Prehľad rizikových lokalít odporúčaných MŽP SR je uvedený v dokumentoch a prílohách uvedených na internetovej stránke MŽP SR (<https://www.minzp.sk/oblasti/geologia/environmentalne-zataze.html>).

4.4.2. Metodika

Pre potreby vypracovania analýzy rizika z hľadiska najvýznamnejších bodových zdrojov znečistenia v SR boli spracované dostupné údaje z 2 databáz, ktoré sú radené podľa dôležitosti nasledovne:

- Informačný systém environmentálnych záťaží (IS EZ),
- databáza Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia (IMZZ).

Databázu KV-ENVIRO, ktorá obsahovala potenciálne zdroje znečistenia, ktoré boli použité v predchádzajúcom hodnotení rizika (Horvát a Patschová 2014) nebolo možné použiť, pretože databáza sa prestala aktualizovať a de facto v súčasnosti neexistuje.

V prípade bodových zdrojov znečistenia, ktoré boli zahrnuté v oboch databázach, bol zdroj znečistenia hodnotený na základe klasifikácie v tej dôležitejšej, t. j. v IS EZ.

Pri hodnotení rizika ohrozenia kvality podzemných vôd bodovými zdrojmi znečistenia – environmentálnych záťaží bola pre vyhodnotenia použitá hodnota K1, zahŕňajúca klasifikáciu rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami. Hodnotené boli pravdepodobné environmentálne záťaže z časti A (potvrdené) environmentálne záťaže z časti B. Z hodnotenia boli vylúčené tie EZ, ktoré majú K1 rovnú 0. Sanované a rekultivované environmentálne záťaže z časti C neboli hodnotené.

Pre každý útvar podzemných vôd bola sčítaná suma hodnôt K1 zvlášť pre pravdepodobné EZ (časť A) a (potvrdené) EZ (časť B), čím je počet EZ vlastne vážený hodnotou K1. V predkvartérnych ÚPzV bolo zohľadnené, či sa daná EZ nachádza na jeho povrchu. V prípade, že sa EZ nenachádza na povrchu, jej vplyv na daný predkvartérny ÚPzV bol posúdený s ohľadom na priemernú hrúbku nadložného kvartérneho ÚPzV, ktoré sú rozdelené v intervaloch < 10 m, 10 - 30 m, 30 - 100 m a > 100 m. Vypočítaná suma hodnôt K1 pre jednotlivé útvary podzemných vôd bola ďalej násobená váženým faktorom dôležitosti EZ uvedeným v Tab. 4.9, z ktorej vyplýva, že (potvrdené) EZ sú 2-krát dôležitejšie ako pravdepodobné EZ a v predkvartérnych ÚPzV sú EZ na povrchu 2-krát dôležitejšie ako tie pod kvartérom hĺbky do 10 m, 5-krát ako tie pod kvartérom hĺbky 10 - 30 m, 10-krát ako tie pod kvartérom hĺbky 30 - 100 m a 100-krát ako tie pod kvartérom hĺbky viac ako 100 m.

Pri hodnotení rizika v prípade zdrojov znečistenia (ZZ) z databázy IMZZ boli vyradené zdroje znečistenia, ktoré sú zhodné z environmentálnymi záťažami v databáze IS EZ alebo ktorých posledné údaje z monitorovania boli najneskôr v roku 2013. Zdroje znečistenia boli vyhodnotené metodikou uvedenou v správe (Kučerová et al. 2020b), ktorá porovnávala, či priemerná koncentrácia jednotlivých znečisťujúcich látok monitorovaných v jednotlivých zdrojoch znečistenia v rokoch 2007 - 2018 prekračuje prahové hodnoty (PH) stanovené v nariadení vlády SR č. 282/2010 Z. z., indikačné kritérium (ID) alebo intervenčné kritérium (IT). Indikačné kritérium je hraničná hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej v pôde, v horninovom prostredí a podzemnej vode, prekročenie ktorej môže ohroziť ľudské zdravie a životné prostredie, tzn. je potrebné zahájiť monitoring znečisteného územia. Intervenčné kritérium (kritérium znečistenia) je kritická hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej v pôde, v horninovom prostredí a podzemnej vode, prekročenie ktorej predpokladá, už pri danom spôsobe využitia územia, vysokú pravdepodobnosť ohrozenia ľudského zdravia a životného prostredia, tzn. je nutné vypracovať analýzu rizika znečisteného územia pravdepodobne s následnou sanáciou znečisteného územia. ID a IT pre podzemnú vodu boli použité zo smernice MŽP SR č. 1/2015-7 na vypracovanie analýzy rizika

znečisteného územia. Výsledkom hodnotenia bolo pridelenie znečisťujúcim látkam jeden zo 4 stupňov rizika šírenia sa kontaminácie (RK) do podzemných vôd:

- RK1 – nízke riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd v prípade, ak priemerná koncentrácia znečisťujúcej látky neprekračuje prahové hodnoty (PH) a súčasne priemer z posledných 2 rokov neprekračuje PH,
- RK2 – stredné riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd v prípade, ak priemerná koncentrácia znečisťujúcej látky prekračuje PH, ale neprekračuje ID a súčasne priemer z posledných 2 rokov prekračuje PH, ale nie ID,
- RK3 – vysoké riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd v prípade, ak priemerná koncentrácia znečisťujúcej látky prekračuje ID, ale neprekračuje IT a súčasne priemer z posledných 2 rokov prekračuje ID, ale nie IT,
- RK4 – veľmi vysoké riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd v prípade, ak priemerná koncentrácia znečisťujúcej látky prekračuje IT a súčasne priemer z posledných 2 rokov prekračuje IT.

Všetky znečisťujúce látky, ktoré prekračovali limit a súčasne ich priemer za posledné 2 roky neprekračoval daný limit, sa posudzovali individuálne expertným posúdením, v rámci ktorého sa zohľadnil aj časový vývoj koncentrácií kontaminantov (trendy).

Pre účely analýzy rizika vplyvom zdrojov znečistenia z IMZZ vyhodnotených uvedenou metodikou bolo ZZ s nízkym rizikom šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd (RK1) pridelených 19 b, so stredným rizikom (RK2) pridelených 29 b, s vysokým rizikom (RK3) pridelených 39 b a s veľmi vysokým rizikom (RK4) pridelených 49 b. Ďalej boli zdroje znečistenia vyhodnotené rovnakým spôsobom ako EZ, t. j. bola sčítaná suma hodnôt RK a v prípade predkvartérnych ÚPzV bolo zohľadnené, či sa daný zdroj znečistenia nachádza na jeho povrchu. Suma hodnôt RK pre jednotlivé ÚPzV bola vážená faktormi dôležitosti, ktoré boli rovnaké ako v prípade (potvrdených) EZ (Tab. 4.9).

Čiastkové bodovanie EZ, resp. zdrojov znečistenia spočívalo v premene jednotky váženej sumy K1 a RK všetkých EZ a zdrojov znečistenia v ÚPzV na jeho plochu a priradenia bodovania od 0 do 10 b ako je uvedené v Tab. 4.10.

Tab. 4.9 Vážené faktory významných bodových zdrojov znečistenia podzemných vôd

Typ bodového zdroja znečistenia	Databáza	Na povrchu	Pod kvartérom [m]			
			< 10	10 - 30	30 - 100	> 100
(Potvrdené) EZ	IS EZ, časť B	1,00	0,500	0,200	0,100	0,010
Pravdepodobné EZ	IS EZ, časť A	0,50	0,250	0,100	0,050	0,005
Zdroje znečistenia	IMZZ	1,00	0,500	0,200	0,100	0,010

EZ – environmentálna záťaž, IMZZ – Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia, IS EZ – Informačný systém environmentálnych záťaží

Tab. 4.10 Klasifikácia rizika z hľadiska významných bodových zdrojov znečistenia podzemných vôd

Bodový zdroj znečistenia [vážená suma K1+RK/km ²]	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	≥ 2,0
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

K1 – klasifikácia rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami, RK – riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd

4.4.3. Výsledky a diskusia

Pri hodnotení rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 z hľadiska bodových zdrojov znečistenia boli použité údaje o environmentálnych záťažach uvedené v databáze IS EZ (zdroj SAŽP, stav k 5. 12. 2018) a zdrojov znečistenia z databázy IMZZ (zdroj VÚVH, obdobie 2007 - 2018). Posúdených bolo celkovo 1 195 EZ, z toho 883 lokalít pravdepodobných environmentálnych záťaží z časti A (371 v kvartéri a 870 v predkvartéri), z ktorých bolo 13 vylúčených z hodnotenia, keďže K1 je rovné 0 a 312 lokalít (potvrdených) environmentálnych záťaží z časti B (173 v kvartéri a 312 v predkvartéri).

Z databázy IMZZ bolo vyhodnotených 88 zdrojov znečistenia (41 v kvartéri a 88 v predkvartéri). Podrobný zoznam hodnotených environmentálnych záťaží z IS EZ a zdrojov znečistenia z databázy IMZZ je uvedený v prílohách v správe (Kučerová et al. 2020b).

Informácie a počte EZ, sume K1 ako i váženej sume K1 v jednotlivých ÚPzV pre (potvrdené) EZ (časť B) sú uvedené v Tab. 4.11 a pre pravdepodobné EZ (časť A) v Tab. 4.12. V Tab. 4.13 sú obdobne spracované a uvedené informácie o počte zdrojov znečistenia z databázy IMZZ, sume RK a váženej sume RK. Výsledná kvantifikácia rizika z hľadiska významných bodových zdrojov znečistenia je zhrnutá v Tab. 4.14 a výsledné hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 je zobrazené na Obr. 4.7 pre kvartérne ÚPzV a na Obr. 4.8 pre predkvartérne ÚPzV.

Najväčšie riziko (10,0 b) z hľadiska vplyvu bodových zdrojov znečistenia na podzemné vody bolo dokumentované podobne ako v predchádzajúcom hodnotení rizika v kvartérnych ÚPzV: SK1000500P – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Váhu a jeho prítokov, SK1001300P – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov

Tople a jej prítokov, **SK1001400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Ondavy a jej prítokov a **SK1001600P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Laborca a jeho prítokov. Vo vysokom riziku sú aj kvartérne ÚPzV: **SK1000200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy (8,3 b), **SK1001100P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Slanej a jej prítokov (7,1 b) a **SK1001000P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Dunajca a Popradu a ich prítokov (7,0 b). Predkvartérne ÚPzV sú hodnotené s najvyšším stredným rizikom (7 ÚPzV).

Tab. 4.11 Hodnotenie vplyvu (potvrdených) EZ (časť B v IS EZ) v jednotlivých ÚPzV

Útvár podzemných vôd	Hrúbka [m]	(Potvrdené) EZ (časť B v IS EZ)								
		EZ na povrchu			EZ pod kvartérom				Počet	Váž. Σ K1
		Počet	Σ K1	Váž.	< 10 m	10 - 30 m	30 -100 m	> 100 m		
Vážený faktor →		1		Σ K1	0,500	0,200	0,100	0,010		
SK1000100P	30 - 100	5	183	183						
SK1000200P	> 100	12	447	447						
SK1000300P	> 100	22	805	805						
SK1000400P	10 - 30	41	1434	1434						
SK1000500P	< 10	29	1054	1054						
SK1000600P	< 10	4	140	140						
SK1000700P	< 10	9	332	332						
SK1000800P	< 10	2	55	55						
SK1000900P	< 10	3	106	106						
SK1001000P	< 10	7	233	233						
SK1001100P	< 10	3	97	97						
SK1001200P	10 - 30	13	432	432						
SK1001300P	< 10	4	178	178						
SK1001400P	< 10	2	63	63						
SK1001500P	10 - 30	16	536	536						
SK1001600P	< 10	1	33	33						
SK200010FK	30 - 100	1	36	36	0	0	0	0	0	0
SK2000200P	30 - 100	7	173	173	0	0	149	0	4	15
SK200030FK	30 - 100	2	85	85	0	0	0	0	0	0
SK2000400P	10 - 30	0	0	0	0	0	34	0	1	3
SK2000500P	30 - 100	0	0	0	140	0	0	447	16	74
SK200060KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2000700F	10 - 30	3	93	93	0	0	0	0	0	0
SK200080KF	> 100	1	38	38	0	0	0	0	0	0
SK2000900F	10 - 30	3	83	83	0	0	0	0	0	0
SK2001000P	30 - 100	28	863	863	0	941	0	805	50	196
SK200110KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200120FK	30 - 100	1	20	20	171	0	0	0	5	86
SK2001300P	10 - 30	3	86	86	0	107	0	0	3	21
SK200140KF	> 100	1	39	39	0	0	0	0	0	0
SK200150FK	30 - 100	1	28	28	0	0	0	0	0	0
SK200160FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200170FP	30 - 100	1	28	28	0	386	0	0	10	77
SK2001800F	10 - 30	8	259	259	689	0	0	0	18	345
SK200190FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200200FP	10 - 30	1	26	26	0	0	0	0	0	0

Útvar podzemných vôd	Hrúbka [m]	(Potvrdené) EZ (časť B v IS EZ)								
		EZ na povrchu			EZ pod kvartérom					
		Počet	Σ K1	Váž.	< 10 m	10 - 30 m	30 -100 m	> 100 m	Počet	Váž.
Vážený faktor →		1	Σ K1	0,500	0,200	0,100	0,010		Σ K1	
SK2002100P	30 - 100	0	0	0	78	0	0	0	2	39
SK200220FP	10 - 30	13	438	438	205	0	0	0	5	103
SK2002300P	10 - 30	5	140	140	155	0	0	0	5	78
SK200240FK	30 - 100	1	34	34	0	0	0	0	0	0
SK200250KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200260FP	30 - 100	1	31	31	0	0	0	0	0	0
SK200270KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200280FK	30 - 100	15	488	488	21	0	0	0	1	11
SK200290FK	30 - 100	3	103	103	0	0	0	0	0	0
SK200300FK	30 - 100	4	172	172	0	0	0	0	0	0
SK2003100P	10 - 30	3	87	87	27	0	0	0	1	14
SK2003200P	10 - 30	1	28	28	0	0	0	0	0	0
SK2003300F	10 - 30	1	26	26	116	0	0	0	4	58
SK200340KF	> 100	1	32	32	0	0	0	0	0	0
SK200350FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200360FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003700P	10 - 30	0	0	0	106	0	0	0	3	53
SK200380FP	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200390KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004000P	10 - 30	1	24	24	0	0	0	0	0	0
SK200410KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200420FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004300F	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200440KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004500P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200460KF	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004700F	10 - 30	2	52	52	233	0	0	0	7	117
SK200480KF	> 100	0	0	0	76	0	0	0	2	38
SK2004900F	10 - 30	2	64	64	0	41	0	0	1	8
SK200500FK	30 - 100	4	141	141	0	0	0	0	0	0
SK200510KF	30 - 100	1	40	40	0	0	0	0	0	0
SK2005200P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2005300P	10 - 30	0	0	0	0	391	0	0	12	78
SK200540FP	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200550FP	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200560FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2005700F	10 - 30	14	400	400	274	27	0	0	8	142
SK2005800P	10 - 30	5	139	139	0	509	0	0	15	102
SK200590FP	30 - 100	1	30	30	0	0	0	0	0	0

EZ – environmentálna záťaž, IS EZ – Informačný systém environmentálnych záťaží, K1 – klasifikácia rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami, ÚPzV – útvar podzemných vôd

Tab. 4.12 Hodnotenie vplyvu pravdepodobných EZ (časť A v IS EZ) v jednotlivých ÚPzV

Útvar podzemných vôd	Hrúbka [m]	Pravdepodobné EZ (časť A v IS EZ)								
		EZ na povrchu			EZ pod kvartérom				Počet	Váž. Σ K1
		Počet	Σ K1	Váž.	< 10 m	10 - 30 m	30 - 100 m	> 100 m		
Vážený faktor →		0,50	Σ K1		0,250	0,100	0,050	0,005		
SK1000100P	30 - 100	23	688	344						
SK1000200P	> 100	19	623	312						
SK1000300P	> 100	49	1683	842						
SK1000400P	10 - 30	65	1971	986						
SK1000500P	< 10	82	2539	1270						

Útvar podzemných vôd	Hrúbka [m]	Pravdepodobné EZ (časť A v IS EZ)								
		EZ na povrchu			EZ pod kvartérom				Počet	Váž. Σ K1
		Počet	Σ K1	Váž.	< 10 m	10 - 30 m	30 - 100 m	> 100 m		
Vážený faktor →		0,50	Σ K1		0,250	0,100	0,050	0,005		
SK1000600P	< 10	11	288	144						
SK1000700P	< 10	16	458	229						
SK1000800P	< 10	4	96	48						
SK1000900P	< 10	3	71	36						
SK1001000P	< 10	23	716	358						
SK1001100P	< 10	6	145	73						
SK1001200P	10 - 30	18	472	236						
SK1001300P	< 10	1	33	17						
SK1001400P	< 10	5	143	72						
SK1001500P	10 - 30	33	891	446						
SK1001600P	< 10	13	378	189						
SK200010FK	30 - 100	4	93	47	0	0	0	0	0	0
SK2000200P	30 - 100	33	887	444	0	0	598	0	20	30
SK200030FK	30 - 100	3	115	58	0	0	0	0	0	0
SK2000400P	10 - 30	2	37	19	0	0	90	0	3	5
SK2000500P	30 - 100	0	0	0	288	0	0	623	30	75
SK200060KF	> 100	3	83	42	0	0	0	0	0	0
SK2000700F	10 - 30	5	115	58	0	0	0	0	0	0
SK200080KF	> 100	5	169	85	0	0	0	0	0	0
SK2000900F	10 - 30	1	19	10	0	0	0	0	0	0
SK2001000P	30 - 100	52	1415	708	0	1889	0	1683	111	197
SK200110KF	> 100	2	60	30	0	0	0	0	0	0
SK200120FK	30 - 100	3	97	49	251	0	0	0	8	63
SK2001300P	10 - 30	5	118	59	0	50	0	0	2	5
SK200140KF	> 100	9	326	163	0	0	0	0	0	0
SK200150FK	30 - 100	10	276	138	0	0	0	0	0	0
SK200160FK	30 - 100	2	52	26	0	0	0	0	0	0
SK200170FP	30 - 100	4	113	57	0	32	0	0	1	3
SK2001800F	10 - 30	43	1199	600	1544	0	0	0	47	386
SK200190FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200200FP	10 - 30	1	30	15	0	0	0	0	0	0
SK2002100P	30 - 100	0	0	0	110	0	0	0	4	28
SK200220FP	10 - 30	40	986	493	225	0	0	0	7	56
SK2002300P	10 - 30	12	295	148	302	0	0	0	12	76
SK200240FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200250KF	> 100	3	98	49	0	0	0	0	0	0
SK200260FP	30 - 100	7	179	90	0	0	0	0	0	0
SK200270KF	> 100	4	101	51	80	0	0	0	3	20
SK200280FK	30 - 100	36	974	487	67	0	0	0	3	17
SK200290FK	30 - 100	2	66	33	0	0	0	0	0	0
SK200300FK	30 - 100	4	85	43	0	0	0	0	0	0
SK2003100P	10 - 30	5	139	70	27	0	0	0	1	7
SK2003200P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003300F	10 - 30	9	248	124	554	0	0	0	20	139
SK200340KF	> 100	11	393	197	0	0	0	0	0	0
SK200350FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200360FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003700P	10 - 30	3	74	37	105	0	0	0	4	26
SK200380FP	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200390KF	> 100	2	39	20	0	0	0	0	0	0
SK2004000P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200410KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200420FK	30 - 100	4	113	57	0	0	0	0	0	0

Útvar podzemných vôd	Hrúbka [m]	Pravdepodobné EZ (časť A v IS EZ)							
		EZ na povrchu			EZ pod kvartérom				Vážený faktor →
		Počet	Σ K1	Vážen. Σ K1	< 10 m	10 - 30 m	30 - 100 m	> 100 m	
		0,50			0,250	0,100	0,050	0,005	
SK2004300F	30 - 100	1	30	15	0	0	0	0	0
SK200440KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004500P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200460KF	30 - 100	4	125	63	0	0	0	0	0
SK2004700F	10 - 30	15	398	199	716	0	0	0	23
SK200480KF	> 100	3	84	42	44	0	0	0	2
SK2004900F	10 - 30	25	609	305	0	49	0	0	2
SK200500FK	30 - 100	9	250	125	0	0	0	0	0
SK200510KF	30 - 100	4	128	64	0	0	0	0	0
SK2005200P	10 - 30	1	28	14	0	0	0	0	0
SK2005300P	10 - 30	2	60	30	0	423	0	0	16
SK200540FP	30 - 100	1	22	11	0	0	0	0	0
SK200550FP	30 - 100	2	44	22	0	0	0	0	0
SK200560FK	30 - 100	1	23	12	0	0	0	0	0
SK2005700F	10 - 30	81	2127	1064	554	125	0	0	24
SK2005800P	10 - 30	17	435	218	0	766	0	0	28
SK200590FP	30 - 100	4	104	52	0	0	0	0	0

EZ – environmentálna záťaž, IS EZ – Informačný systém environmentálnych záťaží, K1 – klasifikácia rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami, ÚPzV – útvar podzemných vôd

Tab. 4.13 Hodnotenie vplyvu zdrojov znečistenia z databázy IMZZ v jednotlivých ÚPzV

Útvar podzemných vôd	Hrúbka [m]	Zdroje znečistenia (IMZZ)							
		ZZ na povrchu			ZZ pod kvartérom				Vážený faktor →
		Počet	Σ RK	Vážen. Σ RK	< 10 m	10 - 30 m	30 - 100 m	> 100 m	
		1,00			0,500	0,200	0,100	0,010	
SK1000100P	30 - 100	1	49	49					
SK1000200P	> 100	3	107	107					
SK1000300P	> 100	10	330	330					
SK1000400P	10 - 30	2	98	98					
SK1000500P	< 10	12	408	408					
SK1000600P	< 10	0	0	0					
SK1000700P	< 10	6	224	224					
SK1000800P	< 10	0	0	0					
SK1000900P	< 10	0	0	0					
SK1001000P	< 10	0	0	0					
SK1001100P	< 10	1	29	29					
SK1001200P	10 - 30	3	127	127					
SK1001300P	< 10	0	0	0					
SK1001400P	< 10	0	0	0					
SK1001500P	10 - 30	3	147	147					
SK1001600P	< 10	0	0	0					
SK200010FK	30 - 100	1	49	49	0	0	0	0	0
SK2000200P	30 - 100	1	49	49	0	0	49	0	1
SK200030FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2000400P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2000500P	30 - 100	0	0	0	0	0	0	107	3
SK200060KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2000700F	10 - 30	1	29	29	0	0	0	0	0
SK200080KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2000900F	10 - 30	1	19	19	0	0	0	0	0
SK2001000P	30 - 100	16	574	574	0	49	0	330	11
SK200110KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0

Útvar podzemných vôd	Hrúbka [m]	Zdroje znečistenia (IMZZ)							
		ZZ na povrchu			ZZ pod kvartérom				Vážený faktor →
		Počet	Σ RK	Váž.	< 10 m	10 - 30 m	30 - 100 m	> 100 m	
		1,00	Σ RK		0,500	0,200	0,100	0,010	
SK200120FK	30 - 100	0	0	0	48	0	0	0	2
SK2001300P	10 - 30	1	49	49	0	0	0	0	0
SK200140KF	> 100	4	96	96	0	0	0	0	0
SK200150FK	30 - 100	1	29	29	0	0	0	0	0
SK200160FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200170FP	30 - 100	0	0	0	0	49	0	0	1
SK2001800F	10 - 30	4	176	176	243	0	0	0	7
SK200190FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200200FP	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2002100P	30 - 100	0	0	0	117	0	0	0	3
SK200220FP	10 - 30	2	58	58	0	0	0	0	0
SK2002300P	10 - 30	7	203	203	224	0	0	0	6
SK200240FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200250KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200260FP	30 - 100	1	29	29	0	0	0	0	0
SK200270KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200280FK	30 - 100	4	156	156	0	0	0	0	0
SK200290FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200300FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003100P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003200P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003300F	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200340KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200350FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200360FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2003700P	10 - 30	0	0	0	29	0	0	0	1
SK200380FP	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200390KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004000P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200410KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200420FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004300F	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200440KF	> 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004500P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200460KF	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2004700F	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200480KF	> 100	1	49	49	0	0	0	0	0
SK2004900F	10 - 30	2	88	88	0	0	0	0	0
SK200500FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200510KF	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2005200P	10 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2005300P	10 - 30	0	0	0	0	127	0	0	3
SK200540FP	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200550FP	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK200560FK	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0
SK2005700F	10 - 30	0	0	0	0	49	0	0	1
SK2005800P	10 - 30	0	0	0	0	98	0	0	2
SK200590FP	30 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0

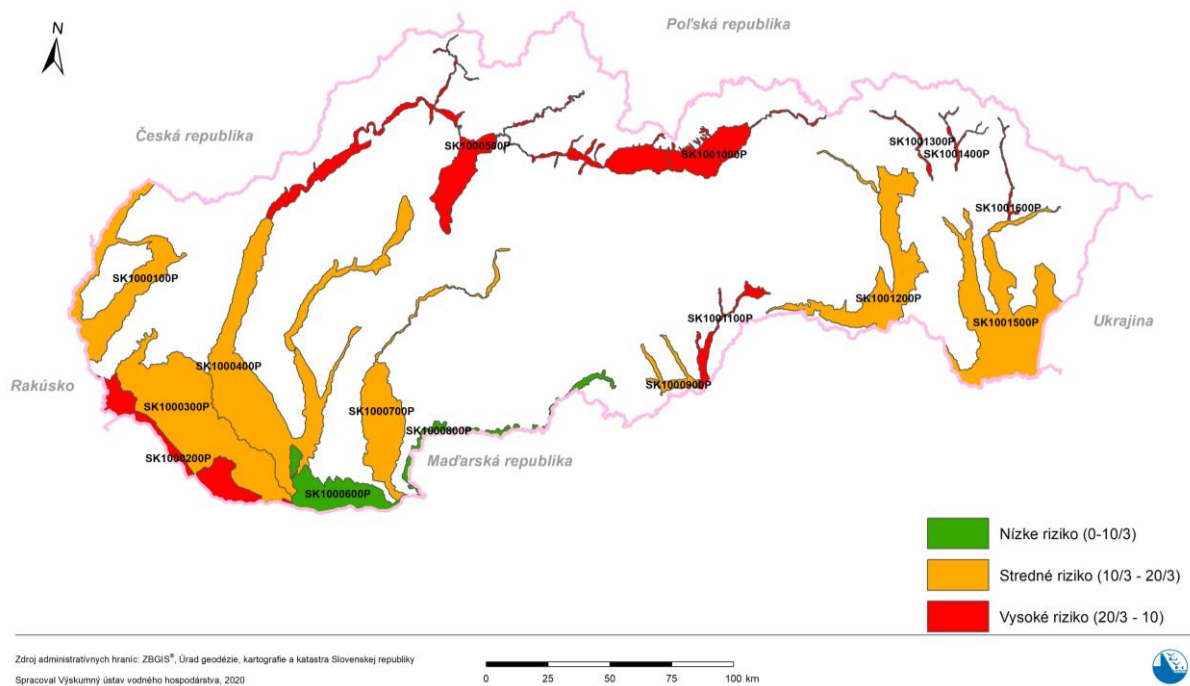
IMZZ – Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia, RK – riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd,
ÚPzV – útvar podzemných vôd, ZZ – zdroj znečistenia

Tab. 4.14 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska vplyvu významných bodových zdrojov znečistenia

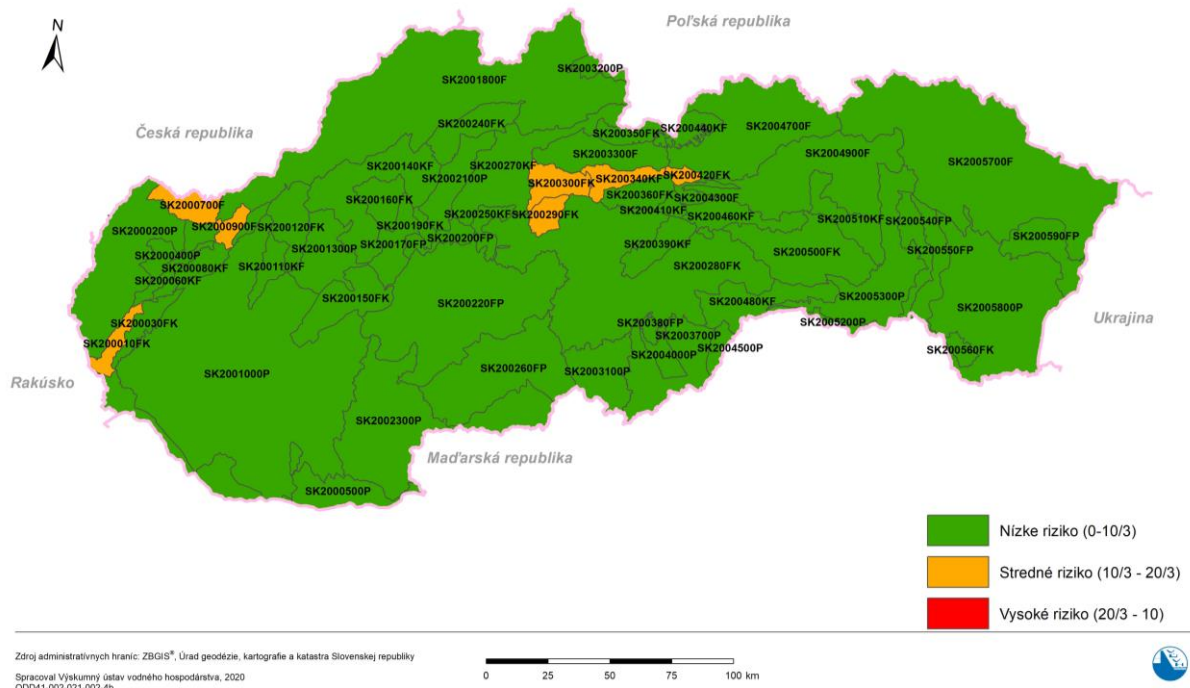
Útvar podzemných vôd	Vážená Σ K1				Vážená Σ RK		Spolu Σ K1 + RK	Plocha [km ²]	Vážená Σ K1+RK / km ²	Bodovanie
	(Potvrdené) EZ na povrchu	(Potvrdené) EZ pod kvartérom	Pravdepodobné EZ na povrchu	Pravdepodobné EZ pod kvartérom	ZZ na povrchu	ZZ pod kvartérom				
SK1000100P	183		344		49		576	830	0,69	3,5
SK1000200P	447		312		107		866	519	1,67	8,3
SK1000300P	805		842		330		1977	1668	1,18	5,9
SK1000400P	1434		986		98		2518	1943	1,30	6,5
SK1000500P	1054		1270		408		2732	1069	2,55	10,0
SK1000600P	140		144		0		284	515	0,55	2,8
SK1000700P	332		229		224		785	724	1,08	5,4
SK1000800P	55		48		0		103	198	0,52	2,6
SK1000900P	106		36		0		142	111	1,27	6,3
SK1001000P	233		358		0		591	421	1,40	7,0
SK1001100P	97		73		29		199	140	1,42	7,1
SK1001200P	432		236		127		795	934	0,85	4,3
SK1001300P	178		17		0		195	36	5,41	10,0
SK1001400P	63		72		0		135	34	3,91	10,0
SK1001500P	536		446		147		1129	1471	0,77	3,8
SK1001600P	33		189		0		222	33	6,70	10,0
SK200010FK	36	0	47	0	49	0	132	179	0,73	3,7
SK2000200P	173	15	444	30	49	5	715	1485	0,48	2,4
SK200030FK	85	0	58	0	0	0	143	222	0,64	3,2
SK2000400P	0	3	19	5	0	0	26	261	0,10	0,5
SK2000500P	0	74	0	75	0	1	151	1043	0,14	0,7
SK200060KF	0	0	42	0	0	0	42	139	0,30	1,5
SK2000700F	93	0	58	0	29	0	180	254	0,71	3,5
SK200080KF	38	0	85	0	0	0	123	312	0,39	2,0
SK2000900F	83	0	10	0	19	0	112	127	0,88	4,4
SK2001000P	863	196	708	197	574	13	2551	6248	0,41	2,0
SK200110KF	0	0	30	0	0	0	30	194	0,15	0,8
SK200120FK	20	86	49	63	0	24	241	402	0,60	3,0
SK2001300P	86	21	59	5	49	0	220	548	0,40	2,0
SK200140KF	39	0	163	0	96	0	298	1126	0,26	1,3
SK200150FK	28	0	138	0	29	0	195	579	0,34	1,7
SK200160FK	0	0	26	0	0	0	26	279	0,09	0,5
SK200170FP	28	77	57	3	0	10	175	336	0,52	2,6
SK2001800F	259	345	600	386	176	122	1887	4452	0,42	2,1
SK200190FK	0	0	0	0	0	0	0	78	0,00	0,0
SK200200FP	26	0	15	0	0	0	41	179	0,23	1,1
SK2002100P	0	39	0	28	0	59	125	439	0,29	1,4
SK200220FP	438	103	493	56	58	0	1148	2677	0,43	2,1
SK2002300P	140	78	148	76	203	112	756	2000	0,38	1,9
SK200240FK	34	0	0	0	0	0	34	407	0,08	0,4
SK200250KF	0	0	49	0	0	0	49	168	0,29	1,5

Útvar podzemných vôd	Vážená Σ K1				Vážená Σ RK		Spolu Σ K1 + RK	Plocha [km ²]	Vážená Σ K1+RK / km ²	Bodovanie
	(Potvrdené) EZ na povrchu	(Potvrdené) EZ pod kvartérom	Pravdepodobné EZ na povrchu	Pravdepodobné EZ pod kvartérom	ZZ na povrchu	ZZ pod kvartérom				
SK200260FP	31	0	90	0	29	0	150	1440	0,10	0,5
SK200270KF	0	0	51	20	0	0	71	1007	0,07	0,4
SK200280FK	488	11	487	17	156	0	1158	3509	0,33	1,7
SK200290FK	103	0	33	0	0	0	136	171	0,80	4,0
SK200300FK	172	0	43	0	0	0	215	295	0,73	3,6
SK2003100P	87	14	70	7	0	0	177	565	0,31	1,6
SK2003200P	28	0	0	0	0	0	28	119	0,24	1,2
SK2003300F	26	58	124	139	0	0	347	587	0,59	3,0
SK200340KF	32	0	197	0	0	0	229	229	1,00	5,0
SK200350FK	0	0	0	0	0	0	0	217	0,00	0,0
SK200360FK	0	0	0	0	0	0	0	278	0,00	0,0
SK2003700P	0	53	37	26	0	15	131	811	0,16	0,8
SK200380FP	0	0	0	0	0	0	0	61	0,00	0,0
SK200390KF	0	0	20	0	0	0	20	331	0,06	0,3
SK2004000P	24	0	0	0	0	0	24	164	0,15	0,7
SK200410KF	0	0	0	0	0	0	0	80	0,00	0,0
SK200420FK	0	0	57	0	0	0	57	72	0,78	3,9
SK2004300F	0	0	15	0	0	0	15	110	0,14	0,7
SK200440KF	0	0	0	0	0	0	0	191	0,00	0,0
SK2004500P	0	0	0	0	0	0	0	126	0,00	0,0
SK200460KF	0	0	63	0	0	0	63	390	0,16	0,8
SK2004700F	52	117	199	179	0	0	547	1707	0,32	1,6
SK200480KF	0	38	42	11	49	0	140	598	0,23	1,2
SK2004900F	64	8	305	5	88	0	470	1648	0,28	1,4
SK200500FK	141	0	125	0	0	0	266	1041	0,26	1,3
SK200510KF	40	0	64	0	0	0	104	384	0,27	1,4
SK2005200P	0	0	14	0	0	0	14	74	0,19	0,9
SK2005300P	0	78	30	42	0	25	176	1124	0,16	0,8
SK200540FP	0	0	11	0	0	0	11	311	0,04	0,2
SK200550FP	0	0	22	0	0	0	22	344	0,06	0,3
SK200560FK	0	0	12	0	0	0	12	99	0,12	0,6
SK2005700F	400	142	1064	151	0	10	1767	4107	0,43	2,2
SK2005800P	139	102	218	77	0	20	555	2299	0,24	1,2
SK200590FP	30	0	52	0	0	0	82	456	0,18	0,9

EZ – environmentálna záťaž, K1 – klasifikácia rizika šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd a podzemnými vodami, RK – riziko šírenia sa kontaminácie do podzemných vôd, ÚPzV – útvar podzemných vôd, ZZ – zdroj znečistenia



Obr. 4.7 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska vplyvu významných bodových zdrojov znečistenia



Obr. 4.8 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska vplyvu významných bodových zdrojov znečistenia

4.5. Používanie účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde

4.5.1. Popis problematiky a legislatíva

Medzi významné zdroje znečistenia podzemných vôd patrí poľnohospodárska rastlinná výroba a s ňou spojené používanie prípravkov na ochranu rastlín (POR), ktorých hlavnou zložkou sú účinné látky (pesticídy), ktoré sa aplikujú na ochranu rastlín pred hubami, rastlinnými a živočíšnymi škodcami. Jedná sa najmä o difúzne (plošné) znečistenie v dôsledku nesprávneho alebo nadmerného používania prípravkov na ochranu rastlín na poľnohospodárskej pôde a v lesoch. K znečisteniu podzemných vôd dochádza prienikom alebo sorpciou pesticídnej látky v pôde a jej následným výluhom prostredníctvom infiltrácie zrážok alebo v dôsledku interakcie podzemných vôd s povrchovými vodami (cca 90,0 %), v menšej miere sa znečistenie pesticídmi viaže na bodové znečistenia (staré skládky pesticídov, sklady, manipulačné plochy a pod.).

Uvádzanie prípravkov na ochranu rastlín na trh a ich používanie je regulované najmä smernicou EP a Rady 2009/128/ES, ktorou sa ustanovuje rámec pre činnosť Spoločenstva na dosiahnutie trvalo udržateľného používania pesticídov a nariadením EP a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh a o zrušení smerníc Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS – transponované do zákona č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti a o zmene zákona Národnej rady Slovenskej republiky (NR SR) č. 145/1995 Z. z. o správnych poplatkoch v znení neskorších predpisov a jeho doplňujúcich predpisov, ktoré bolo transponované v SR do predpisov. Smernica EP a Rady 2009/128/ES vyžaduje vypracovanie a schválenie národného akčného programu (NAP) na dosiahnutie trvalo udržateľného používania pesticídov, ktorý bol v SR schválený 23. 11. 2012 Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR (MPRV SR) a aktualizovaný v roku 2021 (<https://www.mpsr.sk/nap-rev-2/1268-40-1268-16379/>). Cieľom národného akčného programu je minimalizovať nebezpečenstvá a riziká pre zdravie ľudí a životné prostredie, ktoré vyplývajú z používania pesticídov stanovením cieľov, úloh, opatrení a ukazovateľov na zníženie týchto možných rizík.

V roku 2018 v EÚ bol zaznamenaný nárast počtu evidovaných účinných látok o 21,2 % a nárast počtu schválených účinných látok až o 40 % v porovnaní s rokom 2010. Celkovo z 1 361 účinných látok evidovaných v roku 2018 bolo 832 (61,1 %) nezarađených látok a 489 (35,9 %) zarađených látok a pri 40 látkach (2,9 %) prebiehalo ich hodnotenie. Z celkového

množstva pesticídnych látok (477) schválených v EÚ v roku 2018 bolo v SR autorizovaných 219 (45,9 %). (Škarbová 2019)

Registrované prípravky na ochranu rastlín sú každoročne publikované vo vestníku MPRV SR.

Spotrebu prípravkov na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde nahlasovanú poľnohospodárskymi subjektami eviduje poverená organizácia Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave (ÚKSÚP). V rokoch 2002 - 2018 sa pohybovalo množstvo aplikovaných pesticídnych látok v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde od 1 510 do 2 011 t za rok. Toto množstvo osciluje v závislosti od plodínového zloženia a klimatických pomerov v príslušnom roku, ktoré ovplyvňujú rozsah škodlivých organizmov a burín. Podrobné informácie o aplikácii pesticídnych látok v POR v jednotlivých okresoch, krajoch SR ako i prepočítané spotreby na plochy jednotlivých kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd sú uvedené v správe (Kučerová et al. 2020b).

4.5.2. Metodika

Dlhodobá miera potenciálneho vplyvu pesticídnych látok v dôsledku používania prípravkov na ochranu rastlín v útvaroch podzemných vôd bola vyhodnotená na základe údajov o ich spotrebe v okresoch SR v rokoch 2013 - 2018 prepočítanej ako aplikačné množstvo (kg) vzťahnuté na plochu (1 ha) kvartérnych a predkvartérnych ÚPzV², ako je uvedené v správe (Kučerová et al. 2020b). Trend používania účinných látok bol odhadnutý pre rok 2027 z hodnôt spotreby účinných látok v POR na plochu útvaru podzemných vôd (kg.ha⁻¹) v rokoch 2013 - 2018 lineárnou metódou, pričom minimálna hodnota nemohla vyjsť nižšie ako polovica najnižšej hodnoty počas hodnoteného obdobia a maximálna hodnota 2-krát vyššie ako najvyššia hodnota počas hodnoteného obdobia. Predpokladaná hodnota spotreby v ÚPzV do roku 2027 bola vybraná ako vyššia hodnota. Takto stanovená hodnota bola porovnaná s najvyššou hodnotou počas hodnoteného obdobia 2013 - 2018 a pre rok 2027 bola stanovená vyššia z nich, čiže tá nepriaznivejšia.

² Údaje o spotrebe pesticídnych účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín v okresoch SR (zdroj údajov: ÚKSÚP) boli prepočítané na veľkosti plôch poľnohospodárskej a lesnej pôdy v okresoch (ha), ktoré prislúchali k danému ÚPzV (zdroj: CORINE Land Cover 2012 a 2018, plochy: 211 - nezavlažovaná orná pôda, 221 - vinice, 222 - ovocné stromy a plantáže, 242 - mozaika polí, lúk a trvalých kultúr, 243 - prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie, vrátane 231 - trávnaté porasty, lúky a pasienky, a 311 - listnaté lesy, 312 - ihličnaté lesy a 313 - zmiešané lesy), ktoré následne boli prepočítané na výmeru ÚPzV.

Vypočítanej hodnote v roku 2027 bola priradená jedna z 3 kategórií hodnotenia rizika. Limitná hodnota vysokého rizika $1,00 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bola expertne odhadnutá (Hornáčková Patschová et al. 2009). Prísnejšia limitná hodnota v porovnaní s predchádzajúcim hodnotením rizika, kde bola použitá limitná hodnota $1,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Horvát a Patschová 2014) súvisí s tým, že v tomto cykle PMP boli presnejšou metodikou údaje o spotrebe účinných látok v POR prepočítané na výmeru ÚPzV, nie na výmeru poľnohospodárskej a lesnej pôdy ako v predchádzajúcom cykle PMP. Bodovanie je vytvorené lineárnou distribúciou začiatkovej (0 b za $0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a limitnej hodnoty medzi stredným a vysokým rizikom ($20/3 \text{ b}$ za $1,00 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Tab. 4.15).

Tab. 4.15 Klasifikácia rizika z hľadiska difúzneho znečistenia ÚPzV účinnými látkami (pesticídmi) v prípravkoch na ochranu rastlín (POR)

Spotreba účinných látok v POR [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]	< 0	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,01	1,05	1,20	1,35	$\geq 1,50$
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

4.5.3. Výsledky a diskusia

Riziko ohrozenia kvality podzemných vôd v dôsledku aplikácie účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín v jednotlivých ÚPzV do roku 2027 je vyhodnotené v Tab. 4.16. Ako bolo uvedené, analýza rizika vychádzala z údajov o aplikovanom množstve pesticídov v POR na poľnohospodárskej a lesnej pôde v období 2013 - 2018 (zdroj: ÚKSÚP), ktoré boli prepočítané na plochu jednotlivých útvarov podzemných vôd ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a odhadnuté spotreby pesticídnych látok v POR v roku 2027. Výsledky kvantifikácie rizika z hľadiska používania účinných látok v prípravkoch na ochranu rastlín v kvartérnych ÚPzV sú zobrazené na Obr. 4.9 a pre predkvartérne ÚPzV na Obr. 4.10.

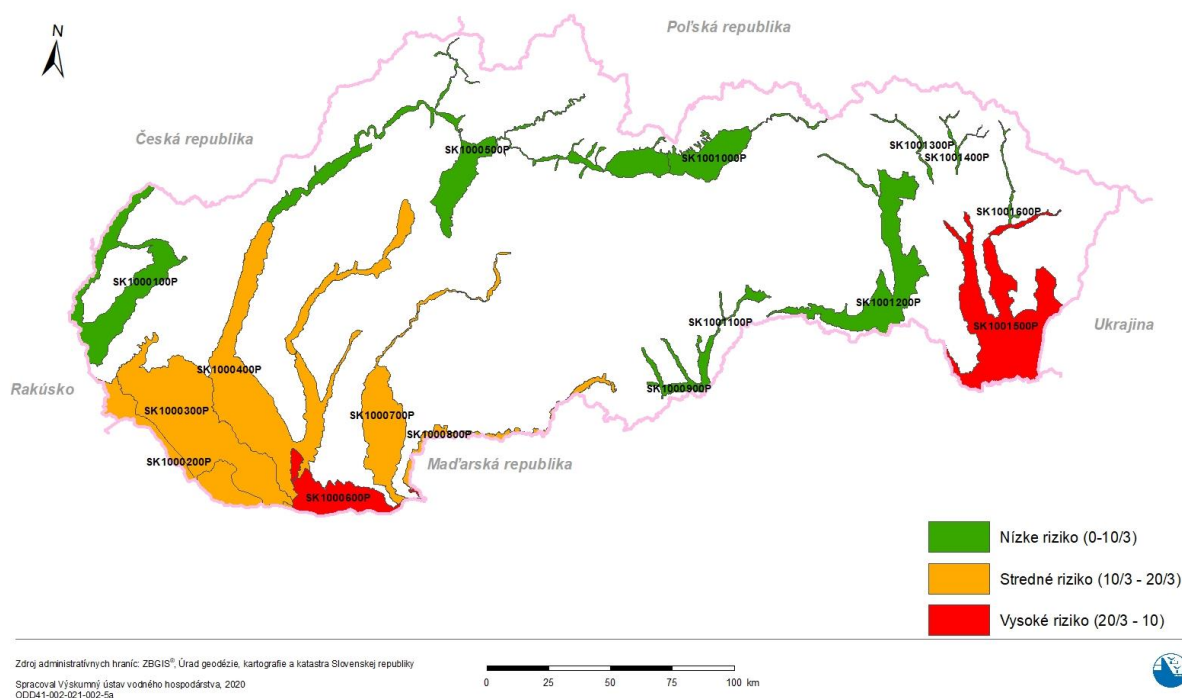
Vysoké riziko dopadu aplikácie pesticídnych látok v POR bolo pri prognózovanej spotrebe viac ako $1,00 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na útvar vyhodnotené pre kvartérne ÚPzV: **SK1000600P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy (**7,2 b**) a **SK1001500P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov (**6,9 b**) a pre predkvartérne ÚPzV: **SK2003100P** – Medzizrnové podzemné vody Lučeneckej kotliny a západnej časti Cerovej vrchoviny (**10,0 b**), **SK200030FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu (**9,6 b**), **SK200560FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody zemplinika (**8,1 b**), **SK2001000P** –

Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (7,2 b), SK200080KF – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských, Brezovských a Čachtických Karpát čiastkového povodia Váhu (7,1 b), SK2005800P – Medzizrnové podzemné vody Východoslovenskej panvy (6,9 b) a SK200110KF – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca (6,8 b). Väčšinou sa jedná o útvary podzemných vôd situované v Podunajskej panve a Východoslovenskej panve s rozvinutou poľnohospodárskou výrobou.

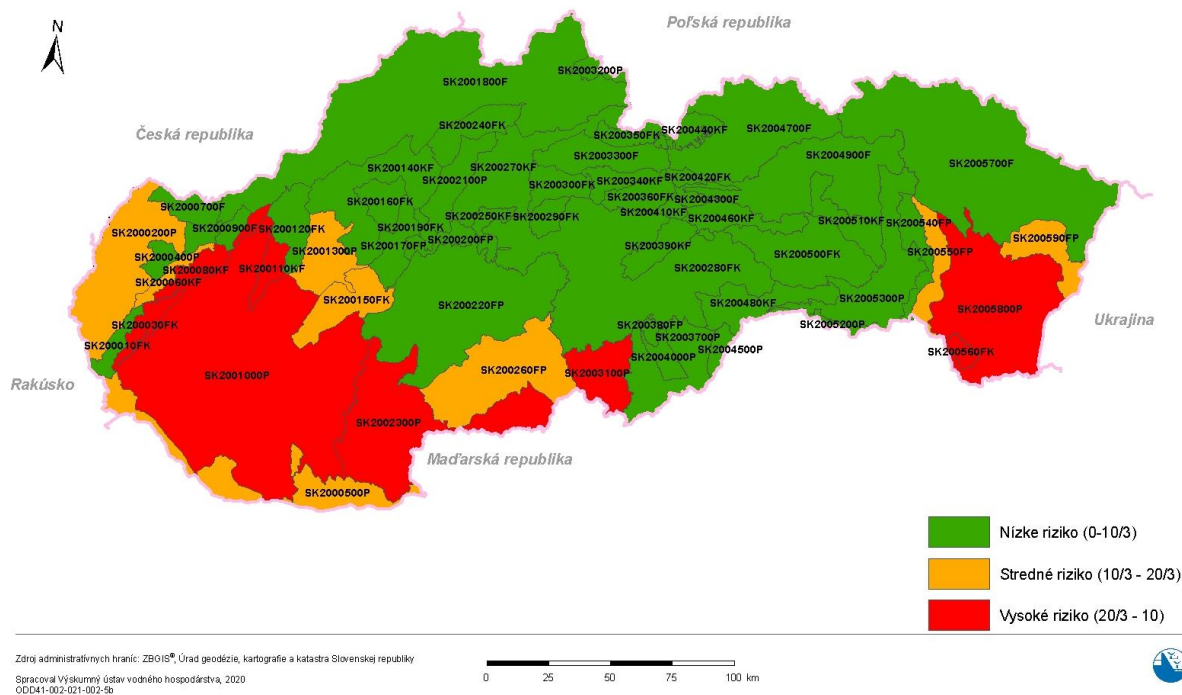
Tab. 4.16 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska používania účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín

Útvar podzemných vôd	Odhad používania POR v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Odhad používania POR v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Odhad používania POR v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Odhad používania POR v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie
SK1000100P	0,47	3,1	SK2000400P	0,37	2,5	SK2002300P	1,00	6,7	SK200420FK	0,17	1,2
SK1000200P	0,77	5,1	SK2000500P	0,92	6,1	SK200240FK	0,14	0,9	SK2004300F	0,14	0,9
SK1000300P	0,95	6,4	SK200060KF	0,51	3,4	SK200250KF	0,05	0,3	SK200440KF	0,07	0,5
SK1000400P	0,98	6,5	SK2000700F	0,43	2,9	SK200260FP	0,61	4,1	SK2004500P	0,19	1,3
SK1000500P	0,15	1,0	SK200080KF	1,06	7,1	SK200270KF	0,14	1,0	SK200460KF	0,10	0,7
SK1000600P	1,08	7,2	SK2000900F	0,38	2,5	SK200280FK	0,18	1,2	SK2004700F	0,12	0,8
SK1000700P	0,99	6,6	SK2001000P	1,09	7,2	SK200290FK	0,04	0,3	SK200480KF	0,11	0,8
SK1000800P	0,97	6,5	SK200110KF	1,02	6,8	SK200300FK	0,12	0,8	SK2004900F	0,16	1,1
SK1000900P	0,30	2,0	SK200120FK	0,50	3,3	SK2003100P	1,82	10,0	SK200500FK	0,20	1,3
SK1001000P	0,12	0,8	SK2001300P	0,67	4,5	SK2003200P	0,04	0,3	SK200510KF	0,31	2,0
SK1001100P	0,15	1,0	SK200140KF	0,25	1,7	SK2003300F	0,14	0,9	SK2005200P	0,44	3,0
SK1001200P	0,35	2,4	SK200150FK	0,76	5,0	SK200340KF	0,16	1,1	SK2005300P	0,37	2,5
SK1001300P	0,12	0,8	SK200160FK	0,25	1,7	SK200350FK	0,07	0,5	SK200540FP	0,39	2,6
SK1001400P	0,06	0,4	SK200170FP	0,25	1,6	SK200360FK	0,13	0,9	SK200550FP	0,57	3,8
SK1001500P	1,04	6,9	SK2001800F	0,12	0,8	SK2003700P	0,29	1,9	SK200560FK	1,22	8,1
SK1001600P	0,03	0,2	SK200190FK	0,25	1,7	SK200380FP	0,33	2,2	SK2005700F	0,09	0,6
SK200010FK	0,43	2,9	SK200200FP	0,27	1,8	SK200390KF	0,14	1,0	SK2005800P	1,03	6,9
SK2000200P	0,52	3,5	SK2002100P	0,24	1,6	SK2004000P	0,32	2,1	SK200590FP	0,51	3,4
SK200030FK	1,45	9,6	SK200220FP	0,19	1,2	SK200410KF	0,15	1,0			

POR – prípravok na ochranu rastlín, ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.9 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska používania účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín



Obr. 4.10 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska používania účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín

4.6. Používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde

4.6.1. Popis problematiky a legislatíva

Významný zdroj difúzneho (plošného) znečistenia z hľadiska potenciálneho rizika prieniku znečisťujúcich látok do podzemných vôd predstavuje poľnohospodárska výroba a s ňou spojená aplikácia hnojív v dôsledku ich nesprávneho alebo nadmerného používania na poľnohospodársku pôdu. Z celkového množstva priemyselných hnojív (NPK) najväčší podiel a význam predstavujú dusíkaté hnojivá (cca 74 %), len malý podiel reprezentujú fosforečnanové hnojivá (cca 11 %) a draselné hnojivá (cca 15 %). Z pohľadu znečisťovania podzemných vôd a eutrofizácie povrchových vôd živinami z poľnohospodárstva sú významné predovšetkým dusík a fosfor.

Podmienky používania hnojív a požiadavky na vyhodnotenie znečistenia podzemných vôd dusíkatými látkami sú uvedené v smernici Rady 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov, tzv. dusičnanová smernica a napr. v zákone č. 136/2000 Z. z. o hnojivách v znení neskorších predpisov a vyhláške MPRV SR č. 215/2016 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o obhospodarovaní poľnohospodárskej pôdy v zraniteľných oblastiach.

Spotrebu priemyselných a organických hnojív na poľnohospodárskej pôde nahlasovanú poľnohospodárskymi subjektami eviduje poverená organizácia ÚKSÚP. Dlhodobý vývoj spotreby priemyselných hnojív na sledovanej poľnohospodárskej pôde v SR za obdobie 2003 - 2018 zaznamenal dva čiastkové stúpajúce trendy v spotrebe priemyselných hnojív za obdobie 2003 - 2008 a obdobie 2009 - 2018 s poklesom v roku 2009. Najnižšia spotreba priemyselných hnojív bola v rokoch 2004 (98 322 t, resp. 68,13 kg.ha⁻¹) a 2009 (98 477 t, resp. 66,01 kg.ha⁻¹). Najvyššie aplikácie priemyselných hnojív boli zdokumentované v posledných 3 rokoch, pričom v roku 2016 dosahovali maximum (161 396 t, resp. 103,39 kg.ha⁻¹). Odlišná situácia bola v prípade spotreby organických hnojív na sledovanej poľnohospodárskej pôde v rokoch 2008 - 2018, kde bol pozorovaný pozvoľna klesajúci trend v aplikovaní organických hnojív v SR v rokoch 2008 - 2015 a strmý pokles v rokoch 2015 - 2018. Na porovnanie, v roku 2008 bola spotreba organických hnojív 5 659 959 t, resp. 3 730 kg.ha⁻¹ a v roku 2018 dosahovala aplikácia hnojív 3 664 709 t, resp. 2 154 kg.ha⁻¹. Podrobné informácie o spotrebe hnojív v jednotlivých okresoch, krajoch SR ako i prepočítané na plochy jednotlivých kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd sú uvedené v správe (Kučerová et al. 2020b).

4.6.2. Metodika

Dlhodobá miera rizika prieniku znečistenia do podzemných vôd v dôsledku používania priemyselných hnojív bola vyhodnotená na základe údajov o ich spotrebe v okresoch, resp. katastroch SR v rokoch 2013 - 2018, ktoré boli prepočítané ako aplikačné množstvo (kg) vzťahnuté na plochu (1 ha) kvartérnych a predkvartérnych ÚPzV³, ako je podrobne uvedené v správe (Kučerová et al. 2020b). Trend spotreby priemyselných hnojív bol odhadnutý pre rok 2027 z hodnôt spotreby priemyselných hnojív na plochu útvaru podzemných vôd (kg.ha⁻¹) v rokoch 2013 - 2018 lineárnou metódou, pričom minimálna hodnota nemohla vyjsť nižšie ako polovica najnižšej hodnoty počas hodnoteného obdobia a maximálna hodnota 2-krát vyššie ako najvyššia hodnota počas hodnoteného obdobia. Predpokladaná hodnota spotreby priemyselných hnojív v ÚPzV v roku 2027 bola vybraná ako vyššia hodnota. Takto stanovená hodnota bola porovnaná s najvyššou hodnotou počas hodnoteného obdobia 2013 - 2018 a pre rok 2027 bola stanovená vyššia z nich, čiže tá nepriaznivejšia.

Vypočítanej hodnote v roku 2027 bola priradená jedna z 3 kategórií hodnotenia rizika. Limitná hodnota vysokého rizika 100 kg.ha⁻¹ bola expertne odhadnutá berúc do úvahy v zákone č. 136/2000 Z. z. v znení neskorších predpisov stanovené limity hnojenia v zraniteľných oblastiach (mimo zraniteľné oblasti nie sú limity legislatívne stanovené), kde sú stanovené limitné dávky dusíka pri jednotlivých plodinách podľa výnosovej hladiny (v prílohe č. 7) a určené limity jednorazových aplikačných dávok dusíka v závislosti od termínu aplikácie, typu aplikovaného dusíkatého hnojiva, svahovitosti pozemku a náročnosti plodiny na dusík. Tieto limity jednorazových dávok sa vo všeobecnosti pohybujú na úrovni od 40 do 60 kg N.ha⁻¹, na rovinách v nízkom a strednom stupni zranenia pre náročné plodiny do 90 kg N.ha⁻¹. Ako už bolo uvedené, dusíkaté hnojivá tvoria cca 74 % celkového množstva priemyselných hnojív (NPK), a preto limitná hodnota vysokého rizika bola odhadnutá ako 100 kg.ha⁻¹. Limitná hodnota pre vysoké riziko v predchádzajúcom hodnotení rizika bola 170 kg.ha⁻¹ (Horvát a Patschová 2014). V tomto cykle PMP boli presnejšou metodikou údaje o spotrebe priemyselných hnojív prepočítané na výmeru ÚPzV, nie na výmeru poľnohospodárskej pôdy ako v predchádzajúcom cykle PMP.

³ Údaje o spotrebe priemyselných hnojív na sledovanú poľnohospodársku pôdu v okresoch, resp. katastroch (pre rok 2018) v SR (zdroj údajov: ÚKSÚP) boli prepočítané na veľkosti plôch poľnohospodárskej pôdy okresov (ha), ktoré prislúchali k danému ÚPzV (zdroj: CORINE Land Cover 2012 a 2018, plochy: 211 - nezavlažovaná orná pôda, 221 - vinice, 222 - ovocné stromy a plantáže, 242 - mozaika polí, lúk a trvalých kultúr a 243 - prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie), ktoré následne boli prepočítané na výmeru ÚPzV.

Analýza rizika je založená na kvantifikácii vytvorenej lineárnou distribúciou začiatkovej (0 b za 0 kg.ha⁻¹) a limitnej hodnoty medzi stredným a vysokým rizikom (20/3 b za 100 kg.ha⁻¹) (Tab. 4.17).

Tab. 4.17 Klasifikácia rizika z hľadiska difúzneho znečistenia ÚPzV priemyselnými hnojivami

Spotreba hnojív [kg.ha ⁻¹]	< 0	15	30	45	60	75	90	101	105	120	135	> 150
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

4.6.3. Výsledky a diskusia

Riziko kontaminácie podzemných vôd a nedosiahnutie environmentálnych cieľov do roku 2027 v dôsledku používania priemyselných hnojív v jednotlivých ÚPzV je vyhodnotené v Tab. 4.18. Vstupom do analýzy rizika boli údaje o spotrebe priemyselných hnojív NPK (zastúpených najmä hnojivami s obsahom dusíka) na sledovanej poľnohospodárskej pôde v období 2013 - 2018 (zdroj ÚKSÚP), ktoré boli prepočítané na plochu jednotlivých útvarov podzemných vôd (kg.ha⁻¹) a odhadnuté spotreby priemyselných hnojív v roku 2027. Výsledky kvantifikácie rizika z hľadiska používania priemyselných hnojív sú uvedené v Tab. 4.18 a zobrazené pre kvartérne ÚPzV na Obr. 4.11 a pre predkvartérne ÚPzV na Obr. 4.12.

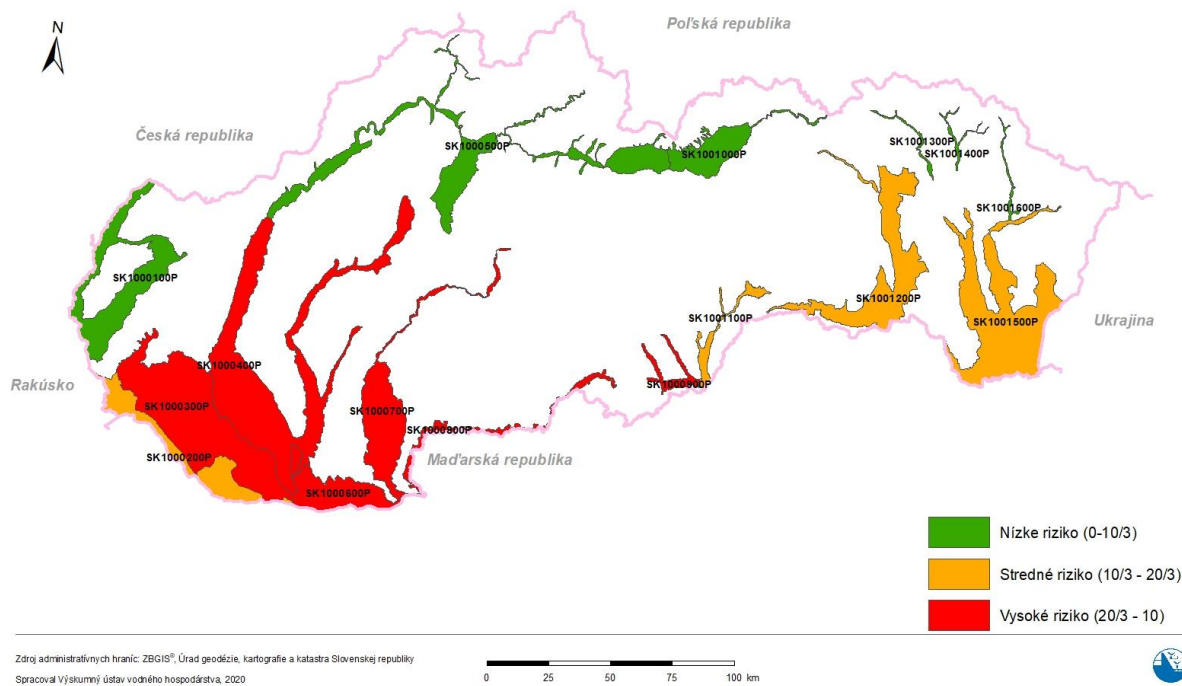
Vysoké riziko kontaminácie na základe prognózy používania priemyselných hnojív do roku 2027 bolo vyhodnotené v kvartérnych ÚPzV: **SK1000300P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy (10,0 b), **SK1000600P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy (10,0 b), **SK1000700P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov (10,0 b), **SK1000400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov (9,9 b), **SK1000800P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipľa a jeho prítokov (8,1 b) a **SK1000900P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov (7,1 b). Vysoké riziko vplyvom predpokladanej spotreby priemyselných hnojív bolo vyhodnotené v predkvartérnych ÚPzV: **SK2001000P** – Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (10,0 b), **SK2002300P** – Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipeľskej kotliny (10,0 b) a **SK2000500P** – Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy (7,7 b). Väčšinou sa jedná o útvary podzemných vôd situované v Podunajskej panve s rozvinutou poľnohospodárskou výrobou. Všetky ÚPzV s vysokým rizikom majú medzizrnovú priepustnosť kolektora.

Výsledky vyhodnotenia rizika na základe spotreby priemyselných hnojív dobre korelujú s výsledkami hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd, kde väčšina uvedených ÚPzV s vysokým rizikom bola klasifikovaná v zlom chemickom stave v dôsledku dusíkatých látok (dusičnanov a amónnych iónov) a fosforečnanov (Tab. 4.3).

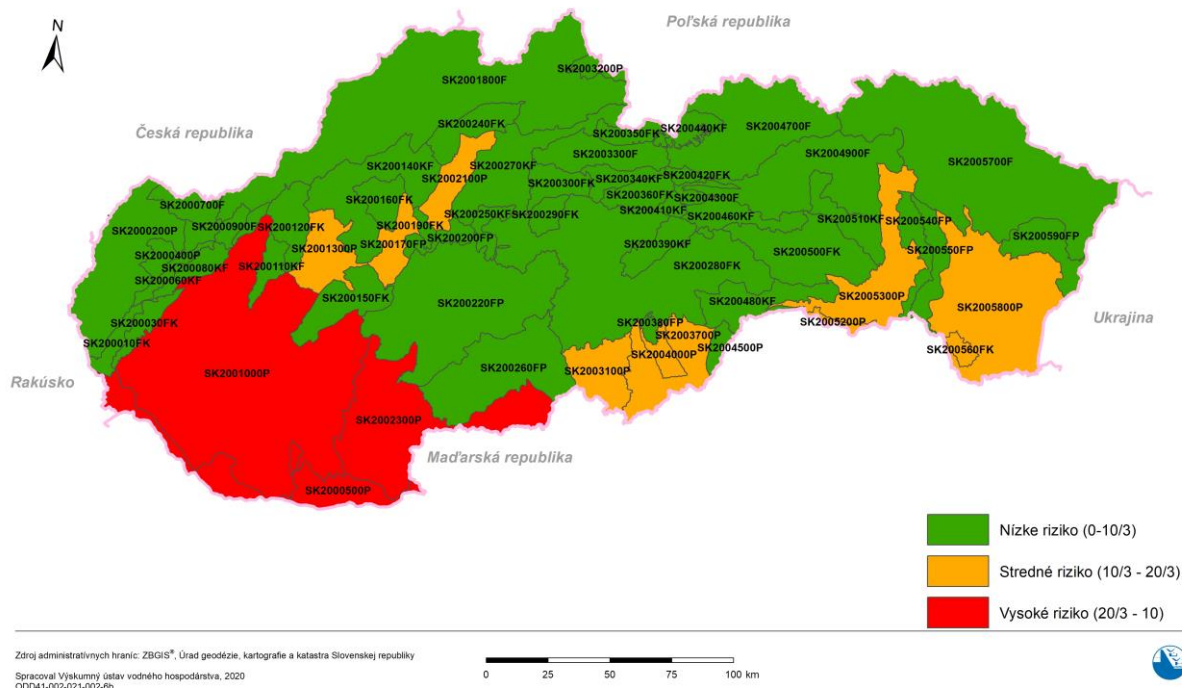
Tab. 4.18 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska spotreby priemyselných hnojív

Útvar podzemných vôd	Odhad spotreby hnojív v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Odhad spotreby hnojív v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Odhad spotreby hnojív v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Odhad spotreby hnojív v 2027 [kg.ha ⁻¹]	Bodovanie
SK1000100P	38	2,5	SK2000400P	24	1,6	SK2002300P	169	10,0	SK200420FK	13	0,9
SK1000200P	79	5,3	SK2000500P	115	7,7	SK200240FK	1	0,1	SK2004300F	5	0,3
SK1000300P	150	10,0	SK200060KF	18	1,2	SK200250KF	2	0,1	SK200440KF	0	0,0
SK1000400P	148	9,9	SK2000700F	31	2,0	SK200260FP	33	2,2	SK2004500P	41	2,7
SK1000500P	35	2,3	SK200080KF	33	2,2	SK200270KF	3	0,2	SK200460KF	1	0,1
SK1000600P	161	10,0	SK2000900F	38	2,6	SK200280FK	7	0,5	SK2004700F	11	0,7
SK1000700P	196	10,0	SK2001000P	156	10,0	SK200290FK	3	0,2	SK200480KF	15	1,0
SK1000800P	121	8,1	SK200110KF	34	2,3	SK200300FK	1	0,1	SK2004900F	19	1,3
SK1000900P	106	7,1	SK200120FK	23	1,5	SK2003100P	53	3,5	SK200500FK	4	0,3
SK1001000P	18	1,2	SK2001300P	92	6,2	SK2003200P	12	0,8	SK200510KF	11	0,7
SK1001100P	60	4,0	SK200140KF	12	0,8	SK2003300F	22	1,5	SK2005200P	78	5,2
SK1001200P	59	3,9	SK200150FK	28	1,9	SK200340KF	6	0,4	SK2005300P	60	4,0
SK1001300P	32	2,2	SK200160FK	17	1,1	SK200350FK	0	0,0	SK200540FP	14	0,9
SK1001400P	18	1,2	SK200170FP	53	3,5	SK200360FK	1	0,1	SK200550FP	13	0,9
SK1001500P	81	5,4	SK2001800F	8	0,6	SK2003700P	66	4,4	SK200560FK	52	3,4
SK1001600P	17	1,1	SK200190FK	39	2,6	SK200380FP	34	2,3	SK2005700F	11	0,7
SK200010FK	12	0,8	SK200200FP	5	0,3	SK200390KF	3	0,2	SK2005800P	82	5,5
SK2000200P	42	2,8	SK2002100P	56	3,7	SK2004000P	87	5,8	SK200590FP	10	0,6
SK200030FK	19	1,2	SK200220FP	15	1,0	SK200410KF	2	0,1			

ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.11 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska používania priemyselných hnojív



Obr. 4.12 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska používania priemyselných hnojív

4.7. Odkanalizovanie sídiel

4.7.1. Popis problematiky a legislatíva

RSV určuje zásady smerovania v jednotlivých činnostiach a postupoch vodnej politiky, vrátane oblasti odpadových vôd. Pre oblasť odvádzania a čistenia komunálnych odpadových vôd majú zásadný význam ustanovenia zákona, ktoré sú transpozíciou požiadaviek smernice Rady 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd. Požiadavky sú plne transponované aj do právnych predpisov SR v oblasti ochrany vôd: zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (vodný zákon) a nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. V oblasti verejných vodovodov a verejných kanalizácií danú problematiku upravuje zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (vodný zákon) v § 36 o vypúšťaní odpadových vôd a osobitných vôd do povrchových vôd požaduje:

- (1) Komunálne odpadové vody pred ich vypúšťaním do povrchových vôd alebo podzemných vôd musia prejsť čistením, ktorým sa zabezpečia spôsobom podľa ods. 2 a 3 požadované limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia týchto vypúšťaných vôd v závislosti od veľkosti zdroja znečistenia.
- (2) Komunálne odpadové vody, ktoré vznikajú v aglomeráciách nad 2 000 ekvivalentných obyvateľov, sa musia odvádzať a prejsť čistením len verejnou kanalizáciou. Tam, kde výstavba verejnej kanalizácie nepredstavuje prínos pre životné prostredie alebo vyžaduje neprimerane vysoké náklady, možno použiť individuálne systémy alebo iné primerané systémy, ktorými sa dosiahne rovnaká úroveň ochrany životného prostredia ako pri odvádzaní odpadových vôd verejnou kanalizáciou. Takýmito systémami sú najmä vodotesné žumpy alebo malé čistiarne odpadových vôd. Pri nakladaní s odpadovými vodami akumulovanými vo vodotesných žumpách sa postupuje podľa osobitného predpisu, pričom tieto musia byť zneškodňované v čistiarni odpadových vôd.
- (3) Nakladanie s komunálnymi odpadovými vodami, ktoré vznikajú v aglomeráciách menších ako 2 000 ekvivalentných obyvateľov, ktoré nemajú vybudovanú verejnú kanalizáciu bez primeraného čistenia alebo v riedko osídlených oblastiach mimo aglomerácií možno okrem verejnej kanalizácie riešiť aj individuálnymi systémami alebo inými primeranými systémami, ktorými sú najmä vodotesné žumpy a pre riedko osídlené oblasti aj malé čistiarne odpadových vôd s primeraným čistením tak, aby sa dosiahli environmentálne ciele pre povrchové vody a podzemné vody v súlade s § 5. Pri nakladaní

s odpadovými vodami akumulovanými vo vodotesných žumpách sa postupuje podľa osobitného predpisu, pričom tieto musia byť zneškodňované v čistiarni odpadových vôd.

- (4) Povolenie na stavbu iného primeraného systému alebo individuálneho systému podľa ods. 2 a 3 možno vydať len na dobu určitú. V lokalitách, kde je vybudovaná a uvedená do prevádzky verejná kanalizácia sa po skončení platnosti povolenia toto predlžovať nebude. Ten, kto akumuluje odpadové vody v žumpe, je povinný zabezpečovať ich zneškodňovanie odvozom do čistiarne odpadových vôd a na výzvu obce alebo orgánu štátnej vodnej správy predložiť doklady o odvoze odpadových vôd najviac za posledné dva roky.

S účinnosťou od 15. septembra 2020 bude môcť obec alebo orgán štátnej vodnej správy kontrolovať doklady o odvoze odpadových vôd zo žump dva roky dozadu (§ 80 e (4)).

Vypúšťať obsah žump do povrchových a podzemných vôd je zakázané (§ 36 (14)). Je teda **zakázané likvidovať, resp. vypúšťať odpadové vody zo žump do rigolov, na cesty, na voľné priestranstvá zelene obce a ani svojvoľným vývozom na okolité polia**. Sprísnené podmienky likvidovania žump na Slovensku platia od 15. marca 2018 novelizáciou zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (vodného zákona).

Za posledné roky bol v SR dosiahnutý mierny pokrok v odvádzaní a čistení komunálnych odpadových vôd. Počet obyvateľov napojených na verejnú kanalizáciu v roku 2018 dosiahol 3 724 tisíc obyvateľov, čo predstavuje 68,4 % z celkového počtu obyvateľov SR. V porovnaní s rokom 2012, v ktorom bolo 3 377 tisíc obyvateľov z celkového počtu 5 411 tisíc obyvateľov (t. j. 62,4 %) pripojených na verejnú kanalizáciu, to predstavuje nárast o 6,0 %. V roku 2018 z celkového počtu 2 890 samostatných obcí malo vybudovanú verejnú kanalizáciu 1 128 obcí (t. j. 39,0 % z celkového počtu obcí SR). Za celoslovenským priemerom zaostávajú najmä Trenčiansky, Nitriansky, Banskobystrický a Košický kraj. (<https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=1276>)

Vzhľadom na ciele a požiadavky vyplývajúce zo smernice Rady 91/271/EHS SR sústredila maximálnu pozornosť a finančné prostriedky do budovania verejných kanalizácií a zvýšenia efektívnosti čistiarní odpadových vôd (ČOV) v súlade s Národným programom Slovenskej republiky pre vykonávanie smernice Rady 91/271/EHS v znení smernice Komisie 98/15/ES, nariadenia (ES) č. 1882/2003 EP a Rady a nariadenia EP a Rady (ES) č. 1137/2008. SR sa pri vstupe k EÚ zaviazala odkanalizovať predovšetkým obce nad 2 000 obyvateľov (ekvivalentných obyvateľov – EO). Financovanie sa realizovalo v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia (OP KŽP) pre odkanalizovanie na roky 2007 - 2013,

ktorého cieľom bolo znížiť znečistenie vôd a zvýšiť kvalitu života obyvateľov SR. Nedostatkom tohto OP KŽP bolo, že nebolo možné podporovať budovanie kanalizácií v menších obciach pod 2 000 obyvateľov, z ktorých sa mnohé nachádzajú v chránených oblastiach a územiach, ktoré vykazujú i zlý stav vôd. V operačnom programe Kvalita životného prostredia na programové obdobie 2014 - 2020 je špecifický cieľ 1.2.1 zameraný na zlepšenie zberu, čistenia a vypúšťania komunálnych odpadových vôd v aglomeráciách nad 2 000 ekvivalentných obyvateľov a v chránených vodohospodárskych oblastiach v aglomeráciách do 2 000 ekvivalentných obyvateľov. Od roku 2019 je možné zažiadať o dotácie z Envirofonde na budovanie verejných kanalizácií v súlade s materiálom Financovanie rozvoja verejných vodovodov (s dôrazom pre obce do 2 000 obyvateľov) a verejných kanalizácií (s dôrazom pre obce v aglomeráciách do 2 000 ekvivalentných obyvateľov) v Slovenskej republike pre roky 2020 - 2030.

Efekty pripojenia obyvateľstva na verejnú kanalizáciu s ČOV sa prejavujú zlepšovaním parametrov vypúšťaných vyčistených odpadových vôd, resp. znižovaním vypúšťaného znečistenia do vodného prostredia. Problémom zostávajú aglomerácie, v ktorých vyprodukované znečistenie nie je odvádzané na komunálne ČOV, resp. nie sú dostatočne čistené v ČOV. Podľa smernice Rady 91/271/EHS sa vyžaduje odvádzat' a čistiť odpadové vody v mestských sídlach najmenej s 2 000 obyvateľmi a vykonávať sekundárne čistenie (všeobecne zahŕňa biologické čistenie) odvádzaných odpadových vôd a uplatňovať náročnejšie čistenie v mestských sídlach s vyše 10 000 obyvateľmi. Zhodnotenie implementácie smernice Rady 91/271/EHS je podrobne uvedené v Situačnej správe o zneškodňovaní komunálnych odpadových vôd a čistiarenských kalov v Slovenskej republike za roky 2017 a 2018 (MŽP SR, VÚVH 2020).

4.7.2. Metodika

Na odhad rizika ohrozenia kvality podzemných vôd dôsledkom nedostatočného odkanalizovania sídel boli použité informácie o počte obyvateľov napojených na verejnú kanalizáciu ako i počet obyvateľov pripojených na verejnú kanalizáciu s ČOV s presnosťou na obce v roku 2018 z databázy ZBERVaK, ktorú prevádzkuje VÚVH. Údaje o počte obyvateľov bez napojenia na verejnú kanalizáciu a ČOV boli prepočítané na zastavané územie obce (intravilán) a v prípade, keď útvar podzemných vôd prechádzal len časťou intravilánu (napr. 50 %), bol použitý daný pomer územia (50 % výmery intravilánu) a obyvateľov (50 % z celkového počtu obyvateľov).

Hustota obyvateľov SR v intraviláne v roku 2018 bola 3 957 obyvateľov na km², pričom 2 000 obyvateľov (EO) na km² je považovaných za vysoké riziko pre podzemné vody. Analýza rizika ohrozenia kvality podzemných vôd nedostatočným odkanalizovaním sídiel je založená na kvantifikácii vytvorenej lineárnou distribúciou minimálnej (0 b za 0 obyvateľov.km⁻² intravilánu) a limitnej hodnoty medzi stredným a vysokým rizikom (20/3 b za 2000 obyvateľov.km⁻² intravilánu) ako je uvedené v Tab. 4.19.

Tab. 4.19 Klasifikácia rizika z hľadiska nedostatočného odkanalizovania sídiel

Nedostatočné odkanalizovanie sídiel [obyv.km ⁻² intravilánu]	0	300	600	900	1200	1500	1800	2000	2100	2400	2700	≥ 3000
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

4.7.3. Výsledky a diskusia

Vstupné údaje o počte a hustote obyvateľov bez napojenia na ČOV a verejnú kanalizáciu v jednotlivých útvaroch podzemných vôd v roku 2018 ako i kvantifikácia rizika zhoršenia kvality ÚPzV vzhľadom k nedostatočnému odkanalizovaniu sídiel sú uvedené v Tab. 4.20. Kvantifikácia rizika z hľadiska tohto faktora je zobrazená pre kvartérne ÚPzV na Obr. 4.13 a pre predkvartérne ÚPzV na Obr. 4.14.

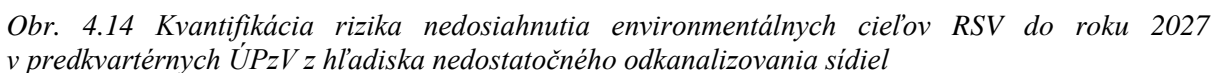
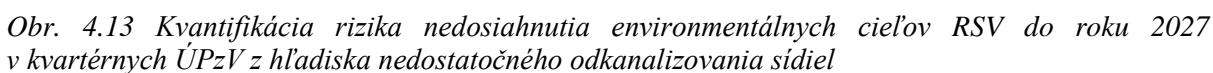
Vysoké riziko bolo vyhodnotené pre predkvartérne ÚPzV: **SK200410KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier (10,0 b), **SK2004300F** – Puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Kozích chrbtov (10,0 b), **SK2003200P** – Medzizrnové podzemné vody Oravskej kotliny (7,8 b), **SK200420FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Kozích chrbtov (7,5 b), **SK200460KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu (6,7 b) a **SK2004700F** – Puklinové podzemné vody podtatranskej skupiny a flyšového pásma čiastkového povodia Dunajca a Popradu (6,7 b).

Je to jeden z mála faktorov rizika, v ktorom sa prejavuje vysoké riziko pre predkvartérne ÚPzV a nie pre kvartérne ÚPzV, v ktorých bolo zistené najhoršie stredné riziko (pre všetky ÚPzV s výnimkou 1 ÚPzV SK1000100P). V porovnaní s predchádzajúcim hodnotením rizika (Horvát a Patschová 2014) došlo najmä v prípade kvartérnych ÚPzV k zlepšeniu v hodnotení rizika, ktoré je výsledkom pokroku dosiahnutom v implementácii smernice Rady 91/271/EHS, to je zvýšením počtu obyvateľov pripojených na verejnú kanalizáciu a výstavbou ČOV.

Tab. 4.20 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV na základe chýbajúcej kanalizácie a ČOV v sídlach*

Útvar podzemných vôd	Celková plocha ÚPzV		Intravilán	Počet obyvateľov bez ČOV a kanalizácie		Hustota obyvateľov bez ČOV a kanalizácie	Hustota obyvateľov v intraviláne bez ČOV a kanalizácie	Bodovanie	Útvar podzemných vôd	Celková plocha ÚPzV		Intravilán	Počet obyvateľov bez ČOV a kanalizácie		Hustota obyvateľov bez ČOV a kanalizácie	Hustota obyvateľov v intraviláne bez ČOV a kanalizácie	Bodovanie
	[km ²]			[ks]			[obyv.km ⁻²]			[km ²]			[ks]			[obyv.km ⁻²]	
SK1000100P	830	14		13785	17		957	3,2	SK2002300P	2000	93		86922	43		938	3,1
SK1000200P	519	11		13362	26		1216	4,1	SK200240FK	407	2		1992	5		1202	4,0
SK1000300P	1668	79		100949	61		1273	4,2	SK200250KF	168	2		2512	15		1078	3,6
SK1000400P	1943	89		115607	59		1297	4,3	SK200260FP	1440	28		27584	19		985	3,3
SK1000500P	1069	43		67175	63		1548	5,2	SK200270KF	1007	5		8225	8		1507	5,0
SK1000600P	515	31		32424	63		1062	3,5	SK200280FK	3509	58		82430	23		1425	4,8
SK1000700P	724	35		36496	50		1028	3,4	SK200290FK	171	3		5004	29		1473	4,9
SK1000800P	198	12		13556	68		1104	3,7	SK200300FK	295	1		850	3		1336	4,5
SK1000900P	111	6		8998	81		1408	4,7	SK2003100P	565	16		26007	46		1649	5,5
SK1001000P	421	10		15373	37		1618	5,4	SK2003200P	119	1		2109	18		2332	7,8
SK1001100P	140	12		18509	132		1532	5,1	SK2003300F	587	11		12949	22		1130	3,8
SK1001200P	934	51		76445	82		1508	5,0	SK200340KF	229	1		674	3		1340	4,5
SK1001300P	36	3		3490	97		1316	4,4	SK200350FK	217	0		0	0		295	1,0
SK1001400P	34	3		3448	100		1026	3,4	SK200360FK	278	0		207	1		461	1,5
SK1001500P	1471	68		77012	52		1139	3,8	SK2003700P	811	29		41275	51		1408	4,7
SK1001600P	33	3		3712	112		1103	3,7	SK200380FP	61	1		521	9		548	1,8
SK200010FK	179	1		1451	8		1502	5,0	SK200390KF	331	1		2475	7		1652	5,5
SK2000200P	1485	34		41675	28		1211	4,0	SK2004000P	164	4		3942	24		947	3,2
SK200030FK	222	2		3268	15		1447	4,8	SK200410KF	80	0		1263	16		3389	10,0
SK2000400P	261	7		5619	22		860	2,9	SK200420FK	72	0		292	4		2257	7,5
SK2000500P	1043	42		46177	44		1098	3,7	SK2004300F	110	0		432	4		3252	10,0
SK200060KF	139	3		3400	24		1284	4,3	SK200440KF	191	0		89	0		517	1,7
SK2000700F	254	8		6709	26		802	2,7	SK2004500P	126	2		2845	23		1547	5,2
SK200080KF	312	6		6303	20		1026	3,4	SK200460KF	390	4		8587	22		1996	6,7
SK2000900F	127	7		6115	48		880	2,9	SK2004700F	1707	24		47299	28		2002	6,7
SK2001000P	6248	273		332368	53		1216	4,1	SK200480KF	598	11		15034	25		1328	4,4
SK200110KF	194	6		6272	32		1059	3,5	SK2004900F	1648	45		77194	47		1711	5,7
SK200120FK	402	8		9206	23		1217	4,1	SK200500FK	1041	20		27160	26		1389	4,6
SK2001300P	548	36		42138	77		1171	3,9	SK200510KF	384	11		15208	40		1388	4,6
SK200140KF	1126	22		28063	25		1305	4,3	SK2005200P	74	3		3424	46		989	3,3
SK200150FK	579	15		18575	32		1208	4,0	SK2005300P	1124	56		82434	73		1464	4,9
SK200160FK	279	6		9639	35		1622	5,4	SK200540FP	311	7		8348	27		1184	3,9
SK200170FP	336	18		26898	80		1474	4,9	SK200550FP	344	5		6095	18		1199	4,0
SK2001800F	4452	131		220574	50		1684	5,6	SK200560FK	99	4		3350	34		863	2,9
SK200190FK	78	4		4456	57		1229	4,1	SK2005700F	4107	107		100958	25		946	3,2
SK200200FP	179	1		1503	8		1373	4,6	SK2005800P	2299	116		126210	55		1084	3,6
SK2002100P	439	13		15623	36		1202	4,0	SK200590FP	456	4		2577	6		720	2,4
SK200220FP	2677	56		73425	27		1312	4,4									

* – výsledky kvantifikácie rizika boli korigované z dôvodu zistenia chyby pri výpočte ČOV – čistiareň odpadových vôd, ÚPzV – útvar podzemných vôd



4.8. Ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia

4.8.1. Popis problematiky a legislatíva

Pod pojmom faktora ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia boli zahrnuté: mapa tried podzemných vôd z roku 2001 (Chriaštel' et al. 2001), ochranné pásma zdrojov podzemných vôd, chránené územia podľa stupňa ochrany, územia európskeho významu a Ramsarské lokality – t. j. chránené suchozemské ekosystémy.

Mapa tried podzemných vôd

Mapa tried podzemných vôd je výsledkom projektu Sanácia znečistených pôd a podzemných vôd vypracovanej v spolupráci s Dánskou agentúrou životného prostredia v roku 2001, v rámci ktorého bola spracovaná aj čiastková úloha 1.2. Vytvorenie jednej okresnej databázy vrátane všetkých údajov a máp (Chriaštel' et al. 2001). Zostavenie mapy tried zahrňovalo kategórie uvedené v Tab. 4.21.

Vstupné informácie pre vyhodnotenie vodohospodárskej významnosti hydrogeologických rájónov reprezentujú nasledovné parametre:

- kvantita podzemných vôd – špecifické využiteľné množstvá podzemných vôd vyjadrené v $\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$,
- kvalita podzemných vôd – limitné koncentrácie definované normou STN 75 7111 “Kvalita vody. Pitná voda“ a náročnosť úpravy danej podzemnej vody pre pitné účely,
- miera využívania hydrogeologického rájónu – bilančný stav definovaný ako pomer využiteľných zásob a odoberaných množstiev podzemných vôd.

Tab. 4.21 Zostavenie mapy tried podzemných vôd (Chriaštel' et al. 2001, Horvát a Patschová 2014)

Kategória	Body	Opis
Vodohospodársky význam hodnoteného územia		územia so špeciálnymi vodohospodárskymi záujmami (chránené vodohospodárske oblasti – podľa § 31 12 zákona č. 364/2004 Z. z., ochranné pásma vodárenských zdrojov – podľa § 32 zákona č. 364/2004 Z. z.)
	6	územia s vodohospodárskymi záujmami (citlivé oblasti – podľa § 33 zákona č. 364/2004 Z. z., ochranné pásma vodárenských zdrojov – podľa § 32 zákona č. 364/2004 Z. z., územia nad oblasťami s využívaním podzemných vôd, územia s významnými zásobami podzemných vôd – možnosť využívania $> 20 \text{ l.s}^{-1}$)
	0	územia s obmedzenými vodohospodárskymi záujmami (územia bez využitia a bez možnosti významného

Kategória	Body	Opis
		využívania podzemných vôd
Kvalita podzemných vôd	7	I. trieda: vyhovuje STN 75 7111 alebo na úpravu vody pre pitné účely je potrebné 1-stupňové čistenie
	5	II. trieda: na úpravu vody pre pitné účely je potrebné 2-stupňové čistenie
	3	III. trieda: na úpravu vody pre pitné účely je potrebné 3-stupňové čistenie
Špecifické využiteľné množstvo	9	$> 2 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$
	6	$1 - 2 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$
	3	$< 1 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$
Bilančný stav vyjadrený ako pomer využiteľných množstiev a odberov podzemných vôd	3	$< 1,43$
	1	$\geq 1,43$
Celkové vyhodnotenie	> 14	územie so špeciálnymi vodohospodárskymi záujmami: PHO 1. a 2. stupňa a OP I. stupňa
	12 - 14	územie s vodohospodárskymi záujmami: PHO 3. stupňa a OP II. a III. stupňa
	< 12	územie s obmedzenými vodohospodárskymi záujmami

OP – ochranné pásmo minerálnych a liečivých vôd, PHO – pásmo hygienickej ochrany vodných zdrojov

Ohraničenie ochranných pásiem (OP) a základných územných jednotiek (ZÚJ), v tom čase hydrogeologických rajónov alebo subrajónov, bolo vykresľované na základe mapy ochrany vôd Slovenska 1:50 000 (VÚVH) a vodohospodárskej mapy 1:50 000 (VÚVH). Vstupné parametre, týkajúce sa kvantity PvV a využívania ZÚJ na základe bilančného stavu, boli prevzaté z databázy SHMÚ o špecifických využiteľných množstvách a bilančnom stave vyjadrenom ako pomer využiteľných množstiev a odberov podzemných vôd v rámci ZÚJ. Údaje, týkajúce sa kvality PvV, boli získané z Národného monitoringu kvality podzemných vôd (SHMÚ), z Geochemického atlasu SR – časť podzemné vody (ŠGÚDŠ) a mapy kvality vôd – technologické aspekty využitia (VÚVH). Bola vytvorená GIS vrstva s 3 druhmi vodohospodárskych záujmov z jednotlivých kategórií uvedených v Tab. 4.21 podľa skóre a výskytu pásiem hygienickej ochrany (PHO) a ochranných pásiem.

Ochranné pásma zdrojov podzemných vôd

Na ochranu vodárenských zdrojov sú na Slovensku určené dva typy ochrany – chránené vodohospodárske oblasti (CHVO) a ochranné pásma vodárenských zdrojov (OPVZ). Zákom 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. V aktualizovanom Vodnom pláne Slovenska v roku 2015 (MŽP SR 2015) bolo uvedených spolu 1 734 vodárenských zdrojov podzemných vôd, z toho 1 269 má OPVZ, čo

tvorí približne 7,6 % rozlohy štátu. Podrobnosti ohľadom OPVZ ustanovuje vyhláška MŽP SR č. 29/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov. 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. Ochranné pásma sa členia nasledovne:

- ochranné pásmo I. stupňa – slúži na ochranu v bezprostrednej blízkosti miesta odberu vôd alebo záchytného zariadenia,
- ochranné pásmo II. stupňa – slúži na ochranu vodárenského zdroja pred ohrozením zo vzdialenejších miest,
- ochranného pásmo III. stupňa – orgán štátnej vodnej správy môže určiť na zvýšenie ochrany daného vodárenského zdroja najmä ak ide o ochranu pred znečistením nebezpečnými látkami.

Každé ochranné pásmo má určený režim hospodárenia za účelom ochrany pitných vôd. Jedným z potrebných podkladov na určenie OPVZ sú zakreslené hranice OPVZ v katastrálnej alebo štátnej mape v mierke 1:5 000.

Chránené územia

Chránené územie (CHÚ) je geograficky definované územie, ktoré je určené alebo regulované a spravované so zámerom dosiahnuť špecifické ciele ochrany (čl. 2 Dohovoru o biologickej diverzite, oznámenie Ministerstva zahraničných vecí Slovenskej republiky (MZV SR) č. 34/1996 Z. z.). Zriaďovanie chránených území a starostlivosť o ne je nástrojom realizácie územnej ochrany, ktorá má prispieť k zachovaniu rozmanitosti podmienok a foriem života na Zemi, k ochrane a trvalému udržiavaniu prírodných zdrojov, k záchrane prírodného dedičstva, charakteristického vzhľadu krajiny a k dosiahnutiu a udržaniu ekologickej stability. V súčasnosti je podľa zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov chránené celé územie SR (1. stupeň ochrany). Medzi osobitne chránené územia (2. až 5. stupeň ochrany) patria národné parky (NP) a chránené krajinné oblasti (CHKO) (tzv. „veľkoplošné“ CHÚ) a chránené areály, (národné) prírodné rezervácie, (národné) prírodné pamiatky a chránené krajinné prvky (tzv. „maloplošné“ CHÚ). Národnú sústavu CHÚ tvoria osobitne chránené územia vyhlásené podľa zákona č. 543/2002 Z. z.

Podiel tzv. „veľkoplošných“ CHÚ k celkovej ploche Slovenska predstavuje 22,49 %. Rozloha tzv. „maloplošných“ CHÚ je v posledných rokoch pomerne stabilizovaná (2,37 %

k roku 2018). Celková výmera osobitne chránených častí prírody (2. až 5. stupeň ochrany) k roku 2018 činila 1 147 060 ha a predstavuje 23,4 % z územia Slovenska.

Väčšina týchto území patrí do kategórií nižšej ochrany, pričom sú dostatočne veľké pre poskytovanie domova životaschopným populáciám mäsožravcov. (<https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=121&print=yes>)

Územia európskeho významu

Územia európskeho významu (ÚEV) nie sú novou kategóriou chráneného územia, ich vymedzenie vyplýva pre členské štáty EÚ zo smernice Rady 92/43/EHS o ochrane prirodzených biotopov a voľne žijúcich živočíchov a rastlín, tzv. smernice o biotopoch.

Územím európskeho významu podľa § 26 ods.1 zákona č. 543/2002 Z. z. v znení neskorších predpisov sa rozumie územie v SR tvorené jednou alebo viacerými lokalitami:

- na ktorých sa nachádzajú biotopy európskeho významu alebo druhy európskeho významu, na ochranu ktorých sa vyhlasujú chránené územia,
- ktoré sú zaradené v národnom zozname týchto lokalít obstaraným ministerstvom a prerokovaným s ministerstvom pôdohospodárstva.

Do tejto kategórie spadajú i suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách (SEzPzV) a vodné ekosystémy súvisiace z podzemnými vodami (VEsPzV).

Ramsarské lokality

Ramsarské lokality sú mokrade medzinárodného významu, ktorých ochrana si vyžaduje zvýšenú pozornosť najmä z hľadiska vodného vtáctva. Zapísané sú do svetového Zoznamu mokradí medzinárodného významu v zmysle Ramsarského dohovoru, ktorý je prvý z novodobých globálnych medzinárodných dohovorov na ochranu a racionálne využívanie mokradí (prijatý 2. 2. 1971 v Ramsare, Iráne). Na Slovensku je do tohto zoznamu zaradených 14 lokalít, ako sú Parížske močiare, Šúr, Senné – rybníky, Dunajské luhy, Niva Moravy, Latorica, Alúvium Rudavy, Mokrade Turca, Poiplie, Mokrade Oravskej kotliny, Rieka Orava a jej prítoky, Domica, Alúvium Tisy a Jaskyne Demänovskej doliny (<http://www.sopsr.sk/publikacie/ramsar.pdf>).

Je nutné uviesť, že jedným z cieľov Stratégie environmentálnej politiky SR do roku 2030 (Envirostratégia 2030) (MŽP SR 2020), je prehodnotiť celú sústavu chránených území za účasti všetkých zainteresovaných subjektov a na základe kritérií IUCN

(<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-021.pdf>), najlepšej praxe a lokálnych potrieb, čo povedie k účinnejšej ochrane prírody.

4.8.2. Metodika

Do hodnotenia rizika boli zahrnuté: mapa tried podzemných vôd z roku 2001, ochranné pásma vodárenských zdrojov (zdroje podzemných vôd), chránené územia 2. až 5. stupňa ochrany, územia európskeho významu a Ramsarské lokality.

Mapa tried podzemných vôd bola poskytnutá SHMÚ ako výstup projektu Sanácia znečistených pôd a podzemných vôd (Chriateľ et al. 2001). Čo sa týka ochranných pásiem vodárenských zdrojov, na Slovensku v súčasnosti nie je k dispozícii presná aktuálna GIS vrstva OPVZ, preto v hodnotení rizika bola použitá najnovšia verzia GIS vrstvy z databázy VÚVH, ktorá má len informatívny charakter. Vstupné mapy chránených území s atribútom stupňa ochrany, územia európskeho významu a Ramsarské lokality boli získané z databázy GIS vrstiev VÚVH, ktoré boli poskytnuté Štátnou ochranou prírody Slovenskej republiky (ŠOP SR).

Pre každý typ ochranného pásma PzV a chráneného územia sa sčítali čiastkové plochy a prideliť jednotlivým ÚPzV. Čo sa týka mapy tried podzemných vôd, tak v jednotlivých ÚPzV sa sčítali čiastkové plochy so špeciálnymi vodohospodárskymi záujmami násobené 1 a čiastkové plochy s vodohospodárskymi záujmami násobené 0,5. Táto hodnota delená celkovou plochou ÚPzV udáva približným spôsobom významnosť vodohospodárskych záujmov v %. Vo vrstve OPVZ nie je členenie na jednotlivé ochranné pásma, preto boli plochy OPVZ (bez rozlíšenia ochranného pásma) pridelené jednotlivých ÚPzV. Následne boli vyčíslené percentuálne pokrytia plochy OPVZ k celkovej ploche jednotlivých ÚPzV. Rovnako boli sčítané plochy chránených území podľa jednotlivých stupňov ochrany (2. až 5. stupňa) v každom ÚPzV a vypočítaný ich percentuálny podiel k celkovej ploche ÚPzV. Obdobne pre ÚEV a Ramsarské lokality bolo vypočítané percento plochy z celkovej plochy príslušných ÚPzV.

V ďalšom kroku vypočítané percentuálne podiely jednotlivých ochranných pásiem a chránených území v ÚPzV boli vynásobené váženými faktormi uvedenými v Tab. 4.22 a pre kvantifikáciu rizika bolo použité bodovanie uvedené v Tab. 4.23, ktoré je rozdelené na bodovanie pre mapu tried podzemných vôd a ostatné – percento z plochy zahrňujúce ochranné pásma vodárenských zdrojov, chránené územia podľa stupňa ochrany, územia európskeho významu a Ramsarské lokality.

Tab. 4.22 Vážené faktory pre mapu tried podzemných vôd, ochranných pásiem vodárenských zdrojov a jednotlivých typov chránených území

Faktory hodnotenia rizika chránených území	Mapa tried PzV	Ochranné pásma vodárenských zdrojov	Chránené územia 2. stupňa	Chránené územia 3. stupňa	Chránené územia 4. stupňa	Chránené územia 5. stupňa	Územia európskeho významu	Ramsarské lokality
Vážený faktor	10	50	2	3	4	5	5	10

Tab. 4.23 Klasifikácia rizika z hľadiska vodohospodárskeho významu, ochranných pásiem vodárenských zdrojov a chránených území

Mapa tried PzV [%]	0	10	20	30	40	50	60	67	70	80	90	100
Ostatné – [%] z plochy	0	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	16,8	17,5	20,0	22,5	≥ 25
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	6,7	7	8	9	10

4.8.3. Výsledky a diskusia

Chránené územia majú za následok zníženie rizika, nakoľko sú v nich uplatňované sprísnené pravidlá a špeciálny režim vo vzťahu k zdrojom znečistenia. Na druhej strane sa práve v týchto územiach vyžaduje splnenie environmentálneho cieľa pre chránené územia, keďže sú podmienkou bezproblémového využívania napr. pre pitné účely alebo na splnenie požiadaviek pre vodné ekosystémy súvisiace s podzemnými vodami a suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách. Riziko ohrozenia kvality PzV vzhľadom k vymedzeným ochranným pásmam a chráneným územiám je vyhodnotené v Tab. 4.24, kde sú uvedené percentuálne podiely jednotlivých ochranných pásiem a chránených území z celkovej plochy ÚPzV a výsledná kvantifikácia rizika po zohľadnení príslušných vážených faktorov. Hodnoty pre mapu tried v jednotlivých ÚPzV sa nemenili a boli prevzaté z predchádzajúceho hodnotenia rizika (Horvát a Patschová 2014). Kvantifikácia rizika z hľadiska vodohospodárskeho významu, ochranných pásiem vodárenských zdrojov a chránených území na nedosiahnutie environmentálneho cieľa do roku 2027 je zobrazená na Obr. 4.15 pre kvartérne ÚPzV a na Obr. 4.16 pre predkvartérne ÚPzV.

Je to ďalší z mála faktorov rizika, v ktorom sa prejavuje riziko pre predkvartérne ÚPzV vo väčšej miere než pre kvartérne ÚPzV, ktoré boli hodnotené s najhorším stredným rizikom (4 ÚPzV). Vysoké riziko (10,0 b) je klasifikované v predkvartérnych ÚPzV: **SK200060KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských a Brezovských Karpát čiastkového povodia Moravy, **SK200080KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné

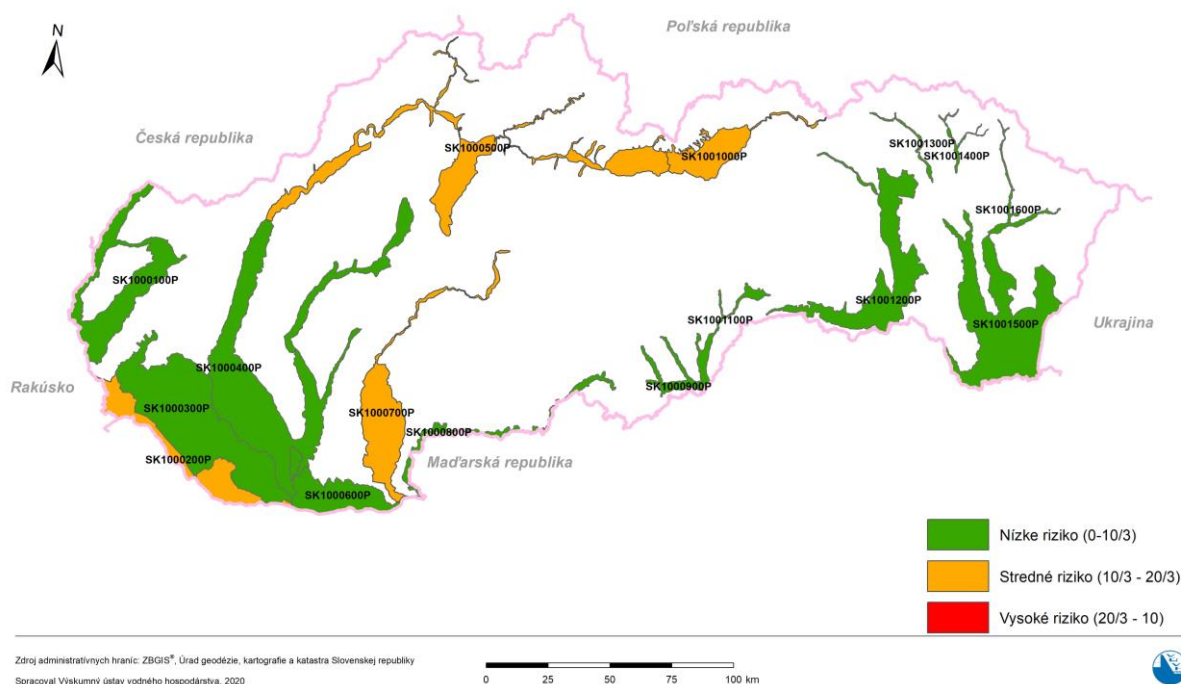
vody Pezinských, Brezovských a Čachtických Karpát čiastkového povodia Váhu, **SK200140KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Strážovských vrchov a Lúčanskej Malej Fatry, **SK200390KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Muránskej planiny, **SK200410KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody východu Nízkych Tatier a **SK200420FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody severnej časti Kozích chrbtov. Analýza rizika pre tento faktor vyšla porovnateľne ako v predchádzajúcom hodnotení rizika (Horvát a Patschová 2014).

Tab. 4.24 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV na základe mapy tried podzemných vôd, ochranných pásiem vodárenských zdrojov a chránených území

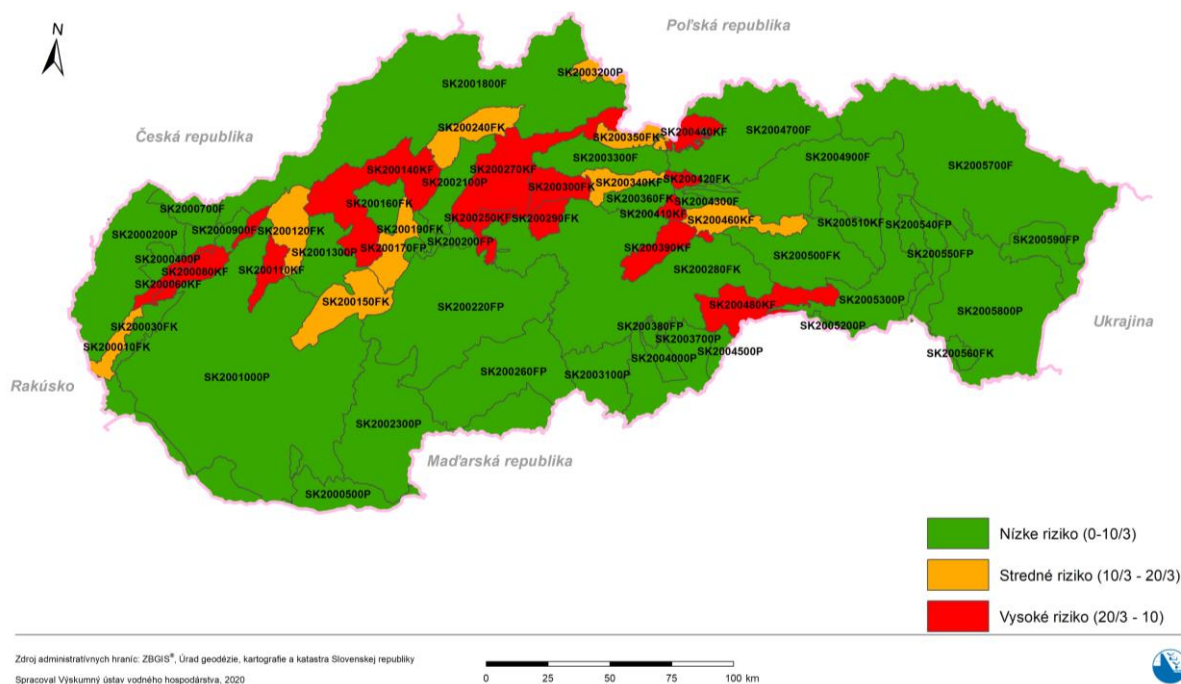
Útvar podzemných vôd	% z celkovej plochy								Bodovanie	Útvar podzemných vôd	% z celkovej plochy								Bodovanie
	Mapa tried PzV	OPVZ	CHÚ 2. stupňa	CHÚ 3. stupňa	CHÚ 4. stupňa	CHÚ 5. stupňa	ÚEV	Ramsarské lokality			Mapa tried PzV	OPVZ	CHÚ 2. stupňa	CHÚ 3. stupňa	CHÚ 4. stupňa	CHÚ 5. stupňa	ÚEV	Ramsarské lokality	
Váž. faktor	10	50	2	3	4	5	5	10		Váž. faktor	10	50	2	3	4	5	5	10	
SK1000100P	53	7	23	5	0	0	14	8	3,1	SK2002300P	18	6	0	0	0	0	1	0	1,5
SK1000200P	97	4	21	0	1	1	20	28	4,0	SK200240FK	37	11	8	55	0	11	59	0	5,3
SK1000300P	83	6	0	0	1	1	2	1	2,4	SK200250KF	73	33	21	29	1	1	41	0	9,7
SK1000400P	72	7	0	0	1	0	1	0	2,5	SK200260FP	0	6	2	0	0	0	4	0	1,4
SK1000500P	59	11	18	5	1	2	7	1	3,7	SK200270KF	68	21	31	49	0	13	60	0	8,0
SK1000600P	32	2	0	0	1	0	6	0	1,0	SK200280FK	18	4	20	4	0	1	7	0	1,6
SK1000700P	51	12	0	0	0	0	2	0	3,4	SK200290FK	76	23	65	32	1	5	79	0	9,0
SK1000800P	26	1	0	0	1	0	4	2	0,7	SK200300FK	63	26	41	59	0	7	41	5	9,1
SK1000900P	19	0	0	0	0	0	0	0	0,2	SK2003100P	2	0	9	0	0	0	3	0	0,3
SK1001000P	64	4	28	37	1	15	27	0	3,4	SK2003200P	0	0	43	13	17	0	16	72	4,5
SK1001100P	28	5	2	0	0	0	0	0	1,4	SK2003300F	38	5	39	9	0	4	9	0	2,3
SK1001200P	42	1	1	0	0	0	1	0	0,7	SK200340KF	86	9	38	41	0	21	37	0	5,1
SK1001300P	73	2	0	0	0	0	9	0	1,6	SK200350FK	3	4	0	98	0	42	97	0	5,5
SK1001400P	82	6	0	0	0	0	8	0	2,5	SK200360FK	23	0	20	75	0	0	66	0	3,0
SK1001500P	57	1	15	0	0	0	6	4	1,3	SK2003700P	5	1	14	0	0	0	4	0	0,5
SK1001600P	87	1	0	0	0	0	5	0	1,4	SK200380FP	79	1	0	0	1	0	1	0	1,2
SK200010FK	28	15	78	0	1	2	28	0	5,1	SK200390KF	63	32	31	59	2	8	65	0	10,0
SK2000200P	41	4	21	2	0	0	7	4	1,9	SK2004000P	1	0	0	0	0	2	3	0	0,1
SK200030FK	15	7	79	0	0	1	31	0	3,1	SK200410KF	83	78	18	82	0	0	80	0	10,0
SK2000400P	36	1	6	8	0	0	11	3	1,2	SK200420FK	47	63	3	0	0	3	0	0	10,0
SK2000500P	64	3	11	0	1	1	14	14	2,5	SK2004300F	6	0	3	0	0	1	0	0	0,1
SK200060KF	83	35	79	0	0	6	39	0	10,0	SK200440KF	70	7	3	96	0	93	97	0	7,9
SK2000700F	1	0	31	0	1	0	3	0	0,4	SK2004500P	1	0	2	0	0	0	2	2	0,1
SK200080KF	62	49	77	0	1	2	20	0	10,0	SK200460KF	57	3	6	41	2	13	57	0	3,5
SK2000900F	1	10	4	0	0	0	0	0	2,4	SK2004700F	23	6	21	12	1	4	10	0	2,3
SK2001000P	49	6	0	0	0	0	1	0	2,0	SK200480KF	78	27	12	55	0	2	23	1	8,5

Útvar podzemných vôd	% z celkovej plochy								Bodovanie	Útvar podzemných vôd	% z celkovej plochy								Bodovanie
	Mapa tried PzV	OPVZ	CHÚ 2. stupňa	CHÚ 3. stupňa	CHÚ 4. stupňa	CHÚ 5. stupňa	ÚEV	Ramsarské lokality			Mapa tried PzV	OPVZ	CHÚ 2. stupňa	CHÚ 3. stupňa	CHÚ 4. stupňa	CHÚ 5. stupňa	ÚEV	Ramsarské lokality	
Váž. faktor	10	50	2	3	4	5	5	10		Váž. faktor	10	50	2	3	4	5	5	10	
SK200110KF	55	29	0	0	0	1	13	0	7,4	SK2004900F	23	6	1	0	0	0	5	0	1,8
SK200120FK	39	13	0	0	0	0	1	0	3,5	SK200500FK	30	3	4	2	0	0	5	0	1,1
SK2001300P	12	1	1	0	0	0	1	0	0,5	SK200510KF	56	8	0	0	0	2	15	0	2,7
SK200140KF	71	39	13	0	0	2	28	0	10,0	SK2005200P	1	0	0	0	0	0	0	0	0,0
SK200150FK	31	18	50	0	0	0	5	0	5,0	SK2005300P	34	0	1	0	0	0	1	0	0,5
SK200160FK	37	5	21	0	0	0	23	0	2,2	SK200540FP	41	1	0	0	0	1	9	0	1,0
SK200170FP	32	10	25	0	0	1	21	0	3,4	SK200550FP	37	5	0	0	1	2	23	0	2,1
SK2001800F	25	10	37	3	1	1	7	0	3,2	SK200560FK	7	0	21	0	0	1	3	0	0,4
SK200190FK	14	9	0	0	0	0	0	0	2,3	SK2005700F	9	1	9	7	0	1	14	0	0,7
SK200200FP	38	1	0	0	0	0	1	0	0,8	SK2005800P	40	1	9	1	0	0	4	3	1,0
SK2002100P	28	1	11	1	1	0	1	2	0,8	SK200590FP	48	2	34	0	0	2	35	0	2,1
SK200220FP	25	8	35	0	0	1	17	0	2,7										

CHÚ – chránené územie, OPVZ – ochranné pásmo vodárenského zdroja, PzV – podzemná voda, ÚEV – územie európskeho významu, ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.15 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska vodohospodárskeho významu, ochranných pásiem vodárenských zdrojov a chránených území



Obr. 4.16 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska vodohospodárskeho významu, ochranných pásiem vodárenských zdrojov a chránených území

4.9. Zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny

4.9.1. Popis problematiky a legislatíva

Zmena klímy

Pod pojmom zmena klímy rozumieme zmenu dlhodobého charakteru počasia v určitej oblasti, čo sa môže prejavovať nárastom priemerných teplôt a častejším výskytom extrémnych prírodných javov (napr. povodní, silných búrok, sucha) či poklesom úhrnu zrážok. Zmeny klímy spôsobuje predovšetkým skleníkový efekt. Sucho a nedostatok vody je i na Slovensku čoraz frekventovanejším fenoménom. Sucho je charakteristické pomalým nástupom, je ťažko predvídateľné a jeho nepriaznivé následky na spoločnosť, hospodárske oblasti závislé od vody (poľnohospodárstvo, zásobovanie (pitnou) vodou, energetiku, priemysel, lodnú dopravu, rekreáciu, atď.) ako i ekosystémy závislé od vody môžu pretrvávajú dlhodobo. Problematike sucha a nedostatku vody je v poslednom desaťročí na Slovensku venovaná zvýšená pozornosť a je riešená v niekoľkých strategických materiáloch, ako sú Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy – aktualizácia v roku 2017 (MŽP SR 2017), Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody pod názvom H₂Odnata je voda (Anonym 2018), Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 (MŽP SR 2020) a vo významnej miere bude táto problematika rozpracovaná v aktualizovanom Vodnom pláne Slovenska 2021 (MŽP SR 2020). Jedným z nástrojov na zmiernenie dopadov zmeny klímy je uskutočňovanie opatrení v konkrétnych oblastiach, napr. v súlade s uvedenými strategickými dokumentami SR je to v oblasti pre podzemné vody podporovanie prirodzeného akumulovania podzemných vôd vhodným manažmentom vody v krajine. Zadržiavanie vody v krajine sa dosiahne účinnými vodohospodárskymi opatreniami ako i zelenými opatreniami. Patrí k nim podpora zadržiavania vody v krajine formou vsakovacích a retenčných systémov pre dažďovú vodu a jej infiltrácie do podlažia, revitalizácia mokradí, otváranie mŕtvych ramien a funkčná inundácia, vhodné poľnohospodárske praktiky (využívanie vhodných agrotechnických postupov, pestovanie vhodných druhov plodín, obnova remízok, rozčlenenie veľkých pozemkov na menšie, vytváranie vsakovacích pásov a pod.) a vhodné lesnícke praktiky s využívaním prirodzeného potenciálu lesa na zadržiavanie vody (uplatňovanie vhodného spôsobu obhospodarovania vzhľadom na miestne prírodné pomery a kategorizáciu lesa, budovanie hrádzok, kaskád alebo poldrov), regulácia odlesňovania, zalesňovanie území so zdrojmi podzemných vôd, vhodná úprava tokov (napr. výstavba rybníkov, jazierok

a malých vodných nádrží), revitalizácia vodných tokov s meandrami a iné opatrenia na spomalenie odtoku vody z krajiny.

Zmeny klímy môžu mať rozdielne dopady na kvalitu podzemných vôd, prevažne sa predpokladajú skôr pozitívne dopady. Väčšia variabilita zrážok môže znížiť dopĺňanie podzemných vôd vo vlhkých oblastiach, pretože častejšie intenzívne dažde budú mať za následok prekročenie infiltračnej kapacity pôdy, čím sa zvýši povrchový odtok. Rovnako aj pokles zrážok má nepriaznivý vplyv na dopĺňovanie zdrojov a zásob podzemných vôd. Nižšie dopĺňanie sa prejaví poklesom hladiny podzemných vôd, čo ovplyvní zníženie prieniku znečistenia do podzemných vôd v dôsledku nárastu sorpcie v dôsledku zväčšenia hrúbky nenasýtenej zóny.

Zmena využívania krajiny a počtu obyvateľov

Medzi zmeny majúce vplyv na kvalitu podzemných vôd patria zmeny v poľnohospodárstve a vo využití krajiny. Príkladom je rozoranie lúk a trávnatých porastov, ktoré mobilizuje zásoby dusíka. Zvýšená potreba zavlažovania by mohla spôsobiť zvýšené vyplavovanie nutrientov z pôdy. Pestovanie nových druhov plodín môže viesť k zmene používania hnojív a pesticídov v prípravkoch na ochranu rastlín. Zmeny v poľnohospodárstve môžu spôsobiť vyšší, resp. nižší odber podzemných vôd vzhľadom k zvýšenej potrebe zavlažovania, resp. k postupnému zanikaniu poľnohospodárskej výroby. Záber poľnohospodárskej pôdy pre účely budovania priemyselných parkov, bytovej zástavby, zmeny v dopravnej infraštruktúre, priemyselnej činnosti, vodohospodárske stavby môžu mať sekundárny vplyv na kvalitu i kvantitu podzemných vôd. Môže dôjsť k zvýšeniu alebo zníženiu odberov vody v blízkosti sídiel v dôsledku zvýšenej/zníženej potreby (pitnej) vody pre obyvateľstvo a priemysel. Zmeny využívania množstva podzemných vôd môžu mať dopad na zdroje a zásoby podzemných vôd, čo sa prejaví zmenami hĺbky hladiny podzemných vôd, čo následne ovplyvní zraniteľnosť a mieru rizika pri prieniku znečistenia cez pôdny profil. Ako už bolo uvedené, negatívny pokles hladín PzV má vo vzťahu k znečisteniu PzV pozitívny vplyv, nakoľko sa zväčšuje hrúbka nenasýtenej zóny, v ktorej sa uplatňujú sorpčné procesy, čo má za následok nižšiu mieru znečistenia podzemných vôd.

Zmeny v populácii, ako sú rastúce satelitné mestečky v okolí veľkých miest, klesajúca populácia na vidieku, najmä vo východnej časti SR, zmeny v dopravnej infraštruktúre, priemyselnej činnosti, majú sekundárny efekt na kvalitu podzemných vôd najmä z pohľadu potenciálneho znečistenia podzemných vôd znečisťujúcimi látkami z priemyslu a domácností.

4.9.2. Metodika

Pre rok 2027 boli vytvorené 3 kategórie možných zmien: zmeny klímy, počtu obyvateľstva a využívania krajiny, ktorých vážené faktory sú uvedené v Tab. 4.25.

Tab. 4.25 Vážené faktory zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny

Faktory možných zmien	Klíma	Počet obyvateľov	Využívanie krajiny
Vážený faktor	3	1	1

Zmeny klímy boli vyhodnotené prostredníctvom zmien množstva podzemných vôd na základe dvoch čiastkových hodnotení kvantitatívneho stavu ÚPzV v III. cykle PMP:

- hodnotenia existencie trendov hladín podzemných vôd, resp. výdatností prameňov v útvaroch podzemných vôd za obdobie 2007 - 2016 spracované agregáciou bodových výsledkov monitorovania kvantity podzemných vôd v objektoch štátnej hydrologickej siete SHMÚ (Bursa 2018), kde boli za vyhodnotené štatisticky významné trendy na úrovni ÚPzV pridelené body v prípade nárastového trendu (kladné body) a v prípade poklesového trendu (záporné body) pre parametre nasledovne:
 - minimálne ročné hodnoty hladín podzemných vôd (H_{\min}), resp. minimálne ročné hodnoty výdatností prameňov (Q_{\min}) – 1 b,
 - priemerné ročné hodnoty hladín podzemných vôd (H_{priem}), resp. priemerné ročné hodnoty výdatností prameňov (Q_{priem}) – 2 b
 - H_{\min} a Q_{\min} spolu – 3 b,
 - H_{priem} a Q_{priem} spolu – 3 b.
- bilančné hodnotenie útvarov podzemných vôd za obdobie 2013 - 2017 (Kullman a Fľaková 2019), pričom boli brané do úvahy 3 limity a pridelené body za prekročenie najviac bodovaného limitu nasledovne (za prekročenie limitu v ktoromkoľvek roku v období 2013 - 2017):
 - uplatnenie opatrení na zvrátenie trendu (cca > 70 %) – 1 b,
 - medzná hodnota pre zlý kvantitatívny stav (80 %) – 2 b,
 - plné využitie zdrojov podzemných vôd (100 %) – 3 b.

Výsledné hodnotenie získané súčtom čiastkových hodnotení vstupovalo do bodovania iba v prípade ich kladných hodnôt, čiže nárastu objemu PzV (Tab. 4.26).

Zmena počtu obyvateľov bola hodnotená zo štatistických údajov zo sčítania obyvateľstva SR v rokoch 2013 - 2018 v súčasných okresoch SR s prihliadnutím na sčítania v krajocho v rokoch 1970, 1980, 1991, 2001 a 2011 (<http://www.statistics.sk/>). Pomocou lineárneho trendu bol zostavený predpoklad počtu obyvateľov a ich zmien v jednotlivých okresoch. Z okresov sa údaje preniesli do ÚPzV, pričom sa predpokladala rovnaká hustota obyvateľstva v okresoch. Jednotka zmeny počtu obyvateľov [obyv.rok⁻¹] bola transformovaná delením plochou ÚPzV na jednotku [obyv.rok⁻¹.km⁻²]. Takto upravené hodnoty vstupovali do bodovania iba v prípade ich kladných hodnôt ako je uvedené v Tab. 4.26.

Zmena využívania krajiny zahrňovala zmenu využívania pôd a zmena urbanizovaných plôch. Porovnávali sa mapy využitia krajiny podľa klasifikácie CORINE z rokov 2006 a 2018. Ako pôda boli použité nasledovné triedy využitia krajiny: orná pôda, mix polí, lúk a trvalých kultúr, vinohrady a ovocné sady. Medzi urbanizované plochy patrili urbanizovaná zástavba, priemysel, ťažba nerastných surovín a skládky. Rozdiely v plochách vyjadrené v ha.rok⁻¹ boli zmenené na body pri využívaní pôd a pri urbanizovaných plochách ako je uvedené v Tab. 4.26.

Tab. 4.26 Klasifikácia rizika z hľadiska zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny

Zmena množstva podzemných vôd	≤ 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zmena počtu obyvateľov [obyv. rok⁻¹.km⁻²]	≤ 0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Zmena využívania pôd [ha.rok⁻¹]	≤ 0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Zmena urbanizovaných plôch [ha.rok⁻¹]	≤ 0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.9.3. Výsledky a diskusia

Analýza rizika odráža aj zmeny nepriamo vplývajúce na nedosiahnutie environmentálnych cieľov, akými sú zmena klímy, zmeny v demografickom vývoji alebo zmeny vo využívaní krajiny.

Prognóza zmeny klímy môže byť významným faktorom v budúcnosti, ktorý môže ovplyvniť najmä dlhodobé trendy kvality podzemných vôd. V rámci vypracovania analýzy rizika však obdobie do roku 2027 predstavuje z hľadiska časovej dĺžky veľmi krátke obdobie na to, aby sa významnejšie prejavili zmeny klímy na území SR. Hodnotenie rizika pre ÚPzV

ako dôsledok zmeny klímy vychádza z hodnotenia možného dopadu zmeny klímy na kvantitu podzemných vôd v rokoch 2007 - 2017 (Bursa 2018, Kullman a Fláková 2019). Výsledky tohto čiastkového hodnotenia rizika sú dokumentované v Tab. 4.27, kde sa zvýšené riziko ohrozenia kvality podzemných vôd vyskytuje v predkvartérnych ÚPzV, v ktorých bola zaznamenaná existencia štatisticky významných nárastových trendov hladín podzemnej vody, resp. výdatnosti prameňov a boli prekročené limity pre využívanie podzemných vôd. Je potrebné uviesť, že v budúcom hodnotení rizika (o 6 rokov), keď už bude k dispozícii viacej informácií o vplyve a dopade zmeny klímy na kvantitu a kvalitu podzemných vôd, bude potrebné metodiku na hodnotenie rizika prehodnotiť, resp. dopracovať a rozšíriť o ďalšie indikátory zmeny klímy.

Hodnotenie rizika pre ÚPzV ako dôsledok demografických zmien počtu obyvateľov sa opiera o údaje štatistického úradu a je sumarizované v Tab. 4.28. Ako je vidieť, toto čiastkové hodnotenie rizika predstavuje nízke riziko vo všetkých ÚPzV.

Kvantifikácia rizika ohrozenia kvality podzemných vôd v ÚPzV v dôsledku zmeny využívania krajiny je tiež sumarizovaná v Tab. 4.28. Vysoké riziko bolo zaznamenané v 2 kvartérnych ÚPzV (SK1000300P a SK1000400P) a v 3 predkvartérnych ÚPzV (SK2001000P, SK2001800F a SK2004900F).

Výsledná kvantifikácia rizika z hľadiska prognózy zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny po zohľadnení vážených faktorov jednotlivých zmien je uvedená v Tab. 4.29 a zobrazená na Obr. 4.17 pre kvartérne ÚPzV a na Obr. 4.18 pre predkvartérne ÚPzV. Analýza rizika poukazuje na nevýznamnosť zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny do roku 2027 pre väčšinu útvarov podzemných vôd, čo sa prejavilo aj vo výslednom hodnotení rizika pre tento faktor. Stredné riziko bolo zaznamenané pre predkvartérne ÚPzV: **SK2002300P** – Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipel'skej kotliny (5,4 b) v dôsledku existencia štatisticky významných nárastových trendov hladín podzemných vôd, resp. výdatnosti prameňov a **SK2001800F** – Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny (3,8 b) ako dôsledok zmeny využívania krajiny.

Tab. 4.27 Hodnotenie vplyvu zmeny klímy v jednotlivých ÚPzV

Útvár podzemných vôd	Zmena množstva podzemných vôd						
	Počet hodnot. prameňov	Počet hodnot. sond	Výsledok hodnotenia trendu*	Trend pre parameter	Hodnotenie trendov	Bilančné hodnotenie	Bodovanie
SK1000100P	36	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000200P	94	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000300P	180	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000400P	150	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000500P	72	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000600P	42	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000700P	76	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000800P	19	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1000900P	11	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1001000P	19	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1001100P	19	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1001200P	59	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK1001300P	3	0	Poklesový	H _{min}	-1	0	0,0
SK1001400P	4	0	Poklesový	H _{priem} , H _{min}	-3	0	0,0
SK1001500P	92	0	Poklesový	H _{min}	-1	0	0,0
SK1001600P	5	0	Poklesový	H _{priem} , H _{min}	-3	0	0,0
SK200010FK	1	4	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0
SK2000200P	23	4	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0
SK200030FK	0	4	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	3	3,0
SK2000400P	0	1	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK2000500P	4	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK200060KF	0	9	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK2000700F	0	3	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK200080KF	0	5	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK2000900F	0	2	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK2001000P	28	0	Nárustový	H _{min}	1	0	1,0
SK200110KF	0	3	Nárustový	Q _{min}	1	0	1,0
SK200120FK	0	2	Poklesový	Q _{priem} , Q _{min}	-3	0	0,0
SK2001300P	3	1	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0
SK200140KF	0	34	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK200150FK	3	6	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0
SK200160FK	1	2	Poklesový	Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem}	-5	3	3,0
SK200170FP	3	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	0	0,0
SK2001800F	4	23	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	3	3,0
SK200190FK	0	0	Nehodnotený		0	0	0,0
SK200200FP	0	1	Nárustový	Q _{priem} , Q _{min}	3	0	3,0
SK2002100P	1	0	Nevýznamný	H _{priem} , H _{min}	0	1	1,0
SK200220FP	11	9	Nárustový	Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	4	0	4,0
SK2002300P	8	6	Nárustový	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	9	0	9,0
SK200240FK	1	7	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0
SK200250KF	0	8	Nevýznamný	Q _{priem} , Q _{min}	0	0	0,0
SK200260FP	3	1	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0
SK200270KF	1	33	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	3	3,0
SK200280FK	15	23	Nevýznamný	H _{priem} , Q _{priem} , H _{priem} a Q _{priem} , H _{min} , Q _{min} , H _{min} a Q _{min}	0	0	0,0

Útvar podzemných vôd	Zmena množstva podzemných vôd						
	Počet hodnot. prameňov	Počet hodnot. sond	Výsledok hodnotenia trendu*	Trend pre parameter	Hodnotenie trendov	Bilančné hodnotenie	Bodovanie
SK200290FK	4	3	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200300FK	0	6	Poklesový	Q_{priem}, Q_{min}	-3	0	0,0
SK2003100P	5	1	Nárastový	$Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	4	0	4,0
SK2003200P	0	1	Nárastový	Q_{priem}, Q_{min}	3	0	3,0
SK2003300F	3	3	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200340KF	8	6	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200350FK	0	0	Nehodnotený		0	0	0,0
SK200360FK	0	3	Nevýznamný	Q_{priem}, Q_{min}	0	0	0,0
SK2003700P	3	1	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200380FP	0	0	Nehodnotený		0	2	2,0
SK200390KF	0	18	Nevýznamný	Q_{priem}, Q_{min}	0	0	0,0
SK2004000P	2	0	Nevýznamný	H_{priem}, H_{min}	0	0	0,0
SK200410KF	0	4	Nevýznamný	Q_{priem}, Q_{min}	0	0	0,0
SK200420FK	0	0	Nehodnotený		0	0	0,0
SK2004300F	0	0	Nehodnotený		0	0	0,0
SK200440KF	0	4	Nevýznamný	Q_{priem}, Q_{min}	0	0	0,0
SK2004500P	0	0	Nehodnotený		0	0	0,0
SK200460KF	5	14	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK2004700F	7	8	Poklesový	H_{priem}	-2	0	0,0
SK200480KF	7	15	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK2004900F	9	10	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200500FK	5	7	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200510KF	6	6	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK2005200P	1	0	Nevýznamný	H_{priem}, H_{min}	0	0	0,0
SK2005300P	4	3	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK200540FP	0	6	Nevýznamný	Q_{priem}, Q_{min}	0	0	0,0
SK200550FP	0	4	Nevýznamný	Q_{priem}, Q_{min}	0	0	0,0
SK200560FK	0	0	Nehodnotený		0	0	0,0
SK2005700F	10	14	Nevýznamný	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}, H_{min}, Q_{min}, H_{min} \text{ a } Q_{min}$	0	0	0,0
SK2005800P	22	0	Nevýznamný	H_{priem}, H_{min}	0	0	0,0
SK200590FP	1	2	Poklesový	$H_{priem}, Q_{priem}, H_{priem} \text{ a } Q_{priem}$	-5	0	0,0

* – Výsledok hodnotenia trendu:

Nevýznamný – neprítomný štatisticky významný trend

Nárastový – rastúci štatisticky významný trend (agregované hodnotenie v monitorovacích bodoch),

Poklesový – klesajúci štatisticky významný trend (agregované hodnotenie v monitorovacích bodoch)

H_{min} – minimálne ročné hodnoty hladín podzemných vôd, H_{priem} – priemerné ročné hodnoty hladín podzemných vôd, Q_{min} – minimálne ročné hodnoty výdatností prameňov, Q_{priem} – priemerné ročné hodnoty výdatností prameňov, ÚPzV – útvar podzemných vôd

Tab. 4.28 Hodnotenie zmeny počtu obyvateľov a využívania krajiny v jednotlivých ÚPzV

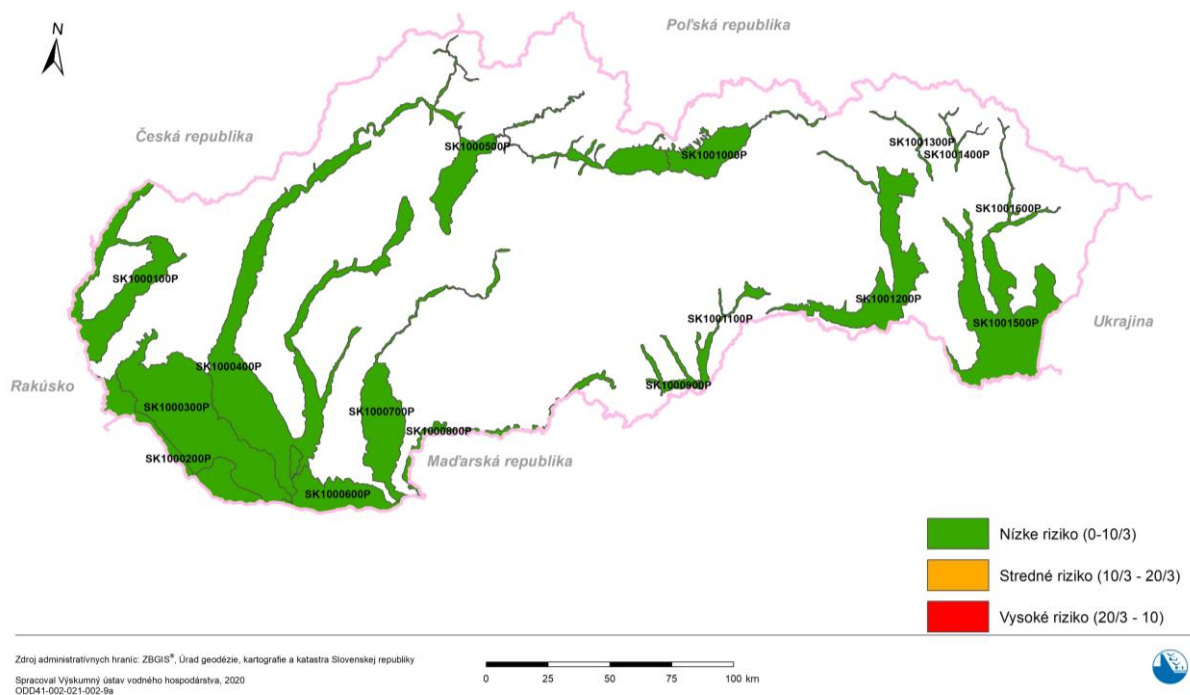
Útvár podzemných vôd	Ľudia			Využitie krajiny			Útvár podzemných vôd	Ľudia			Využitie krajiny		
	Zmena počtu obyvateľstva [obyv.rok ⁻¹]	Zmena počtu obyvateľstva [obyv. rok ⁻¹ .km ⁻²]	Bodovanie	Zmena využívania pôd [ha.rok ⁻¹]	Zmena urbanizovaných plôch [ha.rok ⁻¹]	Bodovanie		Zmena počtu obyvateľstva [obyv.rok ⁻¹]	Zmena počtu obyvateľstva [obyv. rok ⁻¹ .km ⁻²]	Bodovanie	Zmena využívania pôd [ha.rok ⁻¹]	Zmena urbanizovaných plôch [ha.rok ⁻¹]	Bodovanie
SK1000100P	814	1	0,1	-198	61	3,0	SK2002300P	-774	0	0,0	-196	1	0,0
SK1000200P	1425	3	0,3	-7	32	1,6	SK200240FK	66	0	0,0	-16	3	0,2
SK1000300P	3560	2	0,2	-445	243	10,0	SK200250KF	-9	0	0,0	-11	21	1,1
SK1000400P	-449	0	0,0	-204	142	7,1	SK200260FP	-334	0	0,0	-147	24	1,2
SK1000500P	-81	0	0,0	-178	125	6,3	SK200270KF	-189	0	0,0	15	17	1,0
SK1000600P	-189	0	0,0	-34	9	0,4	SK200280FK	-646	0	0,0	93	71	4,5
SK1000700P	-267	0	0,0	-27	-5	0,0	SK200290FK	-32	0	0,0	37	7	0,7
SK1000800P	-65	0	0,0	-12	6	0,3	SK200300FK	-37	0	0,0	-14	-2	0,0
SK1000900P	-8	0	0,0	0	3	0,1	SK2003100P	-123	0	0,0	-78	10	0,5
SK1001000P	152	0	0,0	-2	47	2,4	SK2003200P	20	0	0,0	8	2	0,2
SK1001100P	-16	0	0,0	-13	12	0,6	SK2003300F	-36	0	0,0	-3	24	1,2
SK1001200P	603	1	0,1	-143	104	5,2	SK200340KF	-9	0	0,0	9	3	0,2
SK1001300P	-2	0	0,0	4	4	0,3	SK200350FK	0	0	0,0	1	0	0,0
SK1001400P	-4	0	0,0	-2	4	0,2	SK200360FK	-5	0	0,0	2	2	0,1
SK1001500P	-78	0	0,0	35	12	1,0	SK2003700P	-63	0	0,0	-91	17	0,8
SK1001600P	-11	0	0,0	10	5	0,3	SK200380FP	-4	0	0,0	-2	2	0,1
SK200010FK	763	4	0,4	5	3	0,2	SK200390KF	-55	0	0,0	-34	-1	0,0
SK2000200P	1012	1	0,1	-386	76	3,8	SK2004000P	-12	0	0,0	-23	9	0,4
SK200030FK	666	3	0,3	-15	15	0,7	SK200410KF	3	0	0,0	6	-2	0,1
SK2000400P	48	0	0,0	-68	23	1,1	SK200420FK	5	0	0,0	3	3	0,2
SK2000500P	1230	1	0,1	-45	41	2,0	SK2004300F	8	0	0,0	-2	1	0,1
SK200060KF	59	0	0,0	-8	4	0,2	SK200440KF	15	0	0,0	0	0	0,0
SK2000700F	-52	0	0,0	-47	5	0,2	SK2004500P	-13	0	0,0	-10	3	0,2
SK200080KF	100	0	0,0	-14	3	0,2	SK200460KF	84	0	0,0	4	4	0,2
SK2000900F	-34	0	0,0	-14	8	0,4	SK2004700F	773	0	0,0	-33	87	4,3
SK2001000P	4300	1	0,1	-918	586	10,0	SK200480KF	24	0	0,0	-41	16	0,8
SK200110KF	-42	0	0,0	-6	4	0,2	SK2004900F	741	0	0,0	-360	152	7,6
SK200120FK	-1	0	0,0	-35	15	0,8	SK200500FK	370	0	0,0	-1	21	1,1
SK2001300P	-207	0	0,0	-96	43	2,2	SK200510KF	213	1	0,1	37	18	1,3
SK200140KF	-194	0	0,0	-10	34	1,7	SK2005200P	59	1	0,1	1	2	0,1
SK200150FK	-178	0	0,0	-44	21	1,1	SK2005300P	632	1	0,1	-171	115	5,7
SK200160FK	-155	-1	0,0	-17	12	0,6	SK200540FP	255	1	0,1	23	11	0,8
SK200170FP	-186	-1	0,0	-22	13	0,6	SK200550FP	88	0	0,0	-68	7	0,4
SK2001800F	193	0	0,0	-909	401	10,0	SK200560FK	-11	0	0,0	-10	0	0,0
SK200190FK	-43	-1	0,0	-20	3	0,2	SK2005700F	-694	0	0,0	-510	83	4,2
SK200200FP	-65	0	0,0	21	2	0,3	SK2005800P	-81	0	0,0	-6	23	1,2
SK2002100P	-74	0	0,0	-88	46	2,3	SK200590FP	-66	0	0,0	14	23	1,3
SK200220FP	-590	0	0,0	-196	83	4,2							

ÚPzV – útvár podzemných vôd

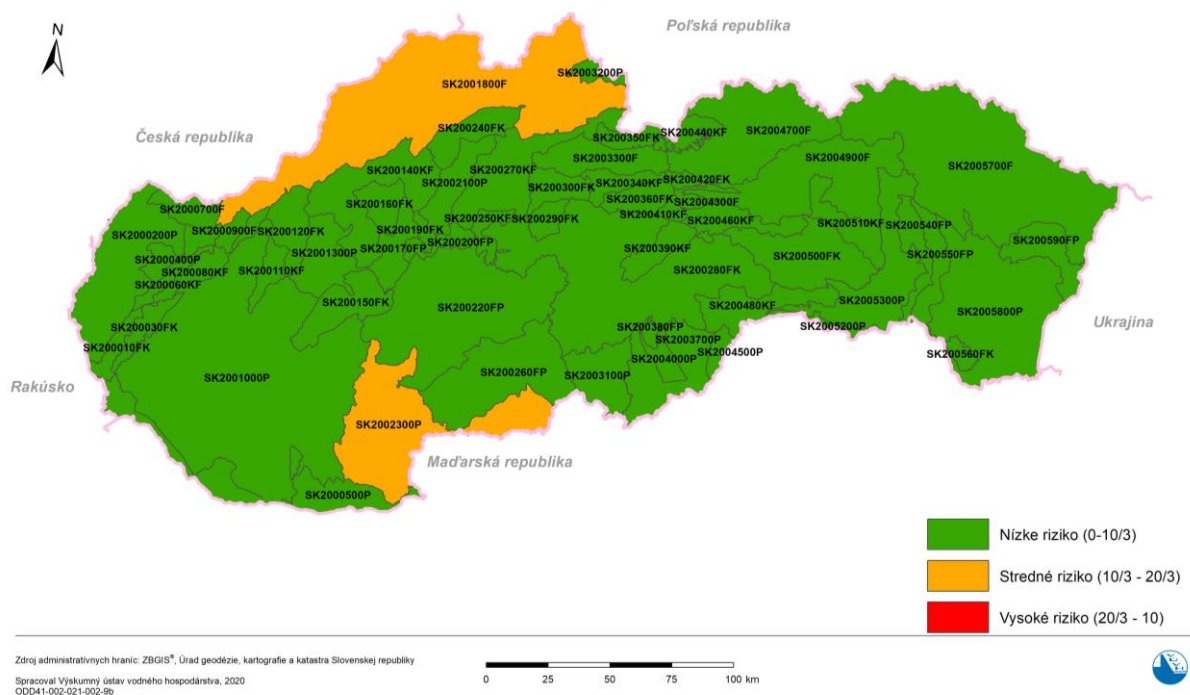
Tab. 4.29 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV z hľadiska zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny

Útvar podzemných vôd	Zmena množstva podzemných vôd	Zmena počtu obyvateľov	Zmena využívania krajiny	Spolu bodovanie	Útvar podzemných vôd	Zmena množstva podzemných vôd	Zmena počtu obyvateľov	Zmena využívania krajiny	Spolu bodovanie
Vážený faktor	3	1	1		Vážený faktor	3	1	1	
SK1000100P	0,0	0,1	3,0	0,6	SK2002300P	9,0	0,0	0,0	5,4
SK1000200P	0,0	0,3	1,6	0,4	SK200240FK	0,0	0,0	0,2	0,0
SK1000300P	0,0	0,2	10,0	2,0	SK200250KF	0,0	0,0	1,1	0,2
SK1000400P	0,0	0,0	7,1	1,4	SK200260FP	0,0	0,0	1,2	0,2
SK1000500P	0,0	0,0	6,3	1,3	SK200270KF	3,0	0,0	1,0	2,0
SK1000600P	0,0	0,0	0,4	0,1	SK200280FK	0,0	0,0	4,5	0,9
SK1000700P	0,0	0,0	0,0	0,0	SK200290FK	0,0	0,0	0,7	0,1
SK1000800P	0,0	0,0	0,3	0,1	SK200300FK	0,0	0,0	0,0	0,0
SK1000900P	0,0	0,0	0,1	0,0	SK2003100P	4,0	0,0	0,5	2,5
SK1001000P	0,0	0,0	2,4	0,5	SK2003200P	3,0	0,0	0,2	1,8
SK1001100P	0,0	0,0	0,6	0,1	SK2003300F	0,0	0,0	1,2	0,2
SK1001200P	0,0	0,1	5,2	1,1	SK200340KF	0,0	0,0	0,2	0,0
SK1001300P	0,0	0,0	0,3	0,1	SK200350FK	0,0	0,0	0,0	0,0
SK1001400P	0,0	0,0	0,2	0,0	SK200360FK	0,0	0,0	0,1	0,0
SK1001500P	0,0	0,0	1,0	0,2	SK2003700P	0,0	0,0	0,8	0,2
SK1001600P	0,0	0,0	0,3	0,1	SK200380FP	2,0	0,0	0,1	1,2
SK200010FK	0,0	0,4	0,2	0,1	SK200390KF	0,0	0,0	0,0	0,0
SK2000200P	0,0	0,1	3,8	0,8	SK2004000P	0,0	0,0	0,4	0,1
SK200030FK	3,0	0,3	0,7	2,0	SK200410KF	0,0	0,0	0,1	0,0
SK2000400P	0,0	0,0	1,1	0,2	SK200420FK	0,0	0,0	0,2	0,0
SK2000500P	0,0	0,1	2,0	0,4	SK2004300F	0,0	0,0	0,1	0,0
SK200060KF	0,0	0,0	0,2	0,1	SK200440KF	0,0	0,0	0,0	0,0
SK2000700F	0,0	0,0	0,2	0,0	SK2004500P	0,0	0,0	0,2	0,0
SK200080KF	0,0	0,0	0,2	0,0	SK200460KF	0,0	0,0	0,2	0,1
SK2000900F	0,0	0,0	0,4	0,1	SK2004700F	0,0	0,0	4,3	0,9
SK2001000P	1,0	0,1	10,0	2,6	SK200480KF	0,0	0,0	0,8	0,2
SK200110KF	1,0	0,0	0,2	0,6	SK2004900F	0,0	0,0	7,6	1,5
SK200120FK	0,0	0,0	0,8	0,2	SK200500FK	0,0	0,0	1,1	0,2
SK2001300P	0,0	0,0	2,2	0,4	SK200510KF	0,0	0,1	1,3	0,3
SK200140KF	0,0	0,0	1,7	0,3	SK2005200P	0,0	0,1	0,1	0,0
SK200150FK	0,0	0,0	1,1	0,2	SK2005300P	0,0	0,1	5,7	1,2
SK200160FK	3,0	0,0	0,6	1,9	SK200540FP	0,0	0,1	0,8	0,2
SK200170FP	0,0	0,0	0,6	0,1	SK200550FP	0,0	0,0	0,4	0,1
SK2001800F	3,0	0,0	10,0	3,8	SK200560FK	0,0	0,0	0,0	0,0
SK200190FK	0,0	0,0	0,2	0,0	SK2005700F	0,0	0,0	4,2	0,8
SK200200FP	3,0	0,0	0,3	1,9	SK2005800P	0,0	0,0	1,2	0,2
SK2002100P	1,0	0,0	2,3	1,1	SK200590FP	0,0	0,0	1,3	0,3
SK200220FP	4,0	0,0	4,2	3,2					

ÚPzV – útvar podzemných vôd



Obr. 4.17 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny



Obr. 4.18 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny

4.10. Interakcia podzemných vôd s povrchovými vodami

4.10.1. Popis problematiky a legislatíva

V SR sa uplatňuje zrážkovo-odtokový režim. V horských oblastiach sa uplatňuje v prevažnej časti roka najmä dotácia do povrchového toku z podzemných vôd, len v prípadoch maximálnych stavov sa môže ojedinele prejavovať aj opačná dotácia. Pri vysokých vodných stavoch dochádza ku zriadeniu znečistenia v toku, t. j. zlepšenia kvality povrchových vôd z hľadiska znečisťujúcich látok. Okrem toho sa pri infiltrácii uplatňujú aj samočistiace procesy, a preto riziko znečistenia z povrchových tokov v horských oblastiach je obmedzené. Pri všeobecnom hodnotení platí, že čím je väčší sklon, tým je vplyv povrchových vôd nižší, t. j. dopĺňovanie podzemných vôd povrchovými vodami rôznej kvality je v horských oblastiach nízke. Z tohto hľadiska maximálne riziko predstavujú územia bez sklonu (0°).

K dotácii podzemných vôd povrchovými vodami dochádza najmä v údoliach riek, kotlinách a hlavne nížinných oblastiach pri nižších sklonoch, kde sa môže dlhodobejšie uplatňovať dotácia povrchových vôd do podzemných vôd. V miestach s vysokou priepustnosťou (aluviálne náplavy, krasové oblasti, miesta tektonického porušenia) sa prejavuje významná interakcia podzemných vôd a povrchových vôd, ktorej dôsledkom môže byť aj kontaminácia podzemných vôd infiltráciou látok zo znečistených úsekov vodných tokov. Analýza rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody hodnotila vplyv znečistenia povrchových vôd na kvalitu podzemných vôd, ktoré sú hydraulicky prepojené.

Je nutné uviesť, že opačnú cestu, t. j. či prienik znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd spôsobí zhoršenie chemického a ekologického stavu súvisiacich útvarov povrchových vôd (ÚPoV) zahŕňa test hodnotenia chemického stavu ÚPzV – test Povrchová voda, ktorého výsledky boli zohľadnené pri hodnotení rizika podľa faktora aktuálne hodnotenie chemického stavu ÚPzV (viď kapitolu 4.1).

4.10.2. Metodika

Na rozlíšenie dotácie podzemných vôd povrchovými vodami boli použité vypočítané údaje o sklonoch terénu ÚPoV. Jednotlivým ÚPoV priradených k ÚPzV bola priradená minimálna a maximálna nadmorská výška s využitím digitálneho modelu terénu (DMR 3,5 s rozlíšením 10 x 10m) (https://www.geoportal.sk/sk/zbgis_smd/na-stiahnutie/). Predpokladá sa, že maximálna nadmorská výška je na začiatku úseku ÚPoV a minimálna na jeho konci.

Na základe tohto predpokladu bol vypočítaný sklon daného úseku ÚPoV ako rozdiel týchto nadmorských výšok.

Pri hodnotení rizika možného znečistenia podzemných vôd povrchovými vodami bola braná do úvahy okrem sklonu územia i hrúbka kvartéru. Pri hodnotení rizika boli použité aktuálne výsledky hodnotenia stavu ÚPoV (Ščerbáková et al. 2020) s odhadom ich nemennosti do roku 2027, čo znamená použitie princípu najhoršieho prípadu (z angl. worst-case). Do úvahy boli zobrazené všetky útvary povrchových vôd klasifikované v zlom chemickom stave a v priemernom, zlom a veľmi zlom ekologickom stave/potenciáli v dôsledku fyzikálno-chemických prvkov kvality alebo syntetických a nesyntetických špecifických látok relevantných pre Slovensko.

Každý časť ÚPzV bola vypočítaná účinnosť možného znečistenia z útvarov povrchových vôd na základe hrúbky kvartéru. Čím hrubší kvartérny ÚPzV, tým je menšia infiltrácia znečistenia z povrchových vôd do ÚPzV (Tab. 4.30). Napríklad účinnosť časti predkvartérneho ÚPzV, nad ktorým sa nachádza časť kvartérneho útvaru s hrúbkou 10 - 30 m, je 0,1, daný kvartérny ÚPzV má potom účinnosť $1 - 0,1 = 0,9$.

Tab. 4.30 Účinnosť prieniku znečistenia z útvaru povrchových vôd do útvaru podzemných vôd

Hrúbka [m]	Útvar podzemných vôd	Účinnosť
< 10	SK1000500P, SK1000600P, SK1000700P, SK1000800P, SK1000900P, SK1001000P, SK1001100P, SK1001300P, SK1001400P, SK1001600P	0,25
10 - 30	SK1000400P, SK1001200P, SK1001500P	0,10
30 - 100	SK1000100P	0,01
> 100	SK1000200P, SK1000300P	0,00

Hodnota účinnosti bola potom nepriamo úmerne znížená vzhľadom k výške sklonu. 100 %-ná účinnosť ostáva pri sklone 0°. 0 %-ná účinnosť je pri sklone 45°. Vynásobením s dĺžkou ÚPoV v danom ÚPzV sa získa účinná dĺžka úseku toku.

Pri aktualizácii analýzy rizika v roku 2021 bola uvedená metodika modifikovaná na základe dostupných nových informácií z identifikácie útvarov podzemných vôd, od ktorých sú priamo závislé útvary povrchových vôd (Chudoba a Patschová 2021). Bol pridaný ďalší krok, v ktorom sa brali do úvahy aj uvedené čiastočné výsledky z hodnotenia interakcie podzemných a povrchových vôd a na základe vypracovanej podkladovej mapy hodnotenia priepustnosti podložia boli priradené danému útvaru povrchových vôd faktory priepustnosti v danom útvare podzemných vôd. Finálna účinná dĺžka úseku toku bola potom percentuálne prerozdelená podľa toho, akým podielom prechádzala cez priepustné (faktor 1),

menej priepustné (faktor 0,5), nepriepustné (faktor 0) podložie alebo cez nevymedzený kvartér (faktor 0,2), kde je pseudohydraulická spojitosť. Všetky finálne účinné dĺžky úsekov tokov v danom ÚPzV boli spočítané a vydelené plochou útvaru. Jednotka porovnateľnosti ÚPzV je v tomto prípade účinný km.km^{-2} . Limitné hodnoty medzi jednotlivými rizikami sú stanovené z predpokladu, že už 20 % účinných dĺžok tokov so zlým stavom predstavuje hranicu medzi stredným a vysokým rizikom. Priemerná hodnota dĺžky úsekov tokov na plochu v SR je $0,371 \text{ km.km}^{-2}$. 20 % z tejto hodnoty je $0,074 \text{ km.km}^{-2}$. Analýza rizika je založená na kvantifikácii vytvorenej lineárnou distribúciou začiatočnej (0 b za 0 účinných km.km^{-2}) a limitnej hodnoty medzi stredným a vysokým rizikom (20/3 b za $0,074 \text{ km.km}^{-2}$ účinných dĺžok ÚPoV so zlým stavom, t. j. účinný km.km^{-2}) (Tab. 4.31).

Tab. 4.31 Klasifikácia rizika z hľadiska potenciálnej kontaminácie útvarov podzemných vôd zo znečistených útvarov povrchových vôd (ÚPoV)

Účinná dĺžka ÚPoV so zlým stavom [účinný km.km^{-2}]	0	0,011	0,022	0,033	0,044	0,056	0,067	0,078	0,089	0,100	0,111
Kvantifikácia rizika	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

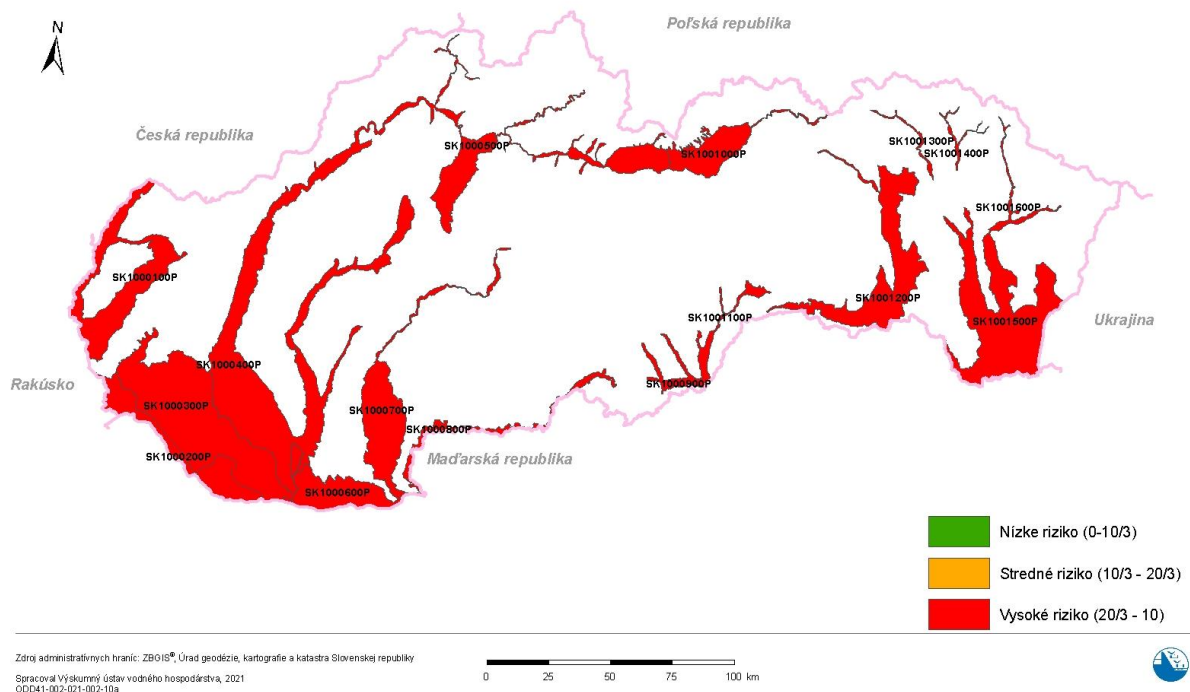
4.10.3. Výsledky a diskusia

Výsledná kvantifikácia rizika z hľadiska potenciálneho zhoršenia stavu ÚPzV znečistením infiltrovaným z povrchových vôd na základe modifikovanej metodiky je uvedená v Tab. 4.32 a výsledky analýzy rizika sú zobrazené na Obr. 4.19 pre kvartérne ÚPzV a na Obr. 4.20 pre predkvartérne ÚPzV. Ako je možné vidieť, všetky ÚPzV v kvartérnych náplavoch sú klasifikované s vysokým rizikom, čo sa týka možnej infiltrácie znečisťujúcich látok z útvarov povrchových vôd. Pri predkvartérnych ÚPzV vysoké riziko bolo vyhodnotené pre 5 ÚPzV a stredné riziko pre 15 ÚPzV. V porovnaní s výsledkami analýzy rizika pre tento faktor v predchádzajúcom cykle (Horvát a Patschová 2014), kde bol iba 1 kvartérny ÚPzV hodnotený s vysokým rizikom, je riziko kontaminácie ÚPzV z ÚPoV, ktoré sú v interakcii, významne vyššie. Je to spôsobené tým, že menej útvarov povrchových vôd bolo hodnotených v tomto cykle PMP v dobrom chemickom a ekologickom stave ako v predchádzajúcom cykle PMP (MŽP SR 2015), a to z dôvodu zvýšenia počtu monitorovaných a hodnotených útvarov povrchových vôd, zaradenia 15 novo identifikovaných prioritných látok do monitorovania a hodnotenia chemického stavu, sprísnenia (revízie) environmentálnych noriem kvality pre niektoré pôvodné prioritné látky alebo zvýšenia citlivosti metód monitorovania prioritných látok z dôvodu lepšej analytickej techniky (Ščerbáková et al. 2020).

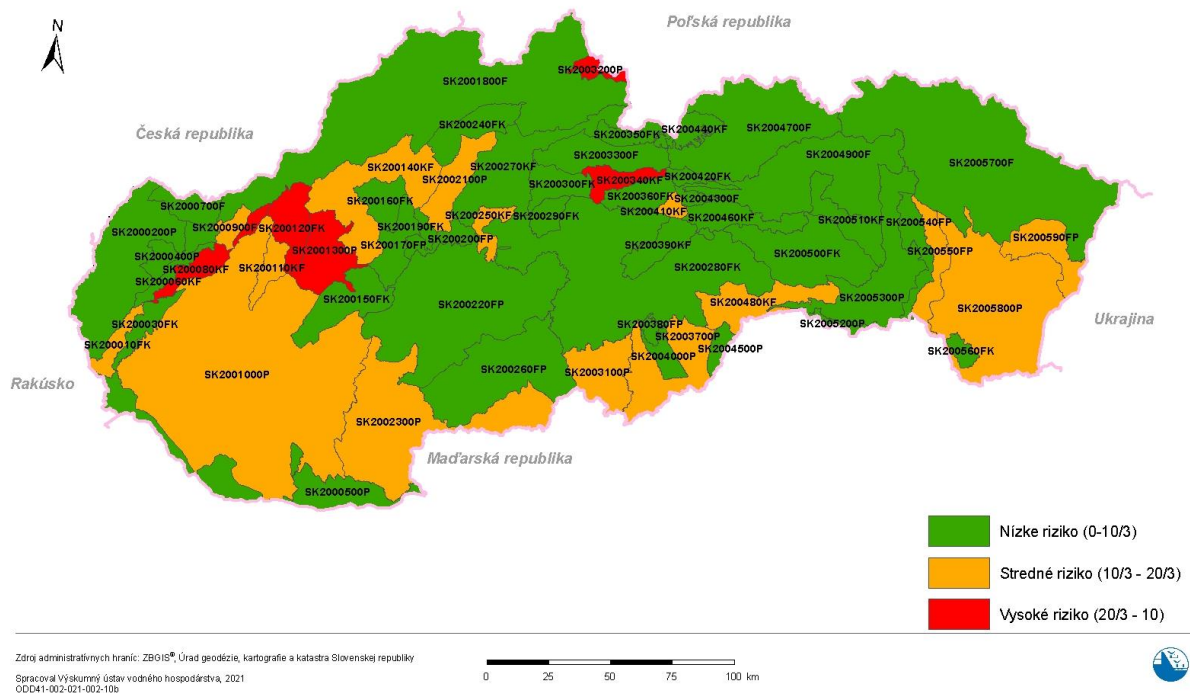
Tab. 4.32 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 z hľadiska potenciálnej kontaminácie jednotlivých ÚPzV infiltráciou zo znečistených ÚPoV

Útvár podzemných vôd	Dobrá stav ÚPoV [účinný km]	Zlý stav ÚPoV [účinný km]	Účinná dĺžka ÚPoV so zlým stavom [účinný km.km ⁻²]	Bodovanie	Útvár podzemných vôd	Dobrá stav ÚPoV [účinný km]	Zlý stav ÚPoV [účinný km]	Účinná dĺžka ÚPoV so zlým stavom [účinný km.km ⁻²]	Bodovanie
SK1000100P	122	324	0,391	10,0	SK2002300P	174	143	0,071	6,4
SK1000200P	52	63	0,120	10,0	SK200240FK	110	14	0,035	3,2
SK1000300P	108	350	0,210	10,0	SK200250KF	24	10	0,060	5,4
SK1000400P	176	869	0,447	10,0	SK200260FP	331	46	0,032	2,9
SK1000500P	396	507	0,474	10,0	SK200270KF	247	37	0,036	3,3
SK1000600P	46	43	0,084	7,5	SK200280FK	637	98	0,028	2,5
SK1000700P	80	261	0,360	10,0	SK200290FK	52	2	0,013	1,2
SK1000800P	115	82	0,416	10,0	SK200300FK	69	8	0,026	2,4
SK1000900P	21	50	0,446	10,0	SK2003100P	102	23	0,041	3,7
SK1001000P	162	51	0,122	10,0	SK2003200P	29	10	0,081	7,3
SK1001100P	32	86	0,616	10,0	SK2003300F	111	9	0,015	1,3
SK1001200P	192	218	0,233	10,0	SK200340KF	46	25	0,109	9,8
SK1001300P	4	40	1,103	10,0	SK200350FK	51	0	0,002	0,2
SK1001400P	10	32	0,919	10,0	SK200360FK	37	4	0,013	1,2
SK1001500P	52	455	0,309	10,0	SK2003700P	109	42	0,052	4,7
SK1001600P	10	32	0,975	10,0	SK200380FP	11	0	0,000	0,0
SK200010FK	0	11	0,061	5,5	SK200390KF	50	10	0,032	2,8
SK2000200P	81	51	0,034	3,1	SK2004000P	38	1	0,007	0,6
SK200030FK	39	2	0,010	0,9	SK200410KF	13	4	0,046	4,2
SK2000400P	28	9	0,035	3,2	SK200420FK	29	0	0,000	0,0
SK2000500P	16	14	0,014	1,2	SK2004300F	14	3	0,027	2,4
SK200060KF	22	3	0,024	2,1	SK200440KF	42	0	0,000	0,0
SK2000700F	0	2	0,007	0,7	SK2004500P	37	0	0,000	0,0
SK200080KF	37	26	0,084	7,5	SK200460KF	111	3	0,006	0,6
SK2000900F	28	9	0,070	6,3	SK2004700F	404	47	0,027	2,5
SK2001000P	293	367	0,059	5,3	SK200480KF	67	24	0,040	3,6
SK200110KF	13	7	0,038	3,4	SK2004900F	424	47	0,028	2,6
SK200120FK	74	38	0,095	8,6	SK200500FK	180	24	0,023	2,1
SK2001300P	10	119	0,217	10,0	SK200510KF	55	11	0,029	2,6
SK200140KF	151	57	0,051	4,6	SK2005200P	5	1	0,016	1,4
SK200150FK	69	18	0,030	2,7	SK2005300P	48	32	0,029	2,6
SK200160FK	36	8	0,030	2,7	SK200540FP	83	1	0,003	0,3
SK200170FP	48	10	0,030	2,7	SK200550FP	68	19	0,056	5,1
SK2001800F	904	143	0,032	2,9	SK200560FK	2	2	0,021	1,9
SK200190FK	0	2	0,031	2,8	SK2005700F	901	136	0,033	3,0
SK200200FP	20	1	0,003	0,3	SK2005800P	103	138	0,060	5,4
SK2002100P	47	20	0,046	4,1	SK200590FP	67	24	0,053	4,8
SK200220FP	506	75	0,028	2,5					

ÚPoV – útvár povrchových vôd, ÚPzV – útvár podzemných vôd



Obr. 4.19 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV z hľadiska potenciálneho znečistenia z povrchových vôd



Obr. 4.20 Kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV z hľadiska potenciálneho znečistenia z povrchových vôd

4.11. Výsledné hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027

V súlade s požiadavkami RSV, smernice EP a Rady 2006/118/ES a usmernenia CIS č. 26 bolo vyhodnotené riziko nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody do roku 2027 pre všetky kvartérne a predkvartérne útvary podzemných vôd rovnakou alebo v prípade niektorých faktorov modifikovanou metodikou vyvinutou v predchádzajúcom cykle (Horvát a Patschová 2014). Hodnotenie rizika geotermálnych ÚPzV vzhľadom na ich špecifickosť, ktorá vyžaduje odlišný prístup, ako i nedostatočné informácie nebolo uskutočnené. Analýza rizika vychádzala z koncepčných modelov pre jednotlivé kvartérne a predkvartérne ÚPzV (viď prílohu – Koncepčné modely kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd) a zahŕňala nasledovné faktory:

- predchádzajúce hodnotenie rizika v II. cykle PMP a aktuálne hodnotenie chemického stavu ÚPzV v III. cykle PMP,
- významné a trvalo vzostupné trendy koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov,
- zraniteľnosť podzemných vôd,
- významné bodové zdroje znečistenia (environmentálne záťaže z Informačného systému environmentálnych záťaží a zdroje znečistenia z databázy Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia),
- používanie účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde,
- používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde,
- odkanalizovanie sídiel,
- ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia (suchozemské ekosystémy),
- predpovedané zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny,
- interakciu podzemných vôd s povrchovými vodami (vodnými ekosystémami).

Každá z týchto relevantných kategórií bola hodnotená bodmi s hodnotou od 0 (žiadne riziko) do 10 (najvyššie riziko) s presnosťou na 1 desatinné číslo. Takto vznikla veľmi podrobná 100-bodová stupnica (0,0; 0,1; ..., 10,0). Hodnotenie rizika bolo spracované v 2 krokoch. V prvom kroku bolo pre každý z jednotlivých faktorov spracované základné hodnotenie rizika, ktoré identifikovalo 3 stupne rizika pre ÚPzV: nízke riziko (0,0 - 3,3), stredné riziko (3,4 - 6,6) a vysoké riziko (6,7 - 10,0). Takéto predbežné hodnotenie rizika

(s 3 kategóriami) považujeme za národnú klasifikáciu pre hodnotenie rizika a je zohľadnené pri identifikácii, ktorý environmentálny cieľ RSV nebude pravdepodobne dosiahnutý, ako i pri návrhu opatrení v ÚPzV, ktoré boli identifikované ako rizikové, za účelom zvýšenia spoľahlivosti a eliminácie neistôt celkového hodnotenia rizika.

V druhom kroku boli ÚPzV na základe hodnotenia čiastkového rizika pre jednotlivé faktory a zohľadnením váhy jednotlivých faktorov (Tab. 3.1) klasifikované v súlade s požiadavkami RSV na útvary **bez rizika** (0,0 - 4,9 b) a útvary **v riziku** (5,0 - 10,0 b) nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027. Ako bolo uvedené, jednotlivé faktory majú rôznu dôležitosť. Významným faktorom je prítomnosť štatisticky významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácií znečisťujúcej látky, ktorý musí byť opatreniami zvrátený. Ďalším významným rizikovým faktorom je zraniteľnosť podzemných vôd, čiže faktor málo sa meniaci v čase a málo ovplyvniteľný ľudskou činnosťou. Z hľadiska zraniteľnosti podzemných vôd sa riziko nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 očakáva najmä v kvartérnych ÚPzV. Vysokú váhu má i faktor zohľadňujúci vyhodnotenie rizika a najmä hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd. Z hľadiska antropogénnych vplyvov sú významné najmä používanie účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín a používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde a bodové zdroje znečistenia (environmentálne záťaže z IS EZ a zdroje znečistenia z IMZZ). Ďalším faktorom je faktor hodnotiaci potenciálnu kontamináciu podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd, ktoré sú vo vzájomnej interakcii. V rámci ÚPzV prevláda na celom území SR najmä dotácia podzemných vôd do povrchových vôd. Dotácia do podzemných vôd z povrchových tokov je menej plošne významná (naviac v mnohých prípadoch jej bráni kolmatácia), resp. prejavuje sa len sezónne, preto tento faktor má nízku váhu. Keďže sa nepredpokladajú významné zmeny kvality podzemných vôd vplyvom zmeny klímy, počtu obyvateľov a krajiny, ktoré sa prejaví až po dlhšej dobe, tieto kategórie hodnotenia rizika majú nízky vážený faktor.

V rámci III. cyklu PMP výstupom analýzy rizika je nielen informácia, či je ÚPzV v riziku alebo bez rizika, ale v prípade rizikových ÚPzV i ktoré environmentálne ciele RSV pre podzemné vody a/alebo chránené oblasti (súvisiace s podzemnými vodami) nebudú pravdepodobne dosiahnuté do roku 2027 (Tab. 4.33). Vo všetkých ÚPzV vyhodnotených ako rizikových bolo identifikované nesplnenie viacerých (2 - 4) environmentálnych cieľov RSV do roku 2027, konkr. environmentálneho cieľa č. 1 – zabrániť alebo obmedziť vstupu

znečisťujúcich látok do podzemnej vody a zabrániť zhoršeniu stavu útvaru podzemnej vody, environmentálneho cieľa č. 2 – ochrániť, zlepšiť a obnovovať všetky útvary podzemných vôd za účelom dosiahnutia dobrého chemického stavu, environmentálneho cieľa č. 3 – zvrátiť akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody a environmentálneho cieľa č. 4 – dosiahnuť ciele pre chránené oblasti, t. j. vodné ekosystémy asociované s útvarmi podzemných vôd (cieľ označený ako 4a), oblasti určené na odber pre ľudskú spotrebu (zabezpečenie súladu s čl. 7.3 RSV) (cieľ označený ako 4b) a/alebo oblasti citlivé na živiny - zraniteľné oblasti (cieľ označený ako 4c). Riziko nedosiahnutia environmentálneho cieľa pre chránené územia, konkr. pre suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách nebolo vyhodnotené z dôvodu nedostatku informácií.

Výsledné hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV v ÚPzV do roku 2027 uvádza Tab. 4.33 a výsledná kvantifikácia rizika je zobrazená pre kvartérne ÚPzV na Obr. 4.21 a pre predkvartérne ÚPzV na Obr. 4.22.

Z kvartérnych ÚPzV bolo klasifikovaných v riziku 11 útvarov:

ÚPzV **SK1000100P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy (**5,6 b**) je klasifikovaný v zlom chemickom stave s tromi prekročenými ukazovateľmi chemického stavu (**10,0 b**) a s významnými a trvalo vzostupnými trendmi (VTVzT) koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov a pre fosforečnany a celkový organický uhlík (TOC) i na úrovni ÚPzV (**10,0 b**). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**10,0 b**). Je to útvar so strednou zraniteľnosťou podzemných vôd (**5,3 b**), v ktorom sa nachádzajú viaceré environmentálne záťaže (**3,5 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti ako je uvedené v Tab. 4.33. Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú amónne ióny, fosforečnany a sírany.

ÚPzV **SK1000200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy (**6,2 b**) je veľmi ľahko zraniteľný (**9,5 b**), 17 % monitorovacích objektov vykazuje VTVzT a 2 monitorovacie objekty sú s nezvrátením VTVzT, ktoré boli identifikované v predchádzajúcom cykle PMP (**7,8 b**) a vyskytuje sa v ňom veľa environmentálnych záťaží a zdrojov znečistenia (**8,3 b**). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených

povrchových vôd (10,0 b). Útvar podzemných vôd je rizikový i v dôsledku používania priemyselných hnojív (5,3 b), prípravkov na ochranu rastlín (5,1 b) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde, nedostatočného odkanalizovania sídiel (4,1 b) a výskytu ochranných pásiem vodných zdrojov a chránených území (4,0 b). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia 2 environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody a environmentálneho cieľa pre chránené oblasti (Tab. 4.33).

ÚPzV **SK1000300P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy (6,8 b) je útvar s vysokou zraniteľnosťou podzemných vôd (9,3 b), s identifikovanými VTVzT koncentracií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov, pre fosforečnany i na úrovni ÚPzV a s 3 monitorovacími objektami s nezvrátením VTVzT (10,0 b). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (10,0 b). V útvare podzemných vôd sa predpokladá i naďalej vysoká aplikácia priemyselných hnojív (10,0 b) a prípravkov na ochranu rastlín (6,4 b) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde a stredné riziko predstavujú viaceré environmentálne záťaže (5,9 b) a nedostatočne odkanalizované sídla (4,2 b). Útvar podzemných vôd bol vyhodnotený v riziku nedosiahnutia 2 environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody a environmentálneho cieľa pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Na základe testu Pitná voda boli identifikované amónne ióny ako znečisťujúce látky spôsobujúce riziko ÚPzV (Kučerová et al. 2020a).

ÚPzV **SK1000400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov (7,6 b) je útvar klasifikovaný v zlom chemickom stave v dôsledku prekročenia až 5 ukazovateľov chemického stavu a predchádzajúceho hodnotenia rizika (10,0 b) a s identifikovanými VTVzT koncentracií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov, pre fosforečnany i na úrovni ÚPzV a s 2 monitorovacími objektami s nezvrátením VTVzT (10,0 b). Útvar je veľmi ľahko zraniteľný (6,7 b) a predpokladá sa v ňom i naďalej vysoká aplikácia priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde (9,9 b). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (10,0 b). Nezanedbateľné riziko predstavuje i veľký počet environmentálnych záťaží (6,5 b) a používanie prípravkov na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde (6,5 b) a nedostatočne odkanalizované sídla (4,3 b). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti ako je uvedené v Tab. 4.33. Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré

prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú amónne ióny, fosforečnany, sírany, dusičnany a TOC.

ÚPzV **SK1000600P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy (**6,9 b**) je klasifikovaný v zlom chemickom stave v dôsledku prekročenia 3 ukazovateľov chemického stavu a predchádzajúceho hodnotenia rizika (**10,0 b**), s identifikovanými VTVzT koncentracií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov a 2 monitorovacími objektami s nezvrátením VTVzT (**9,0 b**). Útvar podzemných vôd je v riziku i kvôli predpokladanej vysokej aplikácii priemyselných hnojív (**10,0 b**) a prípravkov na ochranu rastlín (**7,2 b**) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde. Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**7,5 b**). Zraniteľnosť podzemných vôd je hodnotená so stredným rizikom (**6,2 b**). Stredné riziko predstavujú i nedostatočne odkanalizované sídla (**3,5 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú dusičnany, sírany a TOC.

ÚPzV **SK1000700P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov je v riziku (**6,8 b**) najmä kvôli hodnoteniu chemického stavu za 6 prekročených ukazovateľov chemického stavu a predchádzajúceho hodnotenia rizika (**10,0 b**) a identifikácie VTVzT koncentracií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov a 1 monitorovacieho objektu s nezvrátením VTVzT (**10,0 b**). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**10,0 b**). K rizikovosti útvaru podzemných vôd prispieva používanie priemyselných hnojív (**10,0 b**) a prípravkov na ochranu rastlín (**6,6 b**) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde, environmentálne záťaží a zdroje znečistenia (**5,4 b**) a nedostatočne odkanalizované sídla (**3,4 b**). Stredné čiastkové riziko je i z dôvodu výskytu ochranných pásiem s chránenými územiaми (**3,4 b**). Je to jediný kvartérny útvar s nízkym hodnotením rizika z pohľadu zraniteľnosti podzemných vôd (**3,1 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú dusičnany, chloridy, sírany, fosforečnany, arzén a TOC.

ÚPzV **SK1000800P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipl'a a jeho prítokov (**6,3 b**) je klasifikovaný v riziku v dôsledku prekročenia 3 ukazovateľov chemického stavu (**10,0 b**), identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov a 2 monitorovacími objektami s nezvrátením VTVzT (**8,3 b**). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**10,0 b**). Útvar podzemných vôd je v riziku i kvôli predpokladanej vysokej aplikácii priemyselných hnojív (**8,1 b**) a prípravkov na ochranu rastlín (**6,5 b**) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde a nedostatočnému odkanalizovaniu sídiel (**3,7 b**). Zraniteľnosť podzemných vôd je hodnotená so stredným rizikom (**5,0 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú dusičnany, sírany a fosforečnany.

ÚPzV **SK1000900P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov (**7,2 b**) je klasifikovaný v riziku v dôsledku prekročenia 3 ukazovateľov chemického stavu a predchádzajúceho hodnotenia rizika (**10,0 b**), identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov (**10,0 b**) a je to útvar podzemných vôd veľmi ľahko zraniteľný (**9,5 b**). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**10,0 b**). Významné riziko predstavuje i používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde (**7,1 b**), environmentálne záťaž (b) a nedostatočné odkanalizovanie sídiel (**4,7 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú fosforečnany, sírany a TOC.

ÚPzV **SK1001000P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Dunajca a Popradu a ich prítokov (**5,1 b**) je útvar veľmi ľahko zraniteľný (**10,0 b**), v ktorom sú identifikované VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov (**8,0 b**) a vysoký počet environmentálnych záťaží (**7,0 b**). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**10,0 b**). K riziku prispieva i nedostatočné odkanalizovanie sídiel (**5,4 b**).

Stredné riziko je vyhodnotené pre faktor súvisiaci s ochrannými pásmami vodných zdrojov a chránenými územiami (3,4 b). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia 2 environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody (Tab. 4.33).

ÚPzV **SK1001200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornádu, Bodvy a ich prítokov (5,6 b) je útvar s vysokou zraniteľnosťou podzemných vôd (10,0 b) a vysokým čiastkovým rizikom z dôvodu potenciálnej kontaminácie podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (10,0 b). Je to ÚPzV klasifikovaný v zlom chemickom stave v dôsledku pesticídnych látok (6,0 b), a to i napriek nízkemu riziku vyhodnotenému pre aplikáciu prípravkov na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde (2,4 b). V útvare podzemných vôd sú identifikované VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov (6,2 b), vyskytujú sa v ňom environmentálne záťaže a zdroje znečistenia podzemných vôd (4,3 b) a predpokladá sa i naďalej aplikácia priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde (3,9 b). Stredné riziko predstavujú i nedostatočne odkanalizované sídla (5,0 b). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú pesticídne látky.

ÚPzV **SK1001500P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov (5,4 b) je vyhodnotený v riziku v dôsledku prekročenia 2 ukazovateľov chemického stavu (7,0 b) a identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov a fosforečnanmi na úrovni ÚPzV (6,3 b). Vysoké čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (10,0 b). K riziku prispieva i predpokladaná zvýšená aplikácia prípravkov na ochranu rastlín (6,9 b) a priemyselných hnojív (5,4 b) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde, výskyt environmentálnych záťaží (3,8 b) a nedostatočne odkanalizované sídla (3,8 b). Útvar podzemných vôd je hodnotený so stredným rizikom z pohľadu zraniteľnosti podzemných vôd (4,8 b). ÚPzV je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú amónne ióny a fosforečnany.

Z predkvartérnych ÚPzV boli vyhodnotených v riziku 4 útvary:

ÚPzV **SK2000500P** – Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy (**5,5 b**) je útvar s vysokou zraniteľnosťou podzemných vôd (**7,8 b**), v ktorom sú identifikované VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov (**10,0 b**) a predpokladá sa i naďalej vysoká aplikácia priemyselných hnojív (**7,7 b**) a používanie prípravkov na ochranu rastlín (**6,1 b**) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde. Stredné riziko predstavujú nedostatočne odkanalizované sídla (**3,7 b**). Ostatné faktory sú hodnotené s nízkym rizikom. Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia 2 environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody ako i environmentálneho cieľa pre chránené oblasti (Tab. 4.33).

ÚPzV **SK2001000P** – Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (**6,4 b**) je v riziku najmä v dôsledku identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov, dusičnanmi na úrovni ÚPzV a 1 monitorovaciemu objektu s nezvrátením VTVzT (**10,0 b**), 1 prekročenému ukazovateľu chemického stavu (**7,0 b**), predpokladanej vysokej spotreby priemyselných hnojív (**10,0 b**) a používania prípravkov na ochranu rastlín (**7,2 b**) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde. Útvar podzemných vôd je hodnotený so stredným rizikom z pohľadu zraniteľnosti podzemných vôd (**4,5 b**) a nedostatočného odkanalizovania sídiel (**4,1 b**). Stredné čiastkové riziko predstavuje i potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**5,3 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú dusičnany.

ÚPzV **SK200110KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca (**5,5 b**) je útvar s vysokou zraniteľnosťou podzemných vôd (**10,0 b**), v ktorom sú identifikované VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov (**10,0 b**) a predpokladá sa i naďalej zvýšená aplikácia prípravkov na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde (**6,8 b**). Vysoké čiastkové riziko je vyhodnotené z dôvodu výskytu ochranných pásiem vodných zdrojov a chránených území (**7,4 b**). Stredné riziko predstavujú nedostatočne odkanalizované sídla (**3,5 b**) a potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**3,4 b**). Útvar podzemných vôd je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia 2

environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody ako i environmentálneho cieľa pre chránené oblasti (Tab. 4.33).

ÚPzV **SK2002300P** – Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipel'skej kotliny (**5,1 b**) je klasifikovaný v riziku v dôsledku prekročenia 1 ukazovateľa chemického stavu (**5,0 b**) a identifikácie VTVzT koncentrácií znečisťujúcich látok na úrovni monitorovacích objektov (**7,4 b**). Ďalšie dôvody sú pokračovanie vo vysokej aplikácii priemyselných hnojív (**10,0 b**) a používaní prípravkov na ochranu rastlín (**6,7 b**) na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde. Stredné čiastkové riziko predstavuje potenciálna kontaminácia podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd (**6,4 b**) a ako v jednom z mála ÚPzV sú to i zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny (**5,4 b**). ÚPzV je vyhodnotený v riziku nedosiahnutia všetkých 4 environmentálnych cieľov RSV, z toho 3 pre podzemné vody a 1 pre chránené oblasti (Tab. 4.33). Znečisťujúcimi látkami spôsobujúcimi zlý chemický stav ÚPzV, ktoré prispievajú i k riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu ÚPzV, sú dusičnany.

Na opačných póloch hodnotenia, t. j. útvary s nízkym rizikom, sú z kvartérnych ÚPzV: **SK1001400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov horného toku Ondavy a jej prítokov (**3,6 b**) a **SK1001300P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Tople a jej prítokov (**3,8 b**). Predkvartérne ÚPzV sú omnoho menej rizikovejšie, najnižšie riziko bolo vyhodnotené pre ÚPzV: **SK200350FK** – Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Tatier čiastkového povodia Váhu (**0,9 b**) a **SK200380FP** – Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Pokoradzskej tabule (**0,9 b**).

Ako už bolo uvedené, významným rizikovým faktorom je zraniteľnosť podzemných vôd, čo je faktor málo sa meniaci v čase a málo ovplyvniteľný ľudskou činnosťou. Ďalšími významnými faktormi prispievajúcimi k výslednej kvantifikácii rizika v tomto cykle PMP sú faktory zahrňujúce identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok a zvrátenia trendov a hodnotenie aktuálneho chemického stavu ÚPzV. K významným antropogénnym faktorom patrí používanie priemyselných hnojív a účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde, environmentálne záťaž a iné bodové zdroje znečistenia podzemných vôd a nedostatočné odkanalizovanie sídel. Ďalším faktorom je faktor hodnotiaci potenciálnu kontamináciu podzemných vôd zo znečistených útvarov povrchových vôd v hydraulikej súvislosti. Vzhľadom k tomu, že dotácia do podzemných vôd z povrchových tokov je menej plošne významná, resp. sa prejavuje len sezónne, preto tento faktor má nízku váhu. Najmenej

rizikovými faktormi sú predpovedané zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny, ktoré sa prejavia až po dlhšej dobe, a preto sa výrazne nepodielajú na zvýšení výsledného rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027.

V rámci III. cyklu PMP a hodnotenia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd do roku 2027 bolo klasifikovaných viacej útvarov v riziku (15 ÚPzV) ako v predchádzajúcom cykle (8 ÚPzV - označených v Tab. 4.33 písmom kurzíva) a menej ako v prvom hodnotení rizika kvality podzemných vôd (17 ÚPzV). Je to spôsobené najmä tým, že v rámci tohto hodnotenia rizika boli dostupné nové a podrobnejšie informácie, napr. z vyhodnotenia chemického stavu ÚPzV, identifikácii významných a trvalo vzostupných trendov na úrovni ÚPzV a zvrátení VTVzT identifikovanými v predchádzajúcom hodnotení trendov (v II. cykle PMP), a tým bolo možné spoľahlivejšie vyhodnotiť riziko v útvaroch podzemných vôd, a tým znížiť neistotu vyhodnotenia rizika.

Tab. 4.33 Výsledné hodnotenie rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v jednotlivých ÚPzV

Zdroje znečistenia	Kombi	Bodové	Difúzne	Bodové	Difúzne	Difúzne	Difúzne	Difúzne	Kombi	Línové	Bodovanie spolu (0,0 – 4,9; 5,0 – 10,0)	Hodnotenie rizika do roku 2027	Nedosiahnutie environmentálneho cieľa RSV do roku 2027
Vážený faktor	2	3	3	1,5	2	2	2	0,5	0,25	0,25			
Útvary podzemných vôd	Hodnotenie rizika a chemického stavu	Trendy obsahu znečisťujúcich látok	Zraniteľnosť PzV	EZ z IS EZ a ZZ z IMZZ	Účinné (pesticídne) látky v POR	Priemyselné hnojivá	Odkanalizovanie sídiel	Ochranné pásma PzV a chránené územia	Zmeny klímy, počtu obyv. a využív. krajiny	Interakcia PzV s povrchovými vodami			
KVARTÉRNE ÚTVARY PODZEMNÝCH VÔD													
SK1000100P	10,0	10,0	5,3	3,5	3,1	2,5	3,2	3,1	0,6	10,0	5,6	v riziku	1, 2, 3, 4b,c
SK1000200P	2,0	7,8	9,5	8,3	5,1	5,3	4,1	4,0	0,4	10,0	6,2	v riziku	1, 3, 4c
SK1000300P	0,0	10,0	9,3	5,9	6,4	10,0	4,2	2,4	2,0	10,0	6,8	v riziku	1, 3, 4b,c
SK1000400P	10,0	10,0	6,7	6,5	6,5	9,9	4,3	2,5	1,4	10,0	7,6	v riziku	1, 2, 3, 4a,c
SK1000500P	0,0	6,0	6,2	10,0	1,0	2,3	5,2	3,7	1,3	10,0	4,4	bez rizika	-
SK1000600P	10,0	9,0	6,2	2,8	7,2	10,0	3,5	1,0	0,1	7,5	6,9	v riziku	1, 2, 3, 4c
SK1000700P	10,0	10,0	3,1	5,4	6,6	10,0	3,4	3,4	0,0	10,0	6,8	v riziku	1, 2, 3, 4a,c
SK1000800P	10,0	8,3	5,0	2,6	6,5	8,1	3,7	0,7	0,1	10,0	6,3	v riziku	1, 2, 3, 4c
SK1000900P	10,0	10,0	9,5	6,3	2,0	7,1	4,7	0,2	0,0	10,0	7,2	v riziku	1, 2, 3, 4c
SK1001000P	0,0	8,0	10,0	7,0	0,8	1,2	5,4	3,4	0,5	10,0	5,1	v riziku	1, 3
SK1001100P	2,0	4,2	9,7	7,1	1,0	4,0	5,1	1,4	0,1	10,0	4,8	bez rizika	-
SK1001200P	6,0	6,2	10,0	4,3	2,4	3,9	5,0	0,7	1,1	10,0	5,6	v riziku	1, 2, 3, 4c
SK1001300P	0,0	0,0	10,0	10,0	0,8	2,2	4,4	1,6	0,1	10,0	3,8	bez rizika	-
SK1001400P	0,0	0,0	10,0	10,0	0,4	1,2	3,4	2,5	0,0	10,0	3,6	bez rizika	-
SK1001500P	7,0	6,3	4,8	3,8	6,9	5,4	3,8	1,3	0,2	10,0	5,4	v riziku	1, 2, 3, 4c
SK1001600P	0,0	10,0	6,4	10,0	0,2	1,1	3,7	1,4	0,1	10,0	4,7	bez rizika	-
PREDKVARTÉRNE ÚTVARY PODZEMNÝCH VÔD													
SK200010FK	0,0	10,0	3,8	3,7	2,9	0,8	5,0	5,1	0,1	5,5	4,1	bez rizika	-
SK2000200P	6,0	7,3	3,3	2,4	3,5	2,8	4,0	1,9	0,8	3,1	4,2	bez rizika	-
SK200030FK	0,0	0,0	2,1	3,2	9,6	1,2	4,8	3,1	2,0	0,9	2,7	bez rizika	-
SK2000400P	0,0	0,0	4,2	0,5	2,5	1,6	2,9	1,2	0,2	3,2	1,7	bez rizika	-
SK2000500P	0,0	10,0	7,8	0,7	6,1	7,7	3,7	2,5	0,4	1,2	5,5	v riziku	1, 3, 4b,c
SK200060KF	0,0	0,0	6,8	1,5	3,4	1,2	4,3	10,0	0,1	2,1	2,8	bez rizika	-
SK2000700F	0,0	0,0	3,2	3,5	2,9	2,0	2,7	0,4	0,0	0,7	1,9	bez rizika	-
SK200080KF	0,0	0,0	8,0	2,0	7,1	2,2	3,4	10,0	0,0	7,5	3,6	bez rizika	-
SK2000900F	0,0	0,0	4,8	4,4	2,5	2,6	2,9	2,4	0,1	6,3	2,4	bez rizika	-
SK2001000P	7,0	10,0	4,5	2,0	7,2	10,0	4,1	2,0	2,6	5,3	6,4	v riziku	1, 2, 3, 4a,c
SK200110KF	0,0	10,0	10,0	0,8	6,8	2,3	3,5	7,4	0,6	3,4	5,5	v riziku	1, 3, 4c
SK200120FK	0,0	10,0	5,3	3,0	3,3	1,5	4,1	3,5	0,2	8,6	4,4	bez rizika	-
SK2001300P	4,0	4,3	0,4	2,0	4,5	6,2	3,9	0,5	0,4	10,0	3,4	bez rizika	-
SK200140KF	0,0	0,0	10,0	1,3	1,7	0,8	4,3	10,0	0,3	4,6	3,1	bez rizika	-

Zdroje znečistenia	Kombi	Bodové	Difúzne	Bodové	Difúzne	Difúzne	Difúzne	Difúzne	Kombi	Líniové			
Vážený faktor	2	3	3	1,5	2	2	2	0,5	0,25	0,25			
Útvár podzemných vôd	Hodnotenie rizika a chemického stavu	Trendy obsahu znečisťujúcich látok	Zraniteľnosť PzV	EZ z IS EZ a ZZ z IMZZ	Účinné (pesticídne) látky v POR	Priemyselné hnojivá	Odkanalizovanie sídiel	Ochranné pásma PzV a chránené územia	Zmeny klímy, počtu obyv. a využ. krajiny	Interakcia PzV s povrchovými vodami	Bodovanie spolu (0,0 – 4,9; 5,0 – 10,0)	Hodnotenie rizika do roku 2027	Nedosiahnutie environmentálneho cieľa RSV do roku 2027
SK200150FK	0,0	6,7	4,1	1,7	5,0	1,9	4,0	5,0	0,2	2,7	3,6	bez rizika	-
SK200160FK	0,0	0,0	4,6	0,5	1,7	1,1	5,4	2,2	1,9	2,7	2,0	bez rizika	-
SK200170FP	0,0	0,0	1,4	2,6	1,6	3,5	4,9	3,4	0,1	2,7	1,9	bez rizika	-
SK2001800F	0,0	0,0	3,9	2,1	0,8	0,6	5,6	3,2	3,8	2,9	1,9	bez rizika	-
SK200190FK	0,0	0,0	4,1	0,0	1,7	2,6	4,1	2,3	0,0	2,8	1,9	bez rizika	-
SK200200FP	0,0	0,0	0,0	1,1	1,8	0,3	4,6	0,8	1,9	0,3	1,0	bez rizika	-
SK2002100P	0,0	0,0	5,4	1,4	1,6	3,7	4,0	0,8	1,1	4,1	2,3	bez rizika	-
SK200220FP	0,0	0,0	0,8	2,1	1,2	1,0	4,4	2,7	3,2	2,5	1,3	bez rizika	-
SK2002300P	5,0	7,4	1,9	1,9	6,7	10,0	3,1	1,5	5,4	6,4	5,1	v riziku	1, 2, 3, 4a,c
SK200240FK	0,0	0,0	7,6	0,4	0,9	0,1	4,0	5,3	0,0	3,2	2,2	bez rizika	-
SK200250KF	0,0	0,0	9,5	1,5	0,3	0,1	3,6	9,7	0,2	5,4	2,7	bez rizika	-
SK200260FP	0,0	3,3	0,0	0,5	4,1	2,2	3,3	1,4	0,2	2,9	1,9	bez rizika	-
SK200270KF	0,0	0,0	8,8	0,4	1,0	0,2	5,0	8,0	2,0	3,3	2,7	bez rizika	-
SK200280FK	0,0	7,3	6,0	1,7	1,2	0,5	4,8	1,6	0,9	2,5	3,4	bez rizika	-
SK200290FK	0,0	0,0	5,6	4,0	0,3	0,2	4,9	9,0	0,1	1,2	2,3	bez rizika	-
SK200300FK	0,0	0,0	10,0	3,6	0,8	0,1	4,5	9,1	0,0	2,4	3,1	bez rizika	-
SK2003100P	0,0	4,4	2,4	1,6	10,0	3,5	5,5	0,3	2,5	3,7	3,8	bez rizika	-
SK2003200P	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3	0,8	7,8	4,5	1,8	7,3	1,5	bez rizika	-
SK2003300F	0,0	0,0	5,3	3,0	0,9	1,5	3,8	2,3	0,2	1,3	2,1	bez rizika	-
SK200340KF	0,0	0,0	10,0	5,0	1,1	0,4	4,5	5,1	0,0	9,8	3,3	bez rizika	-
SK200350FK	0,0	0,0	3,1	0,0	0,5	0,0	1,0	5,5	0,0	0,2	0,9	bez rizika	-
SK200360FK	0,0	0,0	6,2	0,0	0,9	0,1	1,5	3,0	0,0	1,2	1,5	bez rizika	-
SK2003700P	4,0	3,5	4,7	0,8	1,9	4,4	4,7	0,5	0,2	4,7	3,5	bez rizika	-
SK200380FP	0,0	0,0	0,6	0,0	2,2	2,3	1,8	1,2	1,2	0,0	0,9	bez rizika	-
SK200390KF	0,0	0,0	10,0	0,3	1,0	0,2	5,5	10,0	0,0	2,8	3,0	bez rizika	-
SK2004000P	0,0	5,7	5,2	0,7	2,1	5,8	3,2	0,1	0,1	0,6	3,4	bez rizika	-
SK200410KF	0,0	0,0	8,3	0,0	1,0	0,1	10,0	10,0	0,0	4,2	3,2	bez rizika	-
SK200420FK	0,0	0,0	9,7	3,9	1,2	0,9	7,5	10,0	0,0	0,0	3,6	bez rizika	-
SK2004300F	0,0	0,0	2,8	0,7	0,9	0,3	10,0	0,1	0,0	2,4	2,0	bez rizika	-
SK200440KF	0,0	0,0	6,6	0,0	0,5	0,0	1,7	7,9	0,0	0,0	1,7	bez rizika	-
SK2004500P	0,0	0,0	6,2	0,0	1,3	2,7	5,2	0,1	0,0	0,0	2,2	bez rizika	-
SK200460KF	0,0	0,0	10,0	0,8	0,7	0,1	6,7	3,5	0,1	0,6	2,9	bez rizika	-
SK2004700F	0,0	10,0	6,3	1,6	0,8	0,7	6,7	2,3	0,9	2,5	4,2	bez rizika	-
SK200480KF	0,0	5,0	10,0	1,2	0,8	1,0	4,4	8,5	0,2	3,6	3,9	bez rizika	-

Zdroje znečistenia	Kombi	Bodové	Difúzne	Bodové	Difúzne	Difúzne	Difúzne	Difúzne	Kombi	Líniové			
Vážený faktor	2	3	3	1,5	2	2	2	0,5	0,25	0,25			
Útvar podzemných vôd	Hodnotenie rizika a chemického stavu	Trendy obsahu znečisťujúcich látok	Zraniteľnosť PzV	EZ z IS EZ a ZZ z IMZZ	Účinné (pesticídne) látky v POR	Priemyselné hnojivá	Odkanalizovanie sídiel	Ochranné pásma PzV a chránené územia	Zmeny klímy, počtu obyv. a využív. krajiny	Interakcia PzV s povrchovými vodami	Bodovanie spolu (0,0 – 4,9; 5,0 – 10,0)	Hodnotenie rizika do roku 2027	Nedosiahnutie environmentálneho cieľa RSV do roku 2027
SK2004900F	0,0	2,4	6,6	1,4	1,1	1,3	5,7	1,8	1,5	2,6	2,9	bez rizika	-
SK200500FK	0,0	10,0	6,6	1,3	1,3	0,3	4,6	1,1	0,2	2,1	4,0	bez rizika	-
SK200510KF	0,0	0,0	9,4	1,4	2,0	0,7	4,6	2,7	0,3	2,6	2,9	bez rizika	-
SK2005200P	0,0	0,0	10,0	0,9	3,0	5,2	3,3	0,0	0,0	1,4	3,3	bez rizika	-
SK2005300P	0,0	5,7	10,0	0,8	2,5	4,0	4,9	0,5	1,2	2,6	4,4	bez rizika	-
SK200540FP	0,0	0,0	7,7	0,2	2,6	0,9	3,9	1,0	0,2	0,3	2,4	bez rizika	-
SK200550FP	0,0	10,0	9,1	0,3	3,8	0,9	4,0	2,1	0,1	5,1	4,7	bez rizika	-
SK200560FK	0,0	0,0	3,1	0,6	8,1	3,4	2,9	0,4	0,0	1,9	2,4	bez rizika	-
SK2005700F	0,0	0,0	4,4	2,2	0,6	0,7	3,2	0,7	0,8	3,0	1,6	bez rizika	-
SK2005800P	0,0	8,0	4,2	1,2	6,9	5,5	3,6	1,0	0,2	5,4	4,4	bez rizika	-
SK200590FP	0,0	0,0	1,4	0,9	3,4	0,6	2,4	2,1	0,3	4,8	1,3	bez rizika	-

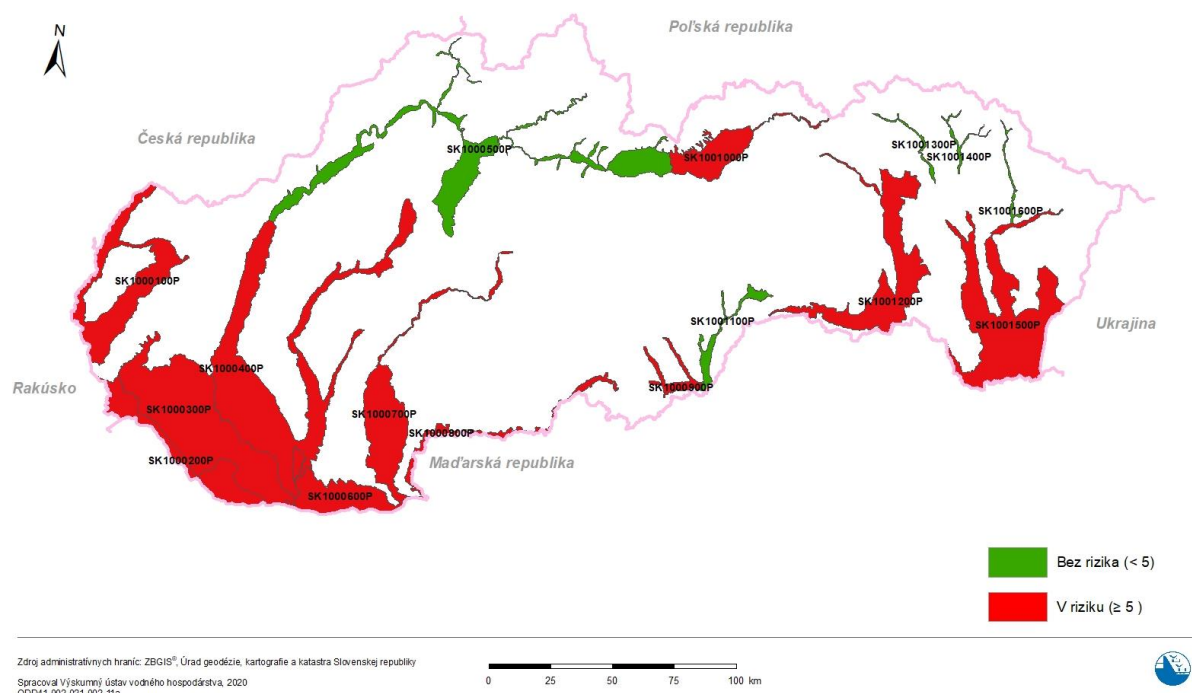
EZ – environmentálna záťaž, IMZZ – Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia, IS EZ – Informačný systém environmentálnych záťaží, POR – prípravok na ochranu rastlín, PzV – podzemná voda, ÚPzV – útvar podzemných vôd, ZZ – zdroj znečistenia

Červenou farbou textu je označený útvar podzemných vôd klasifikovaný v zlom chemickom stave.

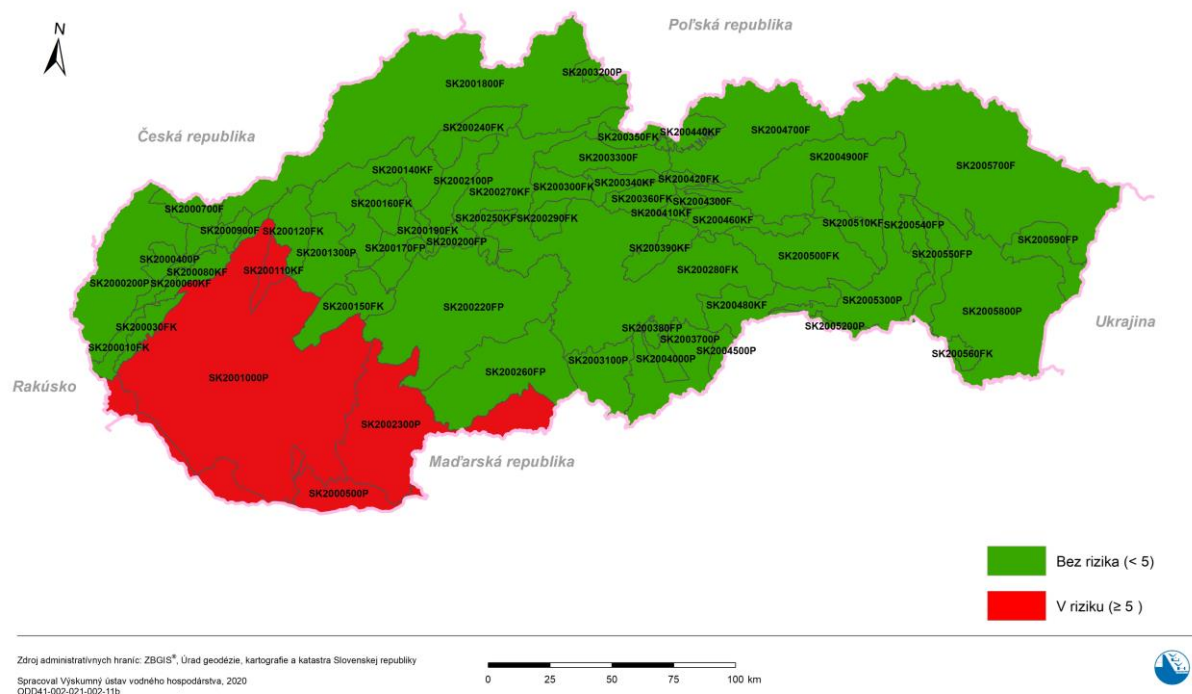
Písmom kurzíva je označený útvar podzemných vôd vyhodnotený v riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021.

Environmentálne ciele RSV pre podzemné vody:

- 1 – zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a zabránenie zhoršenia stavu útvaru podzemnej vody
- 2 – ochrana, zlepšovanie a obnovovanie všetkých útvarov podzemných vôd za účelom dosiahnutia dobrého chemického stavu
- 3 – zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody
- 4 – ciele pre chránené oblasti, t. j. pre suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách, vodné ekosystémy asociované s útvarmi podzemných vôd (4a), oblasti určené na odber pre ľudskú spotrebu (zabezpečenie súladu s čl. 7.3 RSV) (4b) a/alebo oblasti citlivé na živiny - zraniteľné oblasti (4c)



Obr. 4.21 Výsledná kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v kvartérnych ÚPzV



Obr. 4.22 Výsledná kvantifikácia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 v predkvartérnych ÚPzV

5. Záver

Cieľom úlohy je aktualizácia analýzy rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd (ÚPzV) do roku 2027 v súlade s požiadavkami RSV, ktorá vyžaduje pre každý vodný útvar určiť, či existuje riziko nedosiahnutia cieľov na konci plánovacieho obdobia. Na všetky kvartérne a predkvartérne ÚPzV sa vzťahujú všetky 3 environmentálne ciele pre podzemné vody podľa čl. 4.1 RSV, konkr. environmentálneho cieľa č. 1 – zabrániť alebo obmedziť vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a zabrániť zhoršeniu stavu útvaru podzemnej vody, environmentálneho cieľa č. 2 – ochrániť, zlepšiť a obnovovať všetky útvary podzemných vôd za účelom dosiahnutia dobrého chemického stavu a č. 3 – zvrátiť akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody. Na kvartérne a predkvartérne ÚPzV sa vzťahujú i environmentálne ciele pre chránené oblasti (podľa ich výskytu v danom ÚPzV), t. j. pre suchozemské ekosystémy závislé na podzemných vodách, vodné ekosystémy asociované s útvarmi podzemných vôd, oblasti určené na odber pre ľudskú spotrebu (zabezpečenie súladu s čl. 7.3 RSV) a/alebo oblasti citlivé na živiny (zraniteľné oblasti).

Analýza rizika bola uskutočnená pre všetkých 75 útvarov podzemných vôd v kvartérnych náplavoch a v predkvartérnych horninách na Slovensku v súlade s metodikou vyvinutou a použitou pri vypracovaní analýzy rizika v predchádzajúcom období, t. j. rizikovej analýzy nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 v útvaroch podzemných vôd (Horvát a Patschová 2014), ktorá vychádzala z odporúčení usmernenia CIS č. 26 o hodnotení rizika a použití koncepčných modelov. Pôvodná metodika bola v roku 2020 mierne modifikovaná v prípade niektorých faktorov, ku ktorým boli dostupné odlišné alebo nové vstupné informácie, napr. z hodnotenia chemického stavu útvarov podzemných vôd na základe 3 relevantných testov pre Slovensko a nie jedného všeobecného testu hodnotenia kvality (GQA testu) použitého pri hodnotení chemického stavu útvarov podzemných vôd v I. a II. cykle plánov manažmentu povodia (PMP), z vyhodnotenia významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok nielen na úrovni monitorovacích objektov, ale i na úrovni útvarov podzemných vôd ako i vyhodnotenia zvrátenia významných a trvalo vzostupných trendov identifikovaných v prechádzajúcom (II.) cykle PMP a pod.. Nové vstupné informácie prispeli k dosiahnutiu vyššej úrovne v hodnotení rizika. (Bubeníková et al. 2020b)

Metodika analýzy rizika bola v roku 2021 aktualizovaná a jej výstupom je v prípade ÚPzV vyhodnotených ako rizikových i identifikácia, ktoré environmentálne ciele RSV nebudú pravdepodobne dosiahnuté do roku 2027. Metodika analýzy rizika bola z dôvodu dostupnosti nových informácií z identifikácie útvarov podzemných vôd, od ktorých sú priamo závislé útvary povrchových vôd (Chudoba a Patschová 2021) modifikovaná i pre čiastkový faktor hodnotiaci interakciu podzemných vôd s povrchovými vodami.

Analýza rizika zahŕňala nasledovných 10 faktorov (čiastkových hodnotení rizika), ktoré reprezentujú identifikované bodové, difúzne a líniové zdroje znečistenia podzemných vôd:

- predchádzajúce hodnotenie rizika v II. cykle PMP a aktuálne hodnotenie chemického stavu ÚPzV v III. cykle PMP,
- významné a trvalo vzostupné trendy koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách a zvrátenie trendov,
- zraniteľnosť podzemných vôd,
- významné bodové zdroje znečistenia (environmentálne záťaže z Informačného systému environmentálnych záťaží a zdroje znečistenia z databázy Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia),
- používanie účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej a lesnej pôde,
- používanie priemyselných hnojív na poľnohospodárskej pôde,
- odkanalizovanie sídiel,
- ochranné pásma vodných zdrojov a chránené územia (suchozemské ekosystémy),
- predpovedané zmeny klímy, počtu obyvateľov a využívania krajiny,
- interakciu podzemných vôd s povrchovými vodami (vodnými ekosystémami).

Pri analýze rizika boli použité koncepčné modely jednotlivých kvartérnych a predkvartérnych ÚPzV, ktoré pomohli spresniť hodnotenie rizika v oblastiach s najväčšou neistotou. V aktuálnom III. cykle PMP bolo klasifikovaných 15 ÚPzV v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027.

Z kvartérnych ÚPzV je v riziku klasifikovaných 11 útvarov: **SK1000100P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy (5,6 b), **SK1000200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov západnej časti Podunajskej panvy (6,2 b), **SK1000300P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy (6,8 b), **SK1000400P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov dolného toku Váhu, Nitry a ich prítokov (7,6 b), **SK1000600P** –

Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov východnej časti Podunajskej panvy (6,9 b), **SK1000700P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona a jeho prítokov (6,8 b), **SK1000800P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Ipľa a jeho prítokov (6,3 b), **SK1000900P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Rimavy a jej prítokov (7,2 b), **SK1001000P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Dunajca a Popradu a ich prítokov (5,1 b), **SK1001200P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hornádu, Bodvy a ich prítokov (5,6 b) a **SK1001500P** – Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Bodrogu, Latorice, dolného toku Ondavy, dolného toku Laborca a ich prítokov (5,4 b).

Z predkvartérnych ÚPzV sú klasifikované v riziku 4 útvary: **SK2000500P** – Medzizrnové podzemné vody južnej časti Podunajskej panvy (5,5 b), **SK2001000P** – Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov (6,4 b), **SK200110KF** – Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody južnej časti Považského Inovca (5,5 b) a **SK2002300P** – Medzizrnové podzemné vody východnej časti Podunajskej panvy a Ipel'skej kotliny (5,1 b).

Vo všetkých ÚPzV vyhodnotených ako rizikových bolo identifikované nedosiahnutie viacerých (2 - 4) environmentálnych cieľov RSV do roku 2027. V prípade, že útvary podzemných vôd bol vyhodnotený v riziku nedosiahnutia environmentálneho cieľa č. 2 - dosiahnuť dobrý chemický stav, tak znečisťujúca látka spôsobujúca zlý chemický stav bola identifikovaná i ako látka prispievajúca k riziku ÚPzV.

Významným rizikovým faktorom prispievajúcim k výslednej kvantifikácii rizika v tomto i predchádzajúcom cykle PMP je zraniteľnosť podzemných vôd, čo je faktor málo sa meniaci v čase a málo ovplyvniteľný ľudskou činnosťou. Ďalšími významnými faktormi sú faktory zahrňujúce identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov koncentrácií znečisťujúcich látok a zvrátenia trendov a hodnotenie aktuálneho chemického stavu ÚPzV a predchádzajúce hodnotenie rizika. K významným antropogénnym vplyvom patrí i používanie priemyselných hnojív a účinných látok (pesticídov) v prípravkoch na ochranu rastlín na poľnohospodárskej, resp. lesnej pôde, environmentálne záťaž a ostatné bodové zdroje znečistenia podzemných vôd a nedostatočné odkanalizovanie sídiel. Ďalším faktorom je faktor hodnotiaci potenciálnu kontamináciu podzemných vôd infiltráciou znečisťujúcich látok zo znečistených povrchových vôd, ktoré sú vo vzájomnej interakcii. V rámci ÚPzV prevláda na celom území SR najmä dotácia podzemných vôd do povrchových vôd. Dotácia do podzemných vôd z povrchových tokov je menej plošne významná (naviac v mnohých

prípadoch jej bráni kolmatácia), resp. prejavuje sa len sezónne, preto tento faktor má nízku váhu. Najmenej rizikovými faktormi sú zmeny klímy, demografického vývoja a využívania krajiny, ktoré sa prejavia až po dlhšej dobe, preto sa výrazne nepodieľajú na zvýšení výsledného hodnotenia rizika nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV pre podzemné vody do roku 2027.

V rámci hodnotenia rizika v III. cyklu PMP bolo klasifikovaných viacej rizikových ÚPzV (15) ako v predchádzajúcom cykle (8 ÚPzV) a menej ako v prvom hodnotení rizika kvality podzemných vôd (17 ÚPzV). Je to spôsobené najmä tým, že v rámci aktuálneho hodnotenia rizika boli dostupné nové a podrobnejšie informácie, a tým bolo možné znížiť neistotu a lepšie odhadnúť riziko nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd na konci plánovacieho obdobia (v roku 2027). Je nutné dodať, že spoľahlivosť hodnotenia rizika bude možné overiť v roku 2027 najmä na základe výsledkov hodnotenia chemického stavu ÚPzV a na základe nových poznatkov z implementácie RSV, na základe ktorých bude možné ešte korigovať metodiku hodnotenia rizika, príp. identifikovať ďalší faktor ovplyvňujúci nedosiahnutie environmentálnych cieľov RSV útvarov podzemných vôd.

Na základe hodnotenia rizika sú pre útvary podzemných vôd identifikované v riziku nedosiahnutia environmentálnych cieľov RSV do roku 2027 navrhnuté opatrenia na zvrátenie tohto stavu. Výstupy analýzy rizika sú využité i pri návrhu výnimiek pre útvary podzemných vôd klasifikované v zlom chemickom stave.

Použitá literatúra

Anonym, 2004. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Groundwater Risk Assessment*. Technical Report. Available from: <https://circabc.europa.eu/sd/a/c2b7b330-be7a-4566-81a7-dc3fbc04c295/Groundwater%20risk%20assessment%20Report.pdf>

Anonym, 2018. *H₂Odnota je voda, Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody*. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/hodnota-je-voda/h2odnota-je-voda-akcny-plan-riesenie-dosledkov-sucha-nedostatku-vody.pdf>

Anonym, 2019. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods Directive, Technical Report on Groundwater Quality Trend and Trend Reversal Assessment, Procedures Applied by Member States for the First RBMP Cycle*. Technical report.

Bodiš, D., I. Slaninka, J. Kordík, I. Stríček, M. Jankulár, 2020. *Kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody na Slovensku*. Záverečná správa, Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM>

Bodiš, D., J. Kordík, I. Slaninka, 2013. *Kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody, Časť III. - Vyhodnotenie chemického stavu útvarov podzemnej vody*. Prípravná štúdia, Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/rsv2/WFD_reporting/2016/2013_Vyhodnotenie%20chemickeho%20stavu%20utvarov%20PzV.pdf

Bodiš, D., R. Chriateľ, E. Kullman, A. Ľuptáková, D. Lehotová, J. Kordík, I. Slaninka, 2013. *Kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody, Časť II. Hodnotenie trendov obsahu znečisťujúcich látok v útvaroch podzemnej vody*. Prípravná štúdia, Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v spolupráci so Slovenským hydrometeorologickým ústavom. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/rsv2/WFD_reporting/2016/2013_Hodnotenie%20trendov%20obsahu%20znecisujucich%20latok%20v%20utvaroch%20PzV.pdf

Bodiš, D., Z. Repčoková, I. Slaninka, K. Krčmová, 2008. *Stanovenie pozadových a prahových hodnôt ÚPV a hodnotenie chemického stavu podzemných vôd na Slovensku*. Záverečná správa geologickej úlohy č. 208/1, Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/rsv2/WFD_reporting/2016/2008_Stanovenie%20pozadovych%20hodnot%20utvarov%20PzV.pdf

Brils, J., Harris, B. (Eds.), 2009. *Towards Risk-Based Management of European River Basins: Key-findings and Recommendation of the RISKBASE Project*. EC 6th RTD Framework Programme (FP6), reference GOCE 036938, Utrecht, The Netherlands.

Brouyère, S., P. Y. Jeannin, A. Dassargues, N. Goldscheider, I. C. Popescu, M. Sauter, I. Vadillo, F. Zwahlen, 2001. *Evaluation and Validation of Vulnerability Concepts using a Physically Based Approach*. In: 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Besnacon, 20.-22.9.2001, pp. 67-72.

Bubeníková, M., A. Patschová, K. Kučerová, V. Chudoba, B. Hamar Zsideková, S. Kušnier, 2020a. *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*. Záverečná správa k úlohe č. 9063, Bratislava: Výskumný ústav

vodného hospodárstva.

Bubeníková, M., V. Chudoba, K. Kučerová, A. Patschová, 2020b. *Hodnotenie podzemných vôd pre účely smernice 2000/60/ES – dosiahnutie dobrého chemického stavu v útvaroch podzemných vôd. Analýza rizika nedosiahnutia dobrého chemického stavu kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd do roku 2027*. Správa k úlohe č. 10062, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva.

Bursa, O., 2018. *Aktualizované vyhodnotenie trendov kvantity a kvality podzemných vôd v útvaroch podzemných vôd Slovenska obdobia 2007 - 2016*. Štúdia 597-01-29718, Banská Bystrica: BURSA s.r.o. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM>

Commission of the European Communities, 2000. *Communication from the Commission on the Precautionary Principle*. COM(2000), Brussels. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52000DC0001>

European Commission, 2003. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 3, Analysis of Pressures and Impacts*. Technical document, Luxembourg, ISBN 92-894-5123-8. Available from: [https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20\(WG%202.1\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20(WG%202.1).pdf)

European Commission, 2007. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 15, Guidance on Groundwater Monitoring*. Technical Report - 002 - 2007, Luxembourg, ISBN 92-79-04558-X. Available from: https://circabc.europa.eu/sd/a/e409710d-f1c1-4672-9480-e2b9e93f30ad/Groundwater%20Monitoring%20Guidance%20Nov-2006_FINAL-2.pdf

European Commission, 2007. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 16, Guidance on Drinking Water Protected Areas*. Technical Report - 2007 - 010, Luxembourg, ISBN 978-92-79-06201-8. Available from: <https://circabc.europa.eu/sd/a/aef48d98-7715-4828-a7ee-df82a6df4afb/Guidance%20No%2016%20-%20Groundwater%20in%20DWPAs.pdf>

European Commission, 2007. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 17, Guidance on Preventing or Limiting Direct and Indirect Inputs in the Context of the Groundwater Directive 2006/118/EC*. Technical Report - 2007 - 012, Luxembourg, ISBN 978-92-79-06277-3. Available from: <https://circabc.europa.eu/sd/a/3a87a7ad-858d-459e-9e45-bee034c013dd/Guidance%20Document%20No%2017%20-%20Direct%20and%20indirect%20inputs.pdf>

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*. Technical Report - 2009 - 026, Luxembourg, ISBN 978-92-79-11374-1. Available from: https://circabc.europa.eu/sd/a/ff303ad4-8783-43d3-989a-55b65ca03afc/Guidance_document_N%C2%B018.pdf

European Commission, 2010. *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 26, Guidance on Risk Assessment and the Use of Conceptual Models for Groundwater*. Technical report - 2010 - 042, Luxembourg, ISBN-13 978-92-79-16699-0. Available from: <https://circabc.europa.eu/sd/a/8564a357-0e17-4619-bd76-a54a23fa7885/Guidance%20No%2026%20-%20GW%20risk%20assessment%20and%20conceptual%20models.pdf>

Franko, O., 1976. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 45 Nitra. Manuskript - Geofond, Geologická služba SR, Bratislava, ev. č. 38764.

Hamar Zsideková, B., V. Chudoba, A. Patschová, M. Bubeníková, S. Ščerbáková, E. Rajczyková, 2020. *Hodnotenie chemického stavu kvartérnych a predkvartérnych útvarov podzemných vôd - Test zhoršenia chemického a ekologického stavu súvisiacich útvarov povrchových vôd v dôsledku prieniku znečisťujúcich látok z útvarov podzemných vôd*. Správa k úlohe č. 10063, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva.

Hanzel, V., 1974. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 27 Poprad. Manuskript - Archív odboru informatiky Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, Bratislava, ev. č. 33729.

Hanzel, V., a kol., 1996. Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, list 27 Poprad. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Geologická služba SR, Bratislava, 165 s.

Hornáčková Patschová, A., K. Chalupková, L. Šulvová, V. Malý, 2009. *Program opatrení na zlepšenie chemického stavu útvarov podzemných vôd, Vypracovanie metodiky obmedzenia a znižovania znečistenia podzemných vôd*. Správa k úlohe č. 7049, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva.

Horvát, O., A. Patschová, 2014. *Analýza rozdielov medzi súčasným stavom útvarov podzemných vôd a stanovenými environmentálnymi cieľmi do roku 2021, Časť: Riziková analýza nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 v útvaroch podzemných vôd*. Správa, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/rsv2/WFD_reporting/2016/gw/GWPressures_gwPressuresReference/Rizikova_analyza_UPzV_do_2021_AP_def.pdf

Chriaštel', R., P. Rončák, R. Kelemenová, E. Kullman, M. Vydarený, T. Lánčzos, 2001. *Dánska agentúra životného prostredia – úsek pre východnú a strednú Európu, Sanácia znečistených pôd a podzemných vôd, Slovenská republika, 2. fáza, Úloha 1.2. Vytvorenie jednej okresnej databázy vrátane všetkých údajov a máp*.

Chriaštel', R., R. Kandrik, 2020. *Hodnotenie ekosystémov závislých na podzemných vodách z pohľadu kvality podzemných vôd*. Správa, Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM>

Chriaštel', R., R. Kandrik, E. Kullman, A. Ľuptáková, J. Urbancová, 2020. *Aktualizované vyhodnotenie trendov kvality podzemných vôd za roky 2007 - 2016 v kvartérnych a predkvartérnych útvaroch podzemných vôd Slovenskej republiky*. Správa, Slovenský hydrometeorologický ústav. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM>

Chudoba, V., A. Patschová, 2021. *Identifikácia útvarov podzemných vôd, od ktorých sú priamo závislé útvary povrchových vôd*. Správa k úlohe č. 21013, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva.

International Risk Governance Council, 2005. *White Paper on Risk Governance, Towards an Integrative Approach*. IRGC, Geneva. Available from: <https://irgc.org/risk-governance/irgc-risk-governance-framework/>

Jeannin, P. Y., F. Cornaton, F. Zwahlen, P. Perrochet, 2001. *VULK: a Tool for Intrinsic Vulnerability Assessment and Validation*. In: 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Besnacon, 20.-22.9.2001, pp. 185-190.

Jetel, J., 1990. Základní hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 25 Zlín, ÚÚG Praha.

Kučerová, K., A. Patschová, M. Bubeníková, M. Slovinská, A. Vajíčeková, K. Munka, 2020a. *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*. Správa k úlohe č. 10063, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM>

Kučerová, K., V. Chudoba, M. Bubeníková, A. Patschová, B. Hamar Zsideková, 2020b. *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>

Kullman, E., 1975. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 35 Trnava. Manuskript - Geofond, Geologická služba SR Bratislava, ev. č. 36142.

Kullman, E., 1978. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 36 Banská Bystrica. Manuskript - Geofond, Geologická služba SR Bratislava, ev. č. 44163.

Kullman, E., R. Fláková, 2019. *Aktualizácia hodnotenia kvantitatívneho stavu útvarov podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch a predkvartérnych horninách na Slovensku pre III. cyklus Vodných plánov SR*. Správa, Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav v spolupráci s Katedrou hydrogeológie Univerzity Komenského. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=PDM>

Malík, P., J. Švasta, 1998. *Mapy zraniteľnosti podzemných vôd pre oblasti krasovo-puklinových a puklinových kolektorov*. Bratislava: Geologický ústav Dionýza Štúra.

Malík, P., J. Švasta, R. Černák, E. Lenhardtová, N. Bačová, A. Remšík, 2013. *Kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody, Časť I. - Doplnenie hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemnej vody vrátane útvarov geotermálnej vody*. Přípravná štúdia, Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.

Ščerbáková, S., J. Makovinská, E. Rajczyková, E. Mišíková Elexová, P. Baláži, P. Tarábek, R. Čuban, P. Matok, D. Fidlerová, G. Lešťáková, M. Bene, J. Bušovský, L. Pediačová, 2020. *Hodnotenie ekologického stavu, ekologického potenciálu a chemického stavu*. Priebežná správa, Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2005. *Správa Slovenskej republiky o stave implementácie Rámцovej smernice o vode spracovaná pre Európsku komisiu v súlade s článkom 5, prílohy II a prílohy III a článkom 6, prílohy IV RSV*. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, Výskumný ústav vodného hospodárstva, Slovenský hydrometeorologický ústav, Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2009. *Rámcový program monitorovania stavu vôd na roky 2010 - 2015*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1535>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2009. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-aplanovacie-dokumenty/vodny-plan-slovenska-2009.html>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2015. *Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016 - 2021*. Bratislava: Ministerstvo

životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: <https://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=RPMV2PO>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2015. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly, Aktualizácia*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-aplanovacie-dokumenty/vodny-plan-slovenska-aktualizacia-2015.html>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2017. *Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy - aktualizácia*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/files/odbor-politiky-zmeny-klimy/strategia-adaptacie-sr-nepriaznive-dosledky-zmeny-klimy-aktualizacia.pdf>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2020. *Zelenšie Slovensko, Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: https://www.minzp.sk/files/iep/publikacia_zelensie-slovensko-sj_web.pdf

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, 2020. *Vodný Plán Slovenska, Plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja, Plán manažmentu správneho územia povodia Visly*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky. Dostupné z: <https://www.minzp.sk/voda/vodny-plan-slovenska/>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Ministerstvo poľnohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky, 2020. *Správa o stave implementácie smernice Rady 91/676/EHS týkajúcej sa ochrany vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov v Slovenskej republike*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Ministerstvo poľnohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/spravy/spravy-o-zp/spravy-ek/detail/1247>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Slovenská agentúra životného prostredia, 2015. *Štátny program sanácie environmentálnych záťaží (2016 - 2021) (ŠPZ EZ)*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/uploads/files/EZ/spsez20162021.pdf?>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, Výskumný ústav vodného hospodárstva, 2020. *Situačná správa o zneškodňovaní komunálnych odpadových vôd a čistiarenských kalov v Slovenskej republike za roky 2017 a 2018*. Správa, Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej Republiky, Výskumný ústav vodného hospodárstva. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/spravy/spravy-o-zp/spravy-ek/detail/1107>

Nariadenie (ES) č. 1882/2003 Európskeho parlamentu a Rady z 29. septembra 2003, ktorým sa podľa rozhodnutia Rady 1999/468/ES upravujú ustanovenia týkajúce sa výborov, ktoré pomáhajú Komisii pri výkone jej vykonávacích právomocí ustanovených v nástrojoch, ktoré podliehajú postupu uvedenému v článku 251 Zmluvy o založení ES, Ú. v. L 284/1, 31.10.2003, s. 447-499. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/ALL/?uri=CELEX%3A32003R1882>

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 z 21. októbra 2009 o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh a o zrušení smerníc Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS, Ú. v. L 309, 24.11.2009, s. 1-50. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1582401881780&uri=CELEX:32009R1107>

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1137/2008 z 22. októbra 2008 o prispôsobení určitých nástrojov, na ktoré sa vzťahuje postup ustanovený v článku 251 zmluvy, rozhodnutiu Rady 1999/468/ES, pokiaľ ide o regulačný postup s kontrolou – Prispôsobenie právnych aktov regulačnému postupu s kontrolou – Prvá časť, Ú. v. L 311/1, 21.11.2008, s. 1-54. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1137>

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>

Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 8. júla 2015 o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky, Z. z. č. 167/2015, 22.7.2015 (časová verzia predpisu účinná od 14.09.2015), s. 1-17. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/167/>

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 21. júna 2017, ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti, Z. z. č. 174/2017, 21.6.2017 (časová verzia predpisu účinná od 01.07.2017), s. 1-35. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2017/174/20170701>

Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 25. mája 2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd, Z. z. č. 269/2010, 25.5.2010 (časová verzia predpisu účinná od 01.01.2013), s. 1-103. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2010/269/20130101>

Oznámenie Ministerstva zahraničných vecí Slovenskej republiky, Dohovor i biologickej diverzity, Z. z. č. 34/1996, 25.08.1994 (časová verzia predpisu účinná od 03.02.1996), s. 1-36. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/1996/34/19960203>

Patschová, A., Chalupková, Z. Horvátová, K. Slivková, A. Tlučáková, L. Šulvová, V. Malý, F. Polanský, 2009. *Program opatrení na zlepšenie chemického stavu útvarov podzemných vôd. Časť A: Analýza zdrojov znečistenia v útvaroch podzemných vôd klasifikovaných v zlom chemickom stave a návrh opatrení na dosiahnutie dobrého stavu do roku 2015, Časť B: Analýza zdrojov znečistenia v kvartérnych útvaroch podzemných vôd klasifikovaných v dobrom chemickom stave, Časť C: Analýza zdrojov znečistenia v predkvartérnych útvaroch podzemných vôd klasifikovaných v dobrom chemickom stave.* Správa k úlohe č. 7051. Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva.

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>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/128/ES z 21. októbra 2009, ktorou sa ustanovuje rámec pre činnosť Spoločenstva na dosiahnutie trvalo udržateľného používania pesticídov, Ú. v. L 309, 24.11.2009, s. 71-86. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0128>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2013/39/EÚ z 12. augusta 2013, ktorou sa menia smernice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokiaľ ide o prioritné látky v oblasti vodnej politiky, Ú. v. L 226, 24.8.2013, s. 1-17. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32013L0039>

Smernica Komisie 98/15/ES z 27. februára 1998, ktorou sa mení a dopĺňa smernica Rady 91/271/EHS, pokiaľ ide o niektoré požiadavky stanovené v jej prílohe, Ú. v. EÚ L 67/29, 7.3.1998, s. 27-28. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/ALL/?uri=CELEX%3A31998L0015>

Smernica Komisie 2014/80/EÚ z 20. júna 2014, ktorou sa mení príloha II k smernici Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality, Ú. v. EÚ L 182, 21.6.2014, s. 52-55. Dostupné z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/80/oj>

Smernica Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia, 3/2015 Vestník MŽP SR (časová verzia predpisu účinná od 20.02.2015), s. 1-96. Dostupné z: https://www.minzp.sk/files/sekcia-geologie-prirodnýchzdrojov/ar_smernica_final.pdf

Smernica Rady 91/271/EHS z 21. mája 1991 o čistení komunálnych odpadových vôd, Ú. v. ES L 135, 30.5.1991, s. 1-16. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:01991L0271-20081211&from=IT>

Smernica Rady 91/676/EHS z 12. decembra 1991 o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov, Ú. v. L 375/1, 31.12.1991, s. 68-77. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0676>

Smernica Rady 92/43/EHS z 21. mája 1992 o ochrane prirodzených biotopov a voľne žijúcich živočíchov a rastlín, Ú. v. L 206/7, 22.7.1992, s. 102-145. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=celex%3A31992L0043>

Škarbová, B., 2019. *Uvádzanie na trh a používanie prípravkov na ochranu rastlín v SR*. V: Seminár k aktuálnym témam v oblasti vodného hospodárstva, 3.-4.6.2019, Žilina. Dostupné z: <https://www.enviroportal.sk/uploads/files/VodaRG/2019/SkarbovaUvadzanie-na-trh-a-pouzivanie-pripravkov.pdf>

Škvarka, L., 1975. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 46 - 47 Lučenec, Rimavská Seč. Manuskript - Geofond, Geologická služba SR Bratislava, ev. č. 35857.

Škvarka, L., a kol., 1989. Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, list 46 a 47 Lučenec a Rimavská Seč. Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 117 s.

Vrba, J., Zaporozec, A. (Eds.), 1994. *Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability*. International Association of Hydrogeologists Revue, vol. 16, Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Hannover, ISBN 3-922705-97-9.

Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky z 27. júna 2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o obhospodarovaní poľnohospodárskej pôdy v zraniteľných oblastiach, Z. z. č. 215/2016, 27.6.2016, s. 1-12. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2016/215/20160801>

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>

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/2005/29/20050215>

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, 4.3.2011, s. 1-7. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2011/73/20110401>

Zakovič, M., 1976. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 26 Žilina. Manuskript - Geofond, Geologická služba SR Bratislava, ev. č. 38765, 43421.

Zakovič, M., 1977. Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000, list 28 Svidník. Manuskript - Archív odboru informatiky Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, ev. č. 42102.

Zakovič, M., 1988. Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, list 28 Svidník. Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 79 s.

Zakovič, M., a kol., 1990. Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, list 26 Žilina. Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 146 s.

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, 24.6.2004 (časová verzia predpisu účinná od 9.4.2020), s. 1-106. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2004/364/20200409>

Zákon z 19. júna 2002 o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach, Z. z. č. 442/2002, 19.6.2002 (časová verzia predpisu účinná od 01.01.2019), s. 1-39. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2002/442/20190101>

Zákon z 21. októbra 2011 o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov, Z. z. č. 409/2011, 21.10.2011 (časová verzia predpisu účinná od 28.02.2018), s. 1-26. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2011/409/20180228>

Zákon z 21. októbra 2011 o rastlinolekárskej starostlivosti a o zmene zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 145/1995 Z. z. o správnych poplatkoch v znení neskorších predpisov, Z. z. č. 405/2011, 21.10.2011 (časová verzia predpisu účinná od 01.09.2018), s. 1-39. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2011/405/20180901>

Zákon z 25. júna 2002 o ochrane prírody a krajiny, Z. z. č. 543/2002, 24.6.2004 (časová verzia predpisu účinná od 01.09.2021), s. 1-119. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2002/543/20210901>

Zákon z 25. októbra 2007 o geologických prácach (geologický zákon), Z. z. č. 569/2007, 25.10.2007 (časová verzia predpisu účinná od 01.09.2019), s. 1-47. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2007/569/20190901>

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/2018/305/20210101>

Zákon zo 17. marca 2000 o hnojivách, Z. z. č. 136/2000, 17.3.2000 (časová verzia predpisu účinná od 01.01.2019), s. 1-32. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2000/136/20190101>