



3-4 / 2022

VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie



UN WATER

22. MAREC
SVETOVÝ DEŇ VODY





Váčení čitateľa,

v roku 2021 prebiehali intenzívne práce a diskusie v rámci tvorby strategického dokumentu *Koncepcia vodnej politiky na roky 2021 – 2030 s výhľadom do roku 2050*. Mal som príležitosť zúčastniť sa celého procesu a okrem iného ma potešil fakt, že jednou z desiatich priorít, na ktorú sa koncepcia zamerala, bola

oblasť nazvaná „Rozumieť vode“. Toto jednoduché slovné spojenie skrýva v sebe množstvo výziev a hoci sa nám môže zdať, že v súčasnej epoche enormného rozvoja ľudského poznania už všetko vieme, príroda nás stále presviedča o opak. Preto je veľmi dôležité nepoľaviť v úsilí o rozvoj nášho porozumenia vode, špeciálne vode podzemnej, ktorá ešte vždy skrýva množstvo neodhalených tajomstiev.

O význame podzemnej vody asi nikoho vo vodohospodárskej komunite netreba presviedčať. Už len ako zdroj kvalitnej pitnej vody si zaslúži našu pozornosť. Maximálnu pozornosť podzemnej vode venujú aj hydrogeológovia, pre ktorých je hlavným objektom štúdia. Geologické, hydrogeologické a geochemické podmienky sú kľúčové na vznik, formovanie, akumuláciu, ako aj využitie podzemných vôd. V poslednom čase vzrastá význam ochrany podzemnej vody pred antropogénnym znečistením, ako aj nepriaznivými účinkami klimatických zmien. V ochrane podzemnej vody pred znečistením je podstatné pochopiť hydrogeologické podmienky obehu podzemných vôd, geochemické procesy súvisiace so šírením znečistenia a vedieť tieto faktory aj modelovať či predvídať v snahe nastaviť vhodné opatrenia na ochranu vôd.

V tejto súvislosti geologická komunita pôsobiaca na štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) zintenzívňuje svoje úsilie o zvýšenie úrovne porozumenia problémov podzemnej vody,

pretože len keď dokážeme podzemnej vode porozumieť, dokážeme ju aj ochrániť. Už dlhší čas sa hydrogeológovia ŠGÚDŠ venujú rozsiahlemu programu hydrogeologického a hydrogeochemického mapovania územia Slovenska. V období od 1991 do súčasnosti sa podarilo zmapovať viac ako 38% našej krajiny a výsledky pretaviť do hodnotných mapových výstupov (viac info na <http://apl.geology.sk/hydrogeol/> a <http://apl.geology.sk/hydrochem/>). Súčasťou týchto aktivít je tvorba rozsiahlych databáz o kvantite a kvalite podzemných vôd. Okrem hydrogeologického mapovania sa riešili aj ďalšie zaujímavé projekty úzko súvisiace s podzemnou vodou, napr. *Výskum zraniteľnosti podzemných vôd pre manažment trvalo udržateľného využívania podzemných vôd v BSK*, *Zavedenie trvalodržateľného využívania podzemnej vody v podzemnom krasovom systéme Kráľovej jaskyne*, *Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov (ISSOP)* alebo *Hydrogeologický prieskum deficitných oblastí Slovenskej republiky* (<https://www.geology.sk/aktivity/geologicke-ulohy/>). Významné sú aj aktivity zamerané na monitoring vplyvu antropogénnych zdrojov znečistenia (najmä environmentálnych záťaží) na kvalitu podzemných vôd. V neposlednom rade sa odborníci z ŠGÚDŠ pravidelne venujú i hodnoteniu chemického stavu útvarov podzemných vôd v zmysle Rámcovej smernice o vodách.

Geologické, hydrogeologické a geochemické metódy skúmania významne prispievajú k pochopeniu procesov prebiehajúcich v systéme horninové prostredie – podzemná voda, pričom sú tieto procesy kľúčové pre výsledné kvantitatívne a kvalitatívne parametre podzemných vôd. Preto verím, že geológia, spolu s ďalšími vednými odbormi, môže významne prispieť k aplikácii priorít Koncepcie vodnej politiky a pomôže nám ochrániť a rozumne využívať naše spoločné bohatstvo, skryté v podzemných vodách Slovenska.

RNDr. Igor Slaninka, PhD.

generálny riaditeľ

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

© Vodohospodársky spravodajca

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 65

Vydavateľ: Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, IČO: 30 841 721, tel.: +421 (0)2 59 343 336, www.zzv.sk

Redakcia: Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: +421 (0)2 59 343 322, mobil: +421 905 594 435, e-mail: pavel.hucko@vvv.sk, maria.rimarcikova@vvv.sk

Redakčná rada: Ing. Marián Bocák, Ing. Stanislav Dobrotka, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Pavel Hucko, CSc. (predseda), Ing. Tomáš Ič,

prof. Ing. Ľuboš Jurík, PhD., Ing. Danica Lešková, PhD., Mgr. Eva Polakovičová, Ing. Jana Poórová, PhD., Ing. Andrej Šille,

prof. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Danka Thalmeinerová, CSc., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD.

Dátum vydania: marec 2022

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Rimarčíková

Grafické spracovanie a tlač: Polygrafické centrum, www.polygrafcentrum.sk

Príspevky sú recenzované.

Ďalšie šírenie článkov alebo ich častí je dovolené iba s predchádzajúcim súhlasom vydavateľa.

Pravidlá písania do Vodohospodárskeho spravodajcu nájdete na www.zzv.sk

Informácie o spracúvaní osobných údajov poskytované podľa čl. 13 a 14 Nariadenia nájdete na stránke www.zzv.sk

Evidenčné číslo: EV 3499/09

ISSN: 0322-886X



Foto na 1. a 4. strane obálky: Patrícia Barabášová
Foto na 2. strane obálky: Branislav Tužinčin

3 Úvodník

Editorial

I. Slaninka

5 Konferencia Budúcnosť CHVO Žitný ostrov

Conference Future of Water Protection Zone Žitný ostrov

D. Thalmeinerová

6 Celkový pohľad na podzemné vody Slovenska za rok 2020 z hľadiska ich využívania

General view of the groundwater of Slovakia in 2020 in terms of their use

Š. Leitmann

8 Prehodnotenie využiteľných množstiev podzemnej vody v hydrogeologických rajónoch na základe súčasnej platnej legislatívy

Reassessment of exploitable amount of groundwater in hydrogeological units on the basis of effective legislation

V. Slivová, J. Gavurník

12 Hydrologický rok 2021 z hľadiska podzemnej vody

Hydrological year 2021 in terms of groundwater

V. Slivová, E. Kullman, Z. Paľušová

18 Skvalitnenie účelovej monitorovacej siete Výskumného ústavu vodného hospodárstva

Improvement of Water Research Institute purposal monitoring network

E. Speváková, M. Fabok, A. Seman

21 Riadené dopĺňanie zásob podzemných vôd ako možné adaptačné opatrenie na dopady klimatickej zmeny

Managed Aquifer Recharge as possible measure of climate change adaptation

A. Vranovská, D. Vrablíková, A. Šoltész, V. Novák,
M. Červeňanská, K. Kňava

26 Monitorovanie environmentálnych záťaží realizované Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra

Monitoring of environmental burdens carried out by the State Geological Institute of Dionýz Štúr

J. Kordík, I. Slaninka

32 Modelovanie bilancie povrchových vôd rozšírené o simulovanie podzemných vôd

Surface water balance modeling extended by groundwater simulation

M. Kandra

37 Normy STN

Slovak technical standards

D. Borovská

Konferencia Budúcnosť CHVO Žitný ostrov

Ing. Danka Thalmeinerová, CSc.

Ministerstvo životného prostredia SR, sekcia vody

Žitný ostrov je najväčším riečnym ostrovom v Európe a najväčšou zásobárňou pitnej vody v strednej Európe. Ministerstvo životného prostredia SR (MŽP) vo štvrtok (17. 2. 2022) spoločne s odborníkmi predstavilo ciele ochrany vôd Žitného ostrova v rámci prípravy Akčného plánu (AP) ochrany vôd Chránenej vodohospodárskej oblasti (CHVO) Žitný ostrov.

Cieľom konferencie Budúcnosť CHVO Žitný ostrov bolo predstaviť zámer prípravy AP a vytvoriť priestor na prezentáciu problematiky ochrany vôd Žitného ostrova a dosiahnutie všeobecnej informovanosti o následkoch nedbalého využívania tohto územia z pohľadu odborníkov z kľúčových oblastí. Podujatie bolo určené pracovníkom verejného sektora, kľúčových rezortov a ich organizácií, okresných úradov a samospráv v dotknutom území, odbornej verejnosti (veda, výskum, konzultačná sféra). Všetky prezentácie sú zverejnené na web stránke MŽP SR.

Konferenciu otvoril minister životného prostredia **Ján Budaj**. V úvode minister pripomenul, že toto najväčšie územie z hľadiska súčasného a budúceho zásobovania pitnou vodou je neprestajne atakované zložitými environmentálnymi hrozbami. Napriek legislatívnym obmedzeniam hospodárskych činností stále dochádza k ohrozeniu kvality podzemnej vody. Máme zdokumentované zdroje znečistenia – od starých záťaží a ilegálnych skládok až po absenciu odkanalizovania obcí Žitného ostrova. Minister zdôraznil, že MŽP SR bude presadzovať nadradenosť verejného záujmu ochrany vôd pri územnom plánovaní, vyhlasovaní nových a prehodnocovaní aktuálnych ochranných pásiem vodárenských zdrojov nad ostatnými záujmami. Základnou premisou AP bude, že využitie zdrojov pitnej vody a efektívne zabezpečenie ich ochrany vo vyhlásených ochranných pásmach zdrojov pitnej vody má vždy prioritu pred hospodárskym využitím územia a rozširovaním výstavby. Minister uviedol, že spracovanie AP je jedným z opatrení uvedených v Koncepcii vodnej politiky Slovenska do roku 2030. Akčný plán stanoví cestovnú mapu – pre všetky druhy ohrozenia – od enkapsulácie skládok vo Vrakuni, zneškodnenie ostatných, hlavne priemyselných zdrojov znečistenia, nepovolených skládok odpadu až po zrýchlenú mobilizáciu investícií do odkanalizovania obcí na Žitnom ostrove.

V úvode konferencie vystúpila aj poslankyňa Národnej rady SR **Anna Zemanová**, ktorá zastrešuje iniciatívu Za Žitný ostrov. Uviedla, že „toxický koktail“ sa šíri z nekontrolovaných únikov a neregulovaných činností z minulosti na území a okolí Bratislavy, ktorý presakuje do podzemných vôd. Nečinnosť, resp. formálne rozhodnutia predchádzajúcich vlád už nie je možné tolerovať. Je reálna hrozba, že tieto praktiky môžu pokračovať, napr. snahy zastavať Žitný ostrov,

nedoriešený plán budovania ropovodu. Ocenila prístup MŽP SR a to, že sa úloha spracovania AP dostala do popredia, a vyzvala odbornú verejnosť, aby sa na spracovaní projektu aktívne zúčastnila.

Hlavnou témou konferencie bolo poskytnúť súhrn informácií o problémoch Žitného ostrova. Prezentácie výskumných pracovníkov, ako aj pohľad zástupcu samosprávy sa zamerali na ohrozenie územia vinou dlhodobého znečistenia pôdy a podzemnej vody a nepriaznivých faktorov, ktoré ovplyvňujú kvalitu pitnej vody. O týchto otázkach diskutovali **Peter Malík** zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, **Anna Patšochová** z Výskumného ústavu vodného hospodárstva, **Eva Paudítšová** z Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského a **Elena Pätoprstá**, podpredsedníčka Bratislavského samosprávneho kraja.

Výsledky monitorovania vôd Žitného ostrova boli témou v treťom bloku konferencie. Prezentácie poskytli informácie o monitorovacích systémoch v oblasti Žitného ostrova. Prezentujúcimi boli **Róbert Chriaštel** zo Slovenského hydrometeorologického ústavu, **Katarína Chalupková** z Výskumného ústavu vodného hospodárstva, **Katarína Benková** zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra a **Jaromír Plich** zo sekcie geológie MŽP SR.

Na konferencii sa konštatovalo, že najväčšími hrozbami pre CHVO Žitný ostrov sú environmentálne záťaže, z ktorých sa z dôvodov hydrogeologických pomerov môže kontamináčnym mrakom šíriť znečistenie do podzemných vôd. Chemický stav podzemných vôd sa hodnotí ako dobrý, ale znamená sa už rastúci trend znečistenia a útvary podzemnej vody sú vo významnom riziku. Ďalším zdrojom ohrozenia je intenzívne využívanie pôdy v poľnohospodárstve, a to najmä hnojenie a používanie pesticídov. Problémom sú aj obce, ktoré nemajú vyriešené čistenie komunálnych odpadových vôd, ako aj urbanizácia územia Žitného ostrova. Tieto problémy sa zväčšujú neadekvátnym spravovaním územia – od kompetencií a poddimenzovania pracovníkov na okresných úradoch životného prostredia, vyšších územných celkov pri územnom plánovaní až po občiansku angažovanosť občianskych združení.

Počas konferencie sa mohli účastníci interaktívne zapojiť prostredníctvom aplikácie Slido. Prostredníctvom on-line sa na konferencii zúčastnilo 188 účastníkov. To ukazuje enormný záujem o problematiku znečistenia zdrojov pitnej vody v území CHVO Žitný ostrov.

Celkový pohľad na podzemné vody Slovenska za rok 2020 na základe z ich využívania

RNDr. Štefan Leitmann

Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava

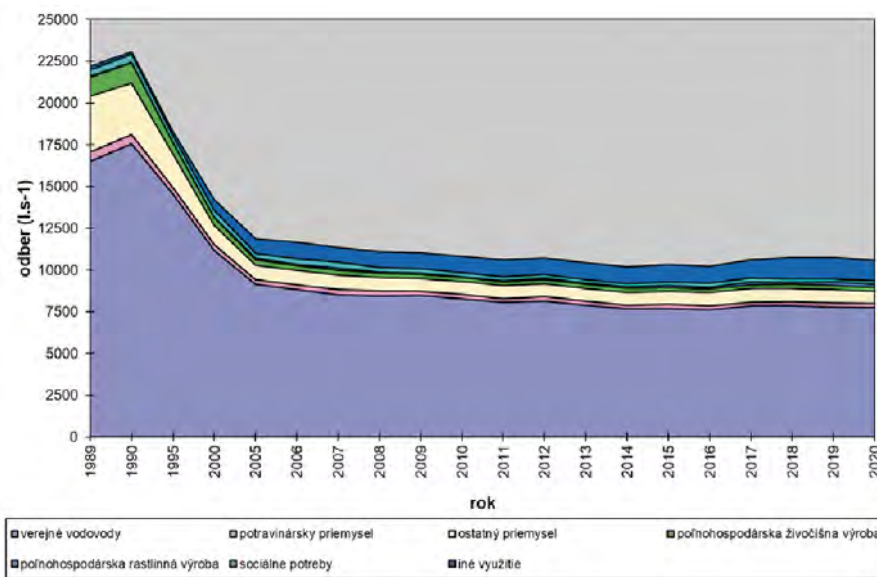
Naša republika patrí k vnútrozemským štátom, v ktorých primárnym zdrojom vody sú atmosférické zrážky. Množstvo zdrojov a zásob podzemných vôd je teda priamo závislé od množstva zrážok, ich časového rozloženia a kvality. Na Slovensku dosahuje priemerný úhrn zrážok 762 mm (referenčné obdo-

množstvá (zdroje) podzemných vôd, t. j. časť, ktorú môžeme z horninového prostredia technickými prostriedkami (vrtmi, studňami, pramennými záchytkami a pod.) zachytiť a využívať, 53,8% ($78,95 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Z hľadiska zabezpečenia spotreby vody vyznieva pozitívne celkový odber podzemnej vody $10,57 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. V rezervnom fonde tak ostalo $68,38 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ podzemných vôd, čo predstavuje 86,61% z celkových zásob využiteľných množstiev.

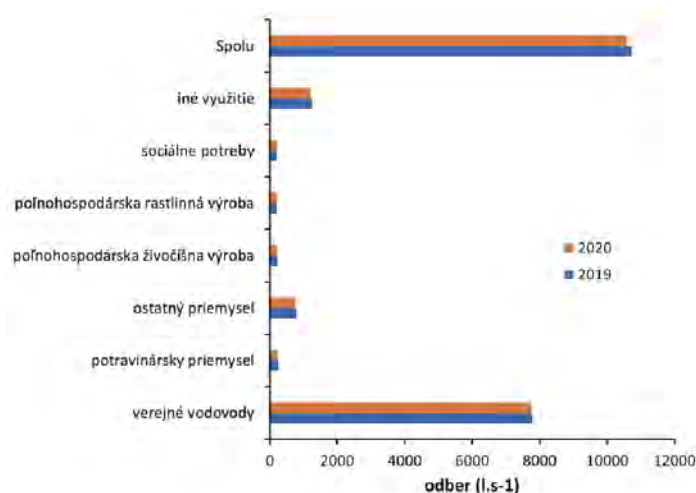
Údaj o odbere spotrebiteľov Slovenska (v zmysle vyhlášky č. 418/2010 Z. z. o oznamovacej povinnosti) poklesol oproti predchádzajúcemu roku o $0,17 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, t. j. 1,58%. Kontinuálne tak nadviazal na pokles odberov (okrem rokov 2017 – 2019, keď sa stabilizoval), ktorý sa začal v roku 1991 ako následok transformácie hospodárstva, zníženia výroby, reorganizácie podnikov, ale aj uplatňujúcich sa ekonomických opatrení v súvislosti so zvýšením poplatkov za m^3 odobranej vody a povinného zavedenia merania spotreby vody vodomermi. V súčasnosti sa na poklese odberov podieľa aj kovidová situácia, ktorá zhoršuje priemyselnú aj poľnohospodársku výrobu, gastroprevádzky, ako aj prevádzky vo všetkých ostatných odvetviach. Najväčšia časť odberov $7\,723,11 \text{ l s}^{-1}$, t. j. 73,01%, pripadá na využívanie podzemných vôd na zásobovanie obyvateľstva cez sieť verejných vodovodov. Od roku 1993 sa zaznamenáva nepretržitý pokles z verejných vodovodov. V posledných rokoch predstavoval priemerný ročný pokles -25 l s^{-1} .

V ďalších odvetviach národného hospodárstva možno konštatovať ustálený, resp. mierne poklesový stav, s výnimkou chemického (zvýšenie o 21 l s^{-1}) a stavebného priemyslu (zvýšenie o 14 l s^{-1}) v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2019. Vo všetkých povodiach Slovenska sa nameral pokles odberov

v porovnaní s predchádzajúcim rokom, okrem povodia Moravy (zvýšenie o 10 l s^{-1}), Váhu (zvýšenie o 3 l s^{-1}) a Slanej (zvýšenie o 2 l s^{-1}). Najväčší pokles sa prejavil v povodiach Poprad (-45 l s^{-1}), Hornád (-40 l s^{-1}), Dunaj (-33 l s^{-1}) a Hron (-17 l s^{-1}). Je

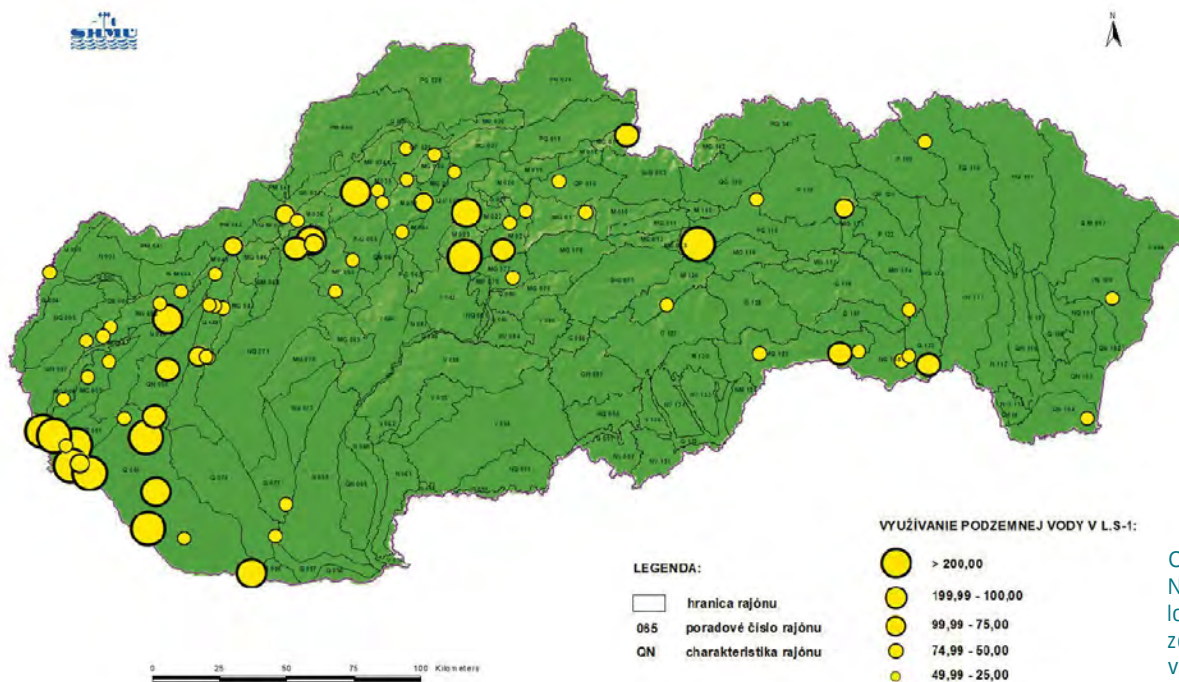


Obr. 1 Vývoj využívania podzemných vôd na Slovensku v rokoch 1989 – 2020

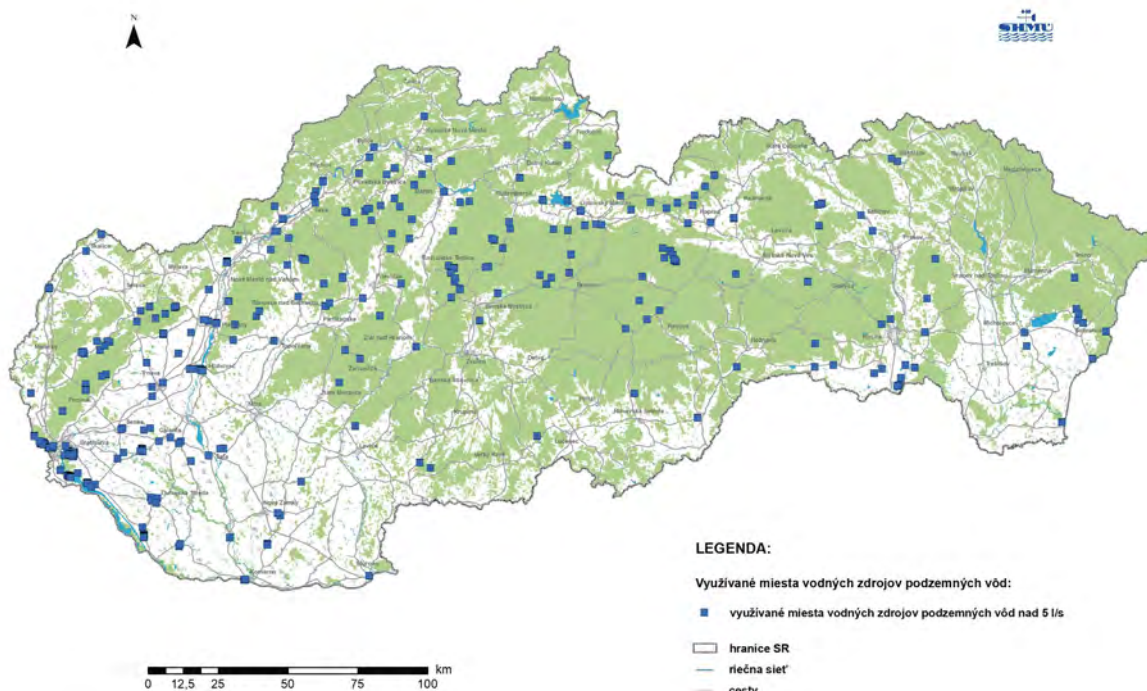


Obr. 2 Rozdelenie odberov podzemných vôd Slovenska podľa užívateľských skupín

bie 1901 – 2000). Rok 2020 bol z hľadiska množstva zrážok nadnormálny, priemerný zrážkový úhrn dosiahol 886 mm. Prírodné množstvá podzemných vôd SR sú stanovené na $146,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Z tohto množstva predstavujú zdokumentované využiteľné



Obr. 3
Najvýznamnejšie
lokality využívaných
zdrojov podzemnej
vody na Slovensku
v roku 2020



Obr. 4 Mapa
využívaných zdrojov
podzemných vôd
nad 5 l.s⁻¹
na Slovensku, stav
v roku 2020

zaujímavé porovnanie s hladinami podzemných vôd nameraných v sondách pozorovacej siete SHMÚ, neovplyvnených odbermi. Poklesy hladín sa zistili iba v povodí Dunaja a Bodrogu. V ostatných povodiach vzrástli oproti minulému roku. Na výdatnosti prameňov badať podobnú tendenciu, ale už aj zastavenie či znižovanie deficitu hlavne vo vzťahu k minimám a priemerným hodnotám. Oproti minulému roku najväčšie poklesy výdatnosti postihli povodia Moravy, dolného Váhu, Nitry a Bodrogu. Napriek zrážkovo nadnormálnemu roku môžeme konštatovať naďalej sa prehĺbujúci rozdiel medzi severným a južným Slovenskom.

Literatúra:

Slivová, V., Belan, M., Brezianská, K., Čaučík, P., Kurejová Stojkovová, M., Lehotová, D., Leitmann, Š., Molnár, L. (2020): *Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2020*. SHMÚ 2021, 402 s.

Na dôvodoch, ktoré sa najväčšími pričínili o pokles odberov, participovali najviac vodárenské spoločnosti, ktoré zdôvodňovali znížený odber prispôbením energetickej a prevádzkovej náročnosti pri doprave vody do spotrebiska, poklesom spotreby vody obyvateľstva, v priemysle, ale aj v poľnohospodárstve.

Predpoklad zrážkovo nízkych rokov a extrémny výskyt búrkových zrážok pravdepodobne odhalí nerovnomerné rozloženie vodných zdrojov zásobujúcich naše obyvateľstvo pitnou vodou, ich kvantitatívnu, ale aj kvalitatívnu úroveň.

Prehodnotenie využiteľných množstiev podzemnej vody v hydrogeologických rajónoch na základe súčasnej platnej legislatívy

RNDr. Valéria Slivová, PhD., RNDr. Ján Gavurník
Slovenský hydrometeorologický ústav

Anotácia

Kvalitné podzemné vody predstavujú nielen najvýznamnejší zdroj pitných vôd na území Slovenska či jednu zo základných zložiek ekosystémov, ale podmieňujú aj stupeň hospodárskeho rozvoja spoločnosti a životnej úrovne obyvateľstva v SR.

Zdroje a zásoby podzemnej vody v rámci Slovenskej republiky sú rozmanité v závislosti od množstva, miesta a času výskytu, ale aj z hľadiska ich kvality. Hoci sa periodicky obnovujú, nie sú neobmedzené a len správnym využívaním možno zabezpečiť ich relatívnu nevyčerpatelnosť. Jedným z nástrojov antidevastačného využívania zásob podzemnej vody, podporujúcich optimálne, ekologické a nedevastujúce prírodné prostredie, je prehodnotenie využiteľných množstiev podzemnej vody na všetkých využívaných zdrojoch podzemnej vody s odberom väčším ako $15\,000\text{ m}^3\cdot\text{r}^{-1}$.

ÚVOD

Prehodnotenie, resp. výpočet využiteľných množstiev podzemnej vody sú legislatívne zakotvené v § 80d ods. 3 vodného zákona MŽP SR č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov, ktorý upozorňuje na práva a povinnosti vyplývajúce z povolení a rozhodnutí vydaných pred 14. januárom 2015, ktoré nie sú v súlade so zákonom účinným od 15. januára 2015. Na základe toho je potrebné prehodnotiť využiteľné množstvá podzemnej vody, ktoré neboli stanovené v kategórii B pred rokom 2015. Okrem tohto dôležitého prehodnotenia podľa súčasnej legislatívy sa v článku spomína aj história legislatívy a kategorizácie využiteľných množstiev. Porovnávajú sa jednotlivé kategórie využiteľných množstiev z roku 2014 a roku 2020. Ako príklad celkového prehodnotenia podľa platnej legislatívy uvádzame hydrogeologický rajón MN 053 Mezozoikum severnej časti Pezinských a Brezovských Karpát.

KATEGORIZÁCIA VYUŽITEĽNÝCH MNOŽSTVÍ

Záverečné správy s výpočtom množstiev podzemnej vody posudzuje Komisia pre schvaľovanie množstiev podzemných vôd pri Ministerstve životného prostredia SR, ktorá v súčasnosti pracuje ako poradný orgán ministra životného prostredia.

Podzemné vody sa podľa stupňa ich kvantitatívneho a kvalitatívneho overenia zaraďujú do kategórií A, B, C.

Prvý spôsob hodnotenia využiteľných množstiev definujú Zásady pre klasifikáciu zásob podzemných vôd na základe uznesenia vlády č. 159/1967 – množstvá podzemnej vody boli klasifikované podľa stupňa overenia a znalosti v kategóriách A, B, C₁ a C₂.

Tento spôsob hodnotenia neskôr modifikovala Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov, ktorou sa vykonáva geologický zákon.

Postup a spôsob výpočtu množstiev podzemnej vody sú súčasťou tejto vyhlášky v prílohe 3.

Podľa tejto, aktuálne platnej, legislatívy sa stanovujú 3 kategórie využiteľných množstiev:

Kategória A – zásoby sú preskúmané tak podrobne, že sú objasnené geologické podmienky, zloženie a tlakové podmienky zvodnených horizontov, kvalita vody, filtračné vlastnosti hornín, podmienky napájania, možnosti dopĺňania a súvislosť hodnotených podzemných vôd s vodami ostatných horizontov a s povrchovými vodami. Využiteľné množstvo podzemnej vody na základe vyhodnotenia realizovaných geologických prác a minimálne trojročného prevádzkového pozorovania výdatnosti, hladiny a kvality podzemnej vody v záchytnom území.

Kategória B – zásoby sú preskúmané tak podrobne, že sú objasnené hlavné zvláštnosti podmienok uloženia, skladby a napájania zvodnených horizontov, kvality vody a vzájomné vzťahy medzi povrchovými a podzemnými vodami. Využiteľné množstvo podzemnej vody určené na základe vyhodnotenia hydrogeologických pomerov, najmä priestorovej charakteristiky hydrogeologických kolektorov, hydraulických parametrov a okrajových podmienok určených na základe poloprevádzkových hydrodynamických skúšok, režimu podzemnej vody z minimálne dvojročného obdobia pozorovania a vyhodnotenia vzťahu podzemných a povrchových vôd.

Kategória C – zaraďuje množstvá podzemnej vody regiónu, rajónu, subrajónu a štruktúry vypočítané na základe komplexného vyhodnotenia archívnych geologických materiálov, nových geologických prác, najmä hydrogeologických prác, na úrovni umožňujúcej navrhnuť optimálny účel využitia podzemnej vody v perspektívnych oblastiach na jej zachytenie. Zisťujú sa v hydrogeologických štruktúrach s prevažne voľnou hladinou podzemných vôd prírodné zdroje prostredníctvom hydrologickej bilancie a následných separačných

metód rozčlenenia odtoku. V odôvodnených prípadoch sa stanovujú aj prírodné zásoby, a to objemovými metódami. Vyžaduje sa režimové pozorovanie v dĺžke minimálne jeden rok nadväzne na dlhodobé rady pozorovaní.

Vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon, definuje využiteľné množstvo podzemnej vody ako najväčšie množstvo podzemnej vody, ktoré možno odobrať zo zvodneného systému na vodárenské využívanie po celý uvažovaný čas exploatácie za prijateľných ekologických podmienok, technických podmienok a ekonomických podmienok bez takého ovplyvnenia prírodného odtoku, ktoré by sa pokladalo za neprípustné, a bez neprípustného zhoršenia kvality odobratej vody.

Dňa 15. januára 2015 vstúpila do platnosti novela zákona MŽP SR č. 364/2004 Z. z. (vodný zákon), kde sa v § 80d ods. 3 uvádza, že práva a povinnosti vyplývajúce z povolení a rozhodnutí vydaných do 14. januára 2015, ktoré nie sú v súlade so zákonom účinným od 15. januára 2015, je potrebné do 31. decembra 2018 uviesť s ním do súladu, inak povolenia a rozhodnutia strácajú platnosť. Termín sa opakovanne viackrát predlžoval – v súčasnosti do 31. decembra 2021. Na základe toho bolo potrebné prehodnotiť využiteľné množstvá podzemnej vody využívaných zdrojov, ktoré neboli stanovené v kategórii B. Slovenský hydrometeorologický ústav v rámci nahlasovacej povinnosti eviduje všetky využívané zdroje podzemnej vody (viac ako 5 700 zdrojov), z toho prehodnotenie využiteľného množstva podzemnej vody sa vyžaduje pri zdrojoch s odberom presahujúcim 1 250 m³ za mesiac, resp. 15 000 m³.r⁻¹, čo predstavuje viac ako 4 500 zdrojov.

Záverečnú správu s výpočtom množstiev podzemnej vody v hydrogeologickom celku, záverečnú správu s výpočtom množstva geotermálnej energie posudzuje a schvaľuje minis-

terstvo. Od roku 2015 sú predmetom prerokovania a schvaľovania najmä lokálne zdroje, zriedka sú vymedzené aj širšie oblasti. Komisia počas tohto obdobia prešla nielen personálnymi zmenami, ale aj zmenami názvu až do podoby, ako ju poznáme dnes. Od účinnosti novely vodného zákona v roku 2015 do konca februára 2022 sa Komisia zišla na 190 rokovaníach. Za ten čas prerokovala vyše 630 záverečných správ s výpočtom množstiev podzemnej vody a geotermálnej energie. Výsledkom je doteraz 552 rozhodnutí o schválených využiteľných množstvách podzemnej vody. Na základe tohto rozhodnutia prístupujú subjekty odoberajúce vodu k vodoprávnemu konaniu, kde im orgán štátnej vodnej správy určí množstvo a podmienky využívania podzemnej vody pre jednotlivé zdroje.

Výstupy z rokovania Komisie – rozhodnutia – sú spolu s aktualizovanými odbermi za uplynulý rok spracovávané vo Vodohospodárskej bilancii množstva podzemnej vody za uplynulý rok (predtým Štátna vodohospodárska bilancia uplynulého roka). V rámci spracovania sa každoročne prehodnocujú využiteľné množstvá podzemnej vody v jednotlivých hydrogeologických rájoch.

Na porovnanie uvádzame celkové využiteľné množstvá podzemnej vody ku koncu roka 2014 a stav v roku 2020 (tab. 1). Kým v roku 2014 predstavovali využiteľné množstvá podzemnej vody schválené v Komisii 61,7% z celkových využiteľných množstiev, tak v roku 2020 to bolo 68,3%. Ešte jednoznačnejšie vyznieva zastúpenie kategórie B z celkového využiteľného množstva podzemnej vody na Slovensku. Zatiaľ čo v roku 2014 to predstavovalo iba 6,7%, v roku 2020 tvoria využiteľné množstvá podzemnej vody v kategórii B až 24,9%.

S postupným schvaľovaním využiteľných množstiev podzemnej vody v rámci Slovenska dochádza pri spracova-

Tab. 1 Celkové využiteľné množstvá podzemnej vody (l.s⁻¹) v rokoch 2014 a 2020

Využiteľné množstvo PzV v kategórii (l.s ⁻¹)	A	B	C	C ₁	C ₂	I., II., III, odhad	Spolu
Rok 2014	1 658,09	5 381,76	6 764,40	24 085,92	11 647,66	30 788,94	80 326,77
Rok 2020	1 660,42	19 685,31	7 922,70	15 128,92	9 526,92	25 020,85	78 945,12

terstvo bez ohľadu na zdroj financovania do šiestich mesiacov od jej predloženia.

Posudzovanie záverečných správ s výpočtom množstiev podzemnej vody realizuje Komisia pre schvaľovanie množstiev podzemných vôd (ďalej len Komisia) pri Ministerstve životného prostredia SR. Vymenoval ju minister životného prostredia SR ako svoj poradný orgán. Členmi Komisie sú zástupcovia odborných organizácií v rezorte Ministerstva životného prostredia SR, prípadne iných dotknutých inštitúcií. Komisia posudzuje a odsúhlasuje záverečné správy s výpočtami množstiev podzemnej vody a geotermálnej energie. Rozhodnutia o schválení prírodných a využiteľných množstiev podzemnej vody, ktoré podpisuje minister životného prostredia, sú záväznými dokumentmi pri rozhodovaní orgánov štátnej vodnej správy.

Posudzovanie záverečných správ s výpočtom množstiev podzemnej vody so zaradením využiteľného množstva podzemnej vody do kategórií A, B, C (predtým C₁ a C₂) prebieha od roku 1969. V tom období boli predmetom schvaľovania najmä výsledky regionálnych hydrogeologických prieskumov.

ní Vodohospodárskej bilancie množstva podzemnej vody aj k totálnemu prehodnocovaniu údajov vo Vodohospodárskej bilancii. Dobrým príkladom je hydrogeologický rájón MN 053 *Mezozoikum severnej časti Pezinských a Brezovských Karpát*.

HYDROGEOLOGICKÝ RAJÓN MN 053 MEZOZOIKUM SEVERNEJ ČASTI PEZINSKÝCH A BREZOVSKÝCH KARPÁT

Hydrogeologický rájón MN 053 tvorí subrajón povodia Váhu (VH) a subrajón povodia Moravy (MA). Oba subrajóny sú rozdelené na tri čiastkové rajóny, a to čiastkový rájón mezozoika v okolí Dobrej vody (VH10, MA10), čiastkový rájón mezozoika a paleogénu v okolí Bukovej (VH20, MA20) a čiastkový rájón neogénu (VH30, MA30) (obr.1). Tento hydrogeologický rájón zahŕňa severnú časť Pezinských Karpát, Dobrovodskú kotlinu a mezozoikum Brezovských Karpát. Hydrogeologický rájón je budovaný hlavne mezozoickými horninami, prevažne karbonátmi (vápence, dolomity), prekrytými v strednej časti neogénom Dobrovodskej kotliny. Južný čiastkový rájón tvorí

mezozoikum vyšších príkrovov (chočského a príkrovov gemeríd) najsevernejšej časti Pezinských Karpát. Spodnú hydrogeologicky nepriepustnú vrstvu tvoria nepriaznivé súvrstvia pestrých pieskencov a bridlíc permoverfému. Vrchnú časť tvoria vhodné kolektory podzemnej vody, a to vápence a dolomity stredného a vrchného triasu. Stredný čiastkový rajón predstavujú pomerne málo priepustné súvrstvia helvetu vo vývoji zlepcov, štrkov a pieskov. Severný čiastkový rajón Brezovských Karpát je budovaný prevažne dobre zvodnenými súvrstvami vápencov a dolomitov. Výnimku tvoria hydrogeologicky nepriepustné súvrstvia bridlíc a pieskencov lunzských vrstiev. Severozápadná časť, tzv. Dobrovodský kras je výrazne skrasovatené územie.

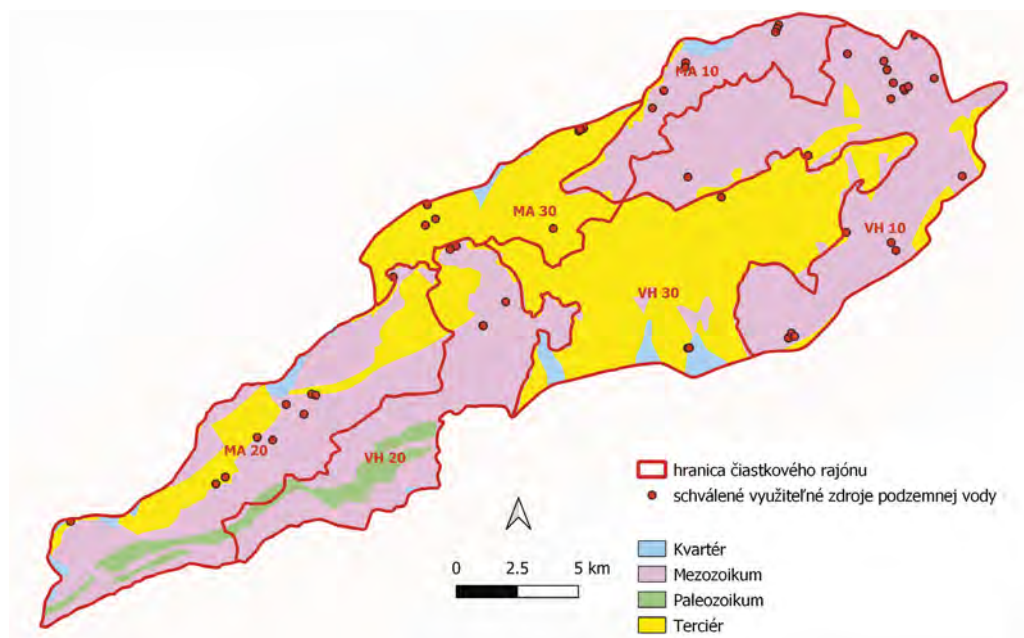
V tomto hydrogeologickom rajóne Komisia pre schvaľovanie množstiev podzemných vôd posúdila a schválila využiteľné množstvo podzemnej vody pre všetkých 54 vodárenských a vodných zdrojov podzemnej vody (obr. 1).

využiteľných množstiev zaradených do roku 2014 najmä v kategórii C₁, I a II (tab. 2).

ZÁVER

Podzemné vody reprezentujú najdôležitejší zdroj zásob pitných vôd na území Slovenska. Predstavujú jednu zo základných zložiek ekosystémov a podmieňujú stupeň hospodárskeho rozvoja spoločnosti a životnej úrovne obyvateľstva v SR. Slovenská republika má veľmi dobré podmienky z hľadiska tvorby a akumulácie prírodných zdrojov a zásob podzemnej vody. Najväčšie množstvo podzemnej vody sa viaže na kvartérne sedimenty a vápencovo-dolomitické komplexy v jadrových pohoriach.

Od spoľahlivosti a presnosti stanovenia disponibilných množstiev podzemnej vody závisí efektívne vodohospodárske plánovanie, využívanie zdrojov podzemných vôd, ale naj-



Obr. 1
Lokalizácia
vodných zdrojov
so schválenými
využiteľnými
množstvami

Celkovo bolo v tomto hydrogeologickom rajóne vydaných 20 rozhodnutí. Najstaršie rozhodnutie vyšlo v roku 1990 (poradové číslo 42-16/11-90) pre oblasť Prašník. Schvaľovalo využiteľné množstvo 60 l.s⁻¹ v kategórii B a 37 l.s⁻¹ v kategórii C₁. Toto rozhodnutie bolo zrušené a nahradilo ho rozhodnutie z roku 2018 (poradové číslo 333/2018). Posledné rozhodnutie bolo vydané v roku 2021 (poradové číslo 580/2021), v ktorom boli schválené využiteľné množstvá pre vodárenské zdroje obecného vodovodu na lokalite Naháč v kategórii B (0,91 l.s⁻¹). Celkovo je v danej oblasti ku koncu roka 2021 schválené využiteľné množstvo 667,34 l.s⁻¹ v kategórii B, čo je oproti roku 2014 nárast o 607,34 l.s⁻¹. Nárast spôsobilo prehodnotenie

mä ochrana podzemných vôd, eliminácia nielen nadmerného využívania podzemnej vody, ale aj eliminácia devastácie prírodného prostredia – dodržanie ekologických aspektov využiteľnosti podzemnej vody.

S ohľadom na vyššie uvedené sa v januári 2015 na základe legislatívnych predpisov uvedených v § 80d ods. 3 zákona MŽP SR č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov (vodný zákon) začalo prehodnocovať, resp. vypočítavať využiteľné množstvo podzemnej vody. Práva a povinnosti vyplývajúce z povolení a rozhodnutí vydaných do 14. januára 2015, ktoré nie sú v súlade s novelou vodného zákona, je potrebné uviesť s ním do súladu, inak povolenia a rozhodnutia strácajú

Tab. 2 Porovnanie využiteľných množstiev v hydrogeologickom rajóne MN 053 (l.s⁻¹)

MN 053	schválené využiteľné množstvá					neschválené využiteľné množstvá			
Kategórie	A	B	C	C ₁	C ₂	I	II	III	spolu
rok 2014	-	60	-	37	-	473	507	45	1 122
rok 2021	-	667,34	-	-	-	52,08	415,5	37	1 171,92

platnosť. Na základe toho bolo potrebné prehodnotiť využiteľné množstvá podzemnej vody využívaných zdrojov, ktoré neboli stanovené v kategórii B.

Výsledkom 7-ročného procesu schvaľovania a prehodnocovania využiteľných množstiev podzemných vôd na území Slovenska bolo, že celkové využiteľné množstvo sa síce znížilo o takmer 1 400 l.s⁻¹, ale nastalo preskupenie využiteľných množstiev v jednotlivých kategóriách. Vzrástlo využiteľné množstvo podzemnej vody s vyšším stupňom overenia (kategórie A, B, C) a, naopak, výrazne sa znížilo využiteľné množstvo podzemnej vody najmä v kategóriách C₁, C₂ a v kategórii I. Kým v roku 2014 tvorili využiteľné množstvá podzemnej vody v kategórii B z celkového využiteľného množstva len 6,7%, tak ku koncu roka 2021 to predstavovalo už takmer 25%. Ešte vypuklejšie to vidieť na príklade hydrogeologického rajóna MN 053, kde v roku 2014 predstavovali využiteľné množstvá v kategórii B len 5,3% celkových využiteľných množstiev v tomto rajóne. Po prehodnotení všetkých zdrojov, ktorých odber z jedného

odberného miesta alebo súčet odobraného množstva podzemnej vody z jedného vodného útvaru podzemnej vody viacerými odbernými miestami pre jedného odberateľa presiahne 15 000 m³ ročne alebo 1 250 m³ mesačne, predstavuje zastúpenie kategórie B takmer 57% celkových využiteľných množstiev v hydrogeologickom rajóne MN 053. Zvyšné využiteľné množstvo podzemnej vody zastupujú zdroje s menším odberom a nevyužívané zdroje.

Postupným posudzovaním záverečných správ s výpočtom množstiev vôd a geotermálnej energie a následným kvantifikovaním využiteľného množstva podzemnej vody sa spresňujú využiteľné množstvá v rámci Slovenska. Súčasne so stanovením využiteľného množstva podzemnej vody je v prípade vrtov a studní stanovená aj hodnota minimálnej úrovne hladiny podzemnej vody, ktorá spolu s využiteľným množstvom zohľadňuje aj ekologické aspekty. Presnosť stanovenia využiteľných množstiev podzemnej vody umožňuje efektívne využívanie a ochranu zdrojov podzemnej vody.

Literatúra:

- [1] Čaučík, P. et al., 2015: *Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2014*. SHMÚ Bratislava, 320 s.
- [2] Slivová, V. et al., 2021: *Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2020*. SHMÚ Bratislava, 402 s.
- [3] Šuba J. et al., 1984: *Hydrogeologická rajonizácia Slovenska*. SHMÚ Bratislava, 2 vydanie, 310 s.
- [4] Vyhláška MŽP SR 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva geologický zákon.
- [5] Zákon MŽP SR č. 364/2004 Z. z. Zákon o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).



Hydrologický rok 2021 z aspektu podzemnej vody

RNDr. Valéria Slivová, PhD., Ing. Eugen Kullman, PhD., RNDr. Zuzana Paľušová
Slovenský hydrometeorologický ústav

Anotácia

Hydrologický rok 2021 sa zhodnotil na základe využitia operatívnych údajov nameraných na vybraných objektoch štátnej hydrologickej siete podzemnej vody Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ). Je výsledkom výraznej modernizácie procesov merania a vysokého podielu automatizácie kvantitatívneho monitorovania podzemnej vody v poslednom desaťročí. Z hľadiska hodnotenia dopĺňania a stavu zásob podzemnej vody bol hydrologický rok 2021 priaznivý, ukončil sériu po sebe nasledujúcich mierne podpriemerných rokov 2016 – 2020. Zaraďujeme ho do **skupiny nadpriemerných hydrologických rokov**. V minulosti sa do tejto skupiny naposledy zaračil rok 2013. Hydrologický rok 2021 bol zaujímavý aj preto, že sa v tomto roku nevyskytol ani jeden mesiac, ktorý by bol hodnotený ako podpriemerný, teda suchý.

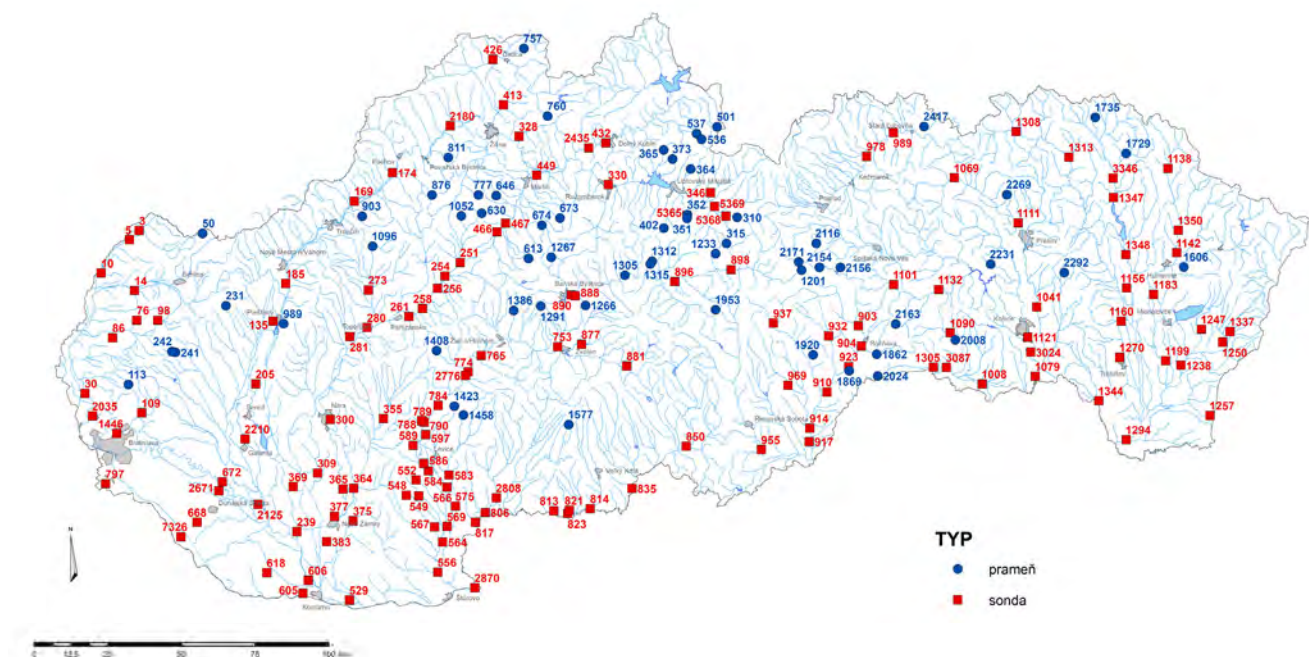
ÚVOD

Hodnotenie podzemnej vody za hydrologický rok 2021 sa realizovalo v mesačnom kroku, na základe nameraných údajov z vybraných 201 referenčných, antropogénne neovplyvnených, pozorovacích objektov, patriacich do štátnej hydrologickej siete podzemnej vody SHMÚ. Z uvedených 201 pozorovacích objektov až 119 poskytuje monitorované údaje on-line, ktoré sú aj s hodnotením voľne dostupné na internetovej stránke SHMÚ (http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=pzv_kvantita). Referenčné objekty predstavujú takmer 13%

z celkového počtu pozorovacích objektov štátnej hydrologickej siete podzemnej vody, spravovaných SHMÚ, a predstavujú 140 sond a 61 prameňov, relatívne homogénne umiestnených na celom území Slovenska (obr. 1).

Zhodnotenie podzemnej vody v jednotlivých mesiacoch hydrologického roka

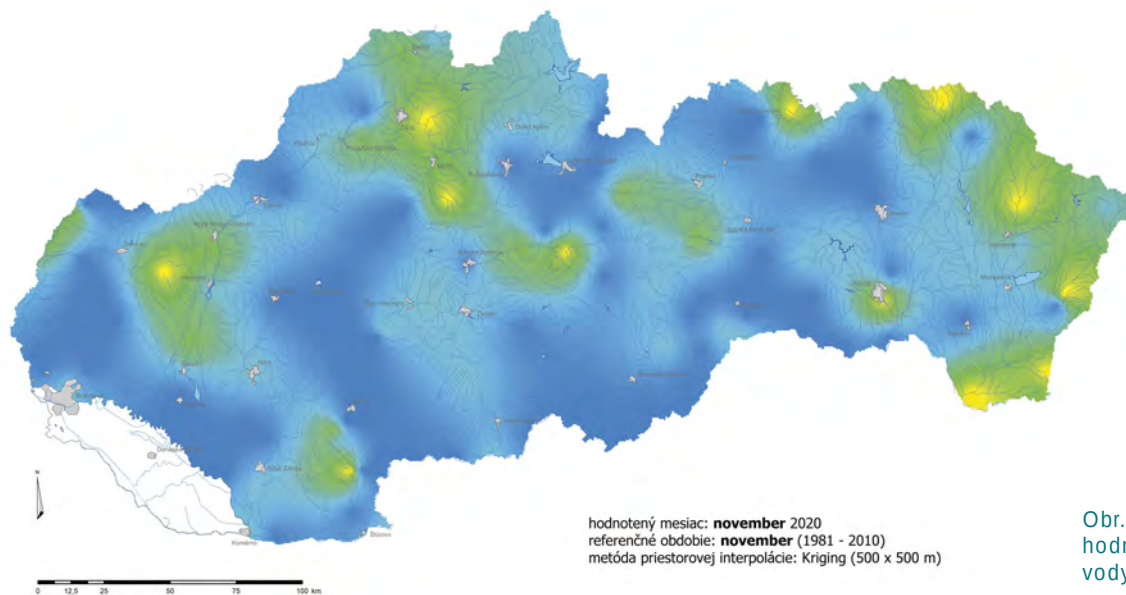
Zrážkové pomery na začiatku hydrologického roka 2021 (1. 11. 2020 – 31. 10. 2021) neboli priaznivé na dopĺňanie množstva podzemnej vody. Mesiac november 2020 vyšiel



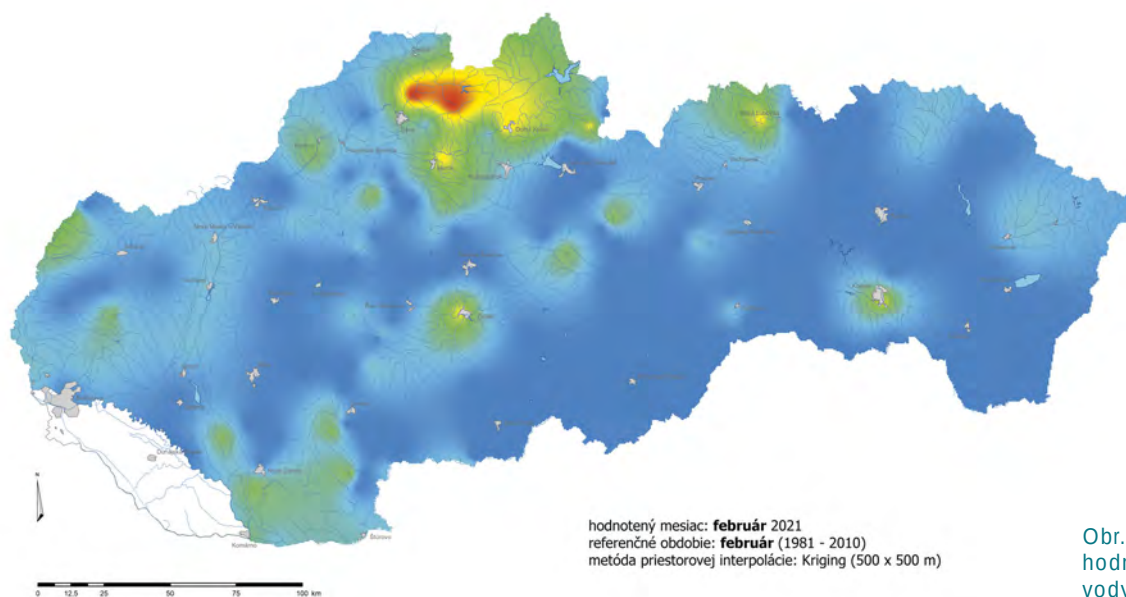
Obr. 1 Lokalizácia 201 objektov, ktorých merania vstupovali do hodnotenia hydrologického roka 2021

z hľadiska zrážok ako veľmi suchý mesiac (37% dlhodobého normálu) a mesiac december 2020 ako normálny mesiac (113% dlhodobého normálu). Napriek tomu v uvedenom období doznieval ešte vplyv na zrážky veľmi bohatých mesiacov august 2020 až október 2020, čo spôsobilo, že počiatočné

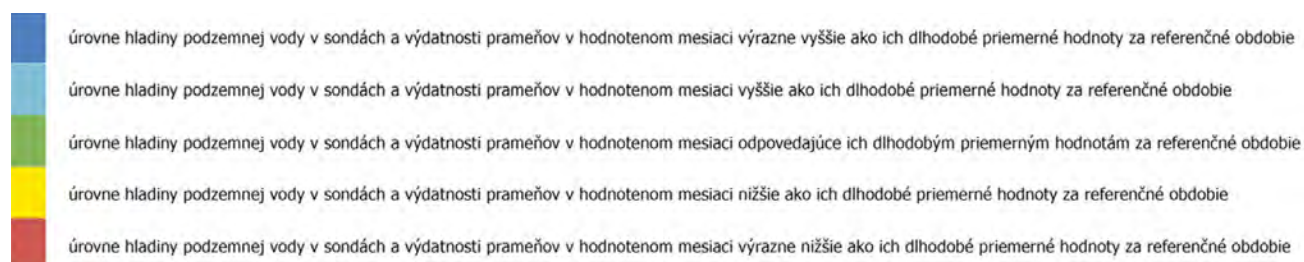
obdobie hydrologického roka 2021 sa nakoniec vyhodnotilo ako veľmi priaznivé. Zrážkové úhrny v mesiacoch august 2020 (122% dlhodobého normálu) a september 2020 (141% dlhodobého normálu) zaradili oba mesiace medzi vlhké, dokonca mesiac október 2020 s 264% dlhodobého normálu medzi



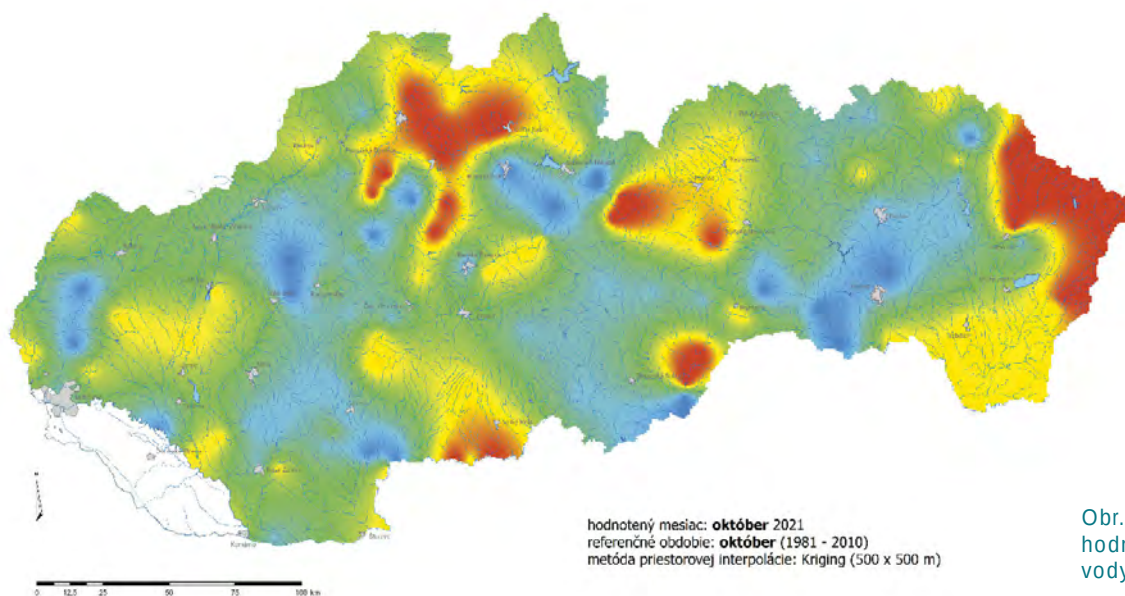
Obr. 3 Priestorové hodnotenie podzemnej vody v novembri 2020



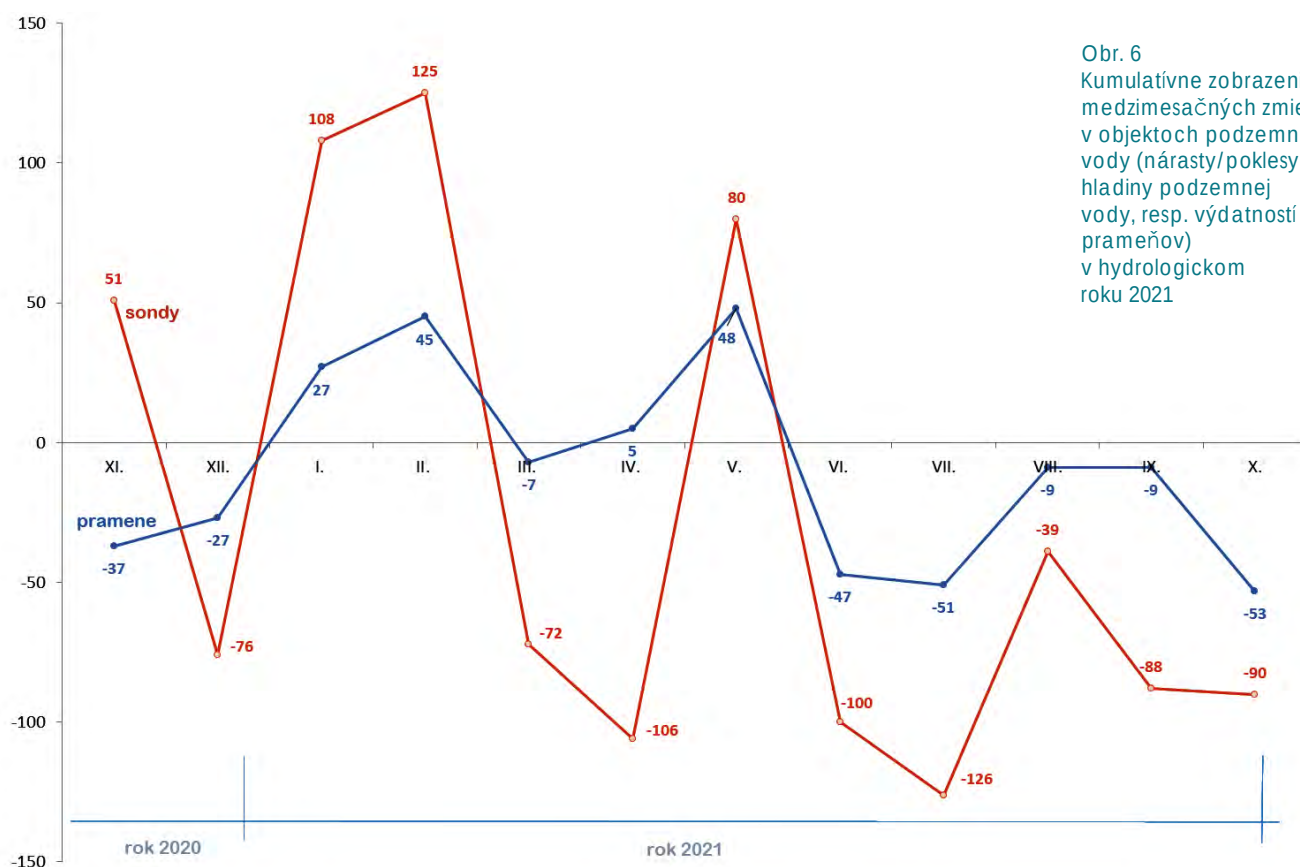
Obr. 4 Priestorové hodnotenie podzemnej vody vo februári 2021



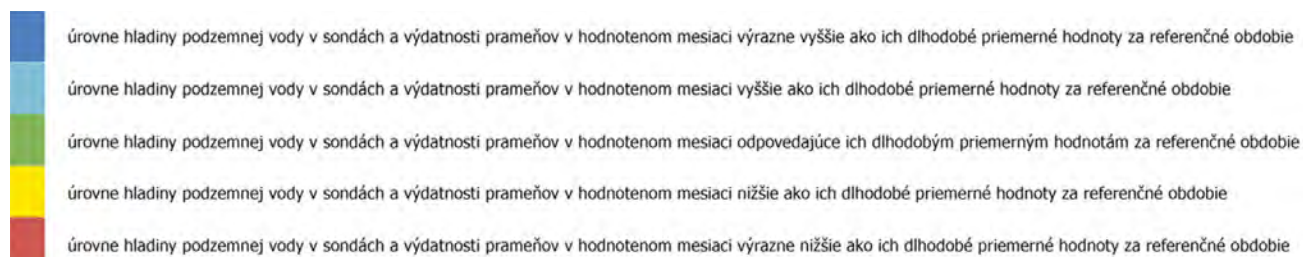
Obr. 2 Legenda k vybraným mapovým výstupom (obr. 3, 4, 5, 8)



Obr. 5 Priestorové hodnotenie podzemnej vody v októbri 2021

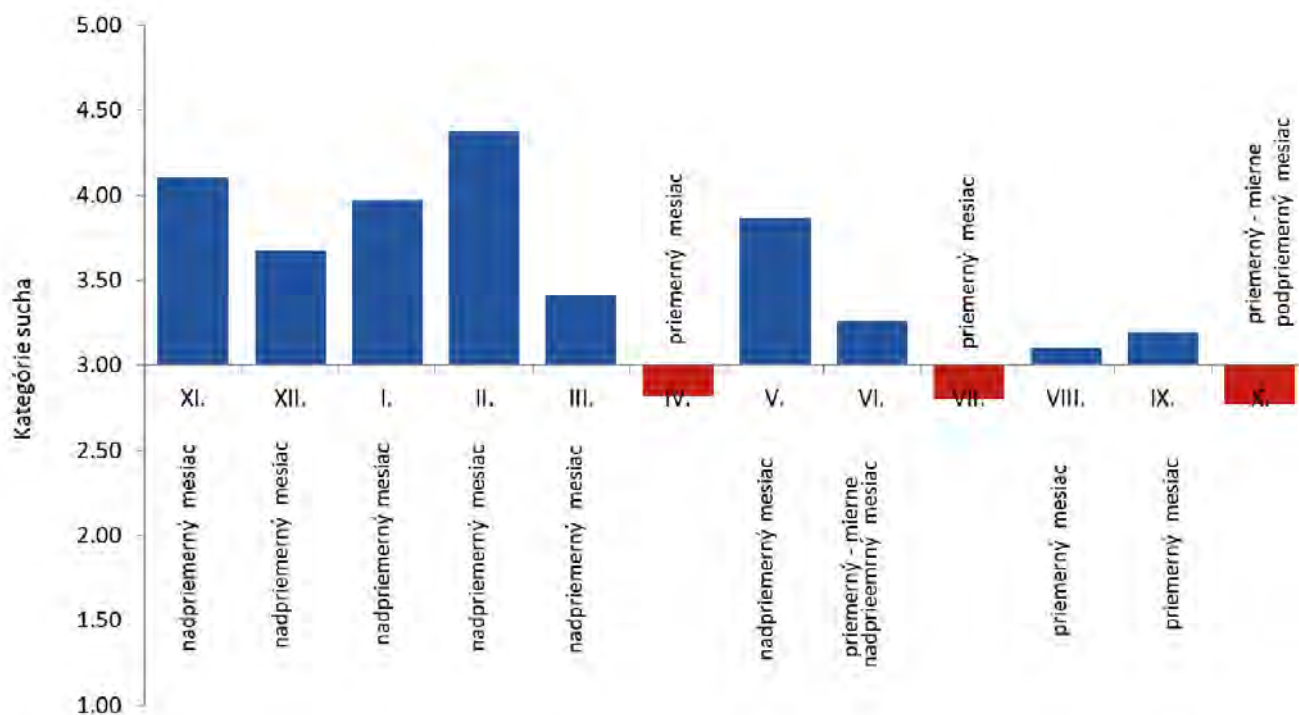


Obr. 6 Kumulatívne zobrazenie medzimesačných zmien v objektoch podzemnej vody (nárasty/poklesy hladiny podzemnej vody, resp. výdatností prameňov) v hydrologickom roku 2021

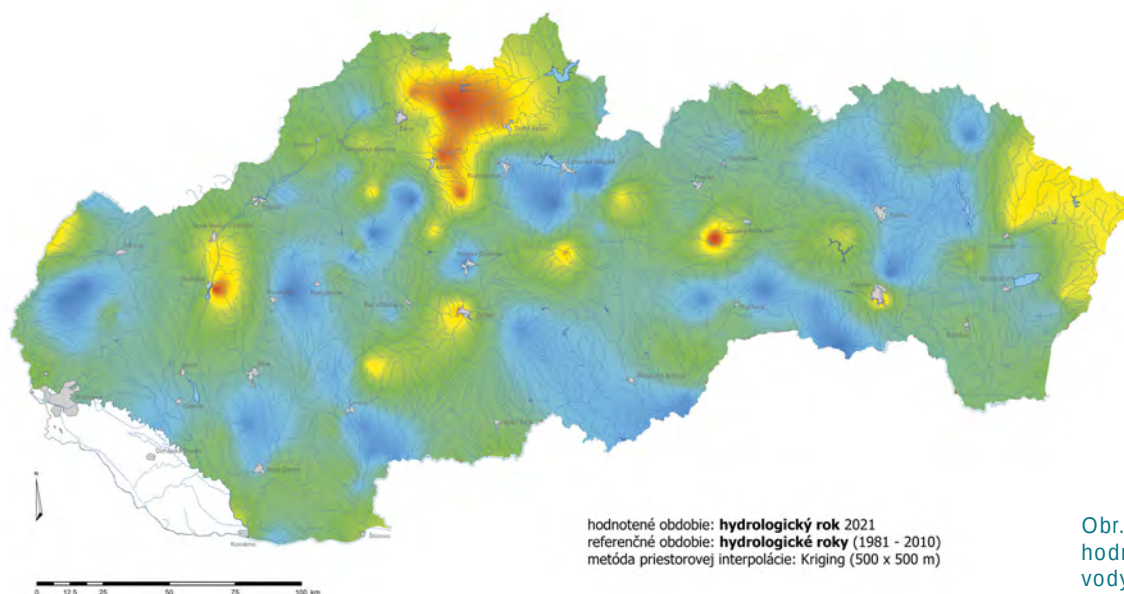


extrémne vlhké. Vysoký podiel prestupujúcich efektívnych zrážok mal relatívne rýchly odraz v stúpnutí hladiny podzemnej vody a v náraste výdatnosti prameňov. Tak hladiny, ako aj výdatnosti kopírovali rýchle dopĺňanie hydrogeologických štruktúr a výrazne stúpali už v novembri 2020. Takmer na celom území Slovenska v tomto období prevládali hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov výrazne vyššie, ako je ich dlhodobý normál referenčného obdobia (obr. 3, 6, 7, mapové výstupy v texte sú prezentované v súlade s legendou na obr. 2).

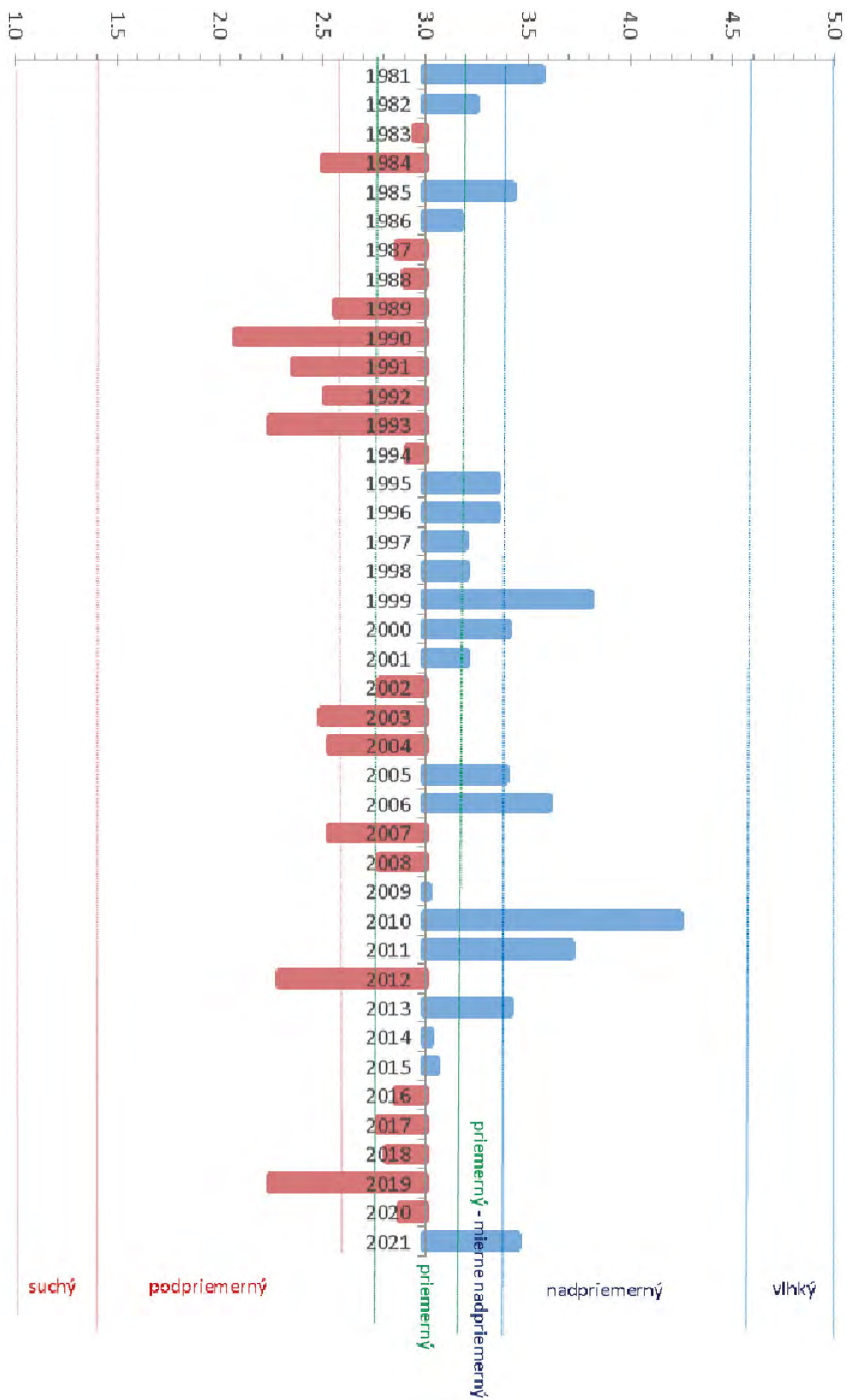
Aj zimné mesiace (december 2020 – február 2021) boli vyhodnotené ako nadpriemerné. V decembri síce došlo k miernemu poklesu hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov v dôsledku zrážkových úhrnov v novembri (z hľadiska zrážok veľmi suchý – pozri text vyššie), ale v nasledujúcich mesiacoch hladina podzemnej vody a výdatnosť prameňov začali znova stúpať (obr. 6, 7). Bolo to spôsobené tým, že mesiac december 2020 bol zrážkovo veľmi mierne nadnormálny (113% dlhodobého normálu), ale január 2021 aj február 2021 boli výrazne zrážkovo nadnormálne (január 141% dlhodobého



Obr. 7 Hodnotenie jednotlivých mesiacov hydrologického roka 2021 z hľadiska podzemnej vody



Obr. 8 Priestorové hodnotenie podzemnej vody v hydrologickom roku 2021



Obr. 9 Zhodnotenie jednotlivých rokov obdobia 1981 – 2021 z hľadiska podzemnej vody

normálu, február 126% dlhodobého normálu). Od konca decembra tak dochádza k výrazným zvýšeniam hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov, pričom tento nárast vyvrcholil vo februári, ktorý bol z hľadiska dopĺňania množstiev podzemnej vody najpriaznivejším v hydrologickom roku 2021 (obr. 4, 6, 7).

V jarých mesiacoch, ako sa to už stáva pravidlom posledných rokov, sa nedopĺňali zásoby podzemnej vody, skôr naopak, hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov sa znižovali. Môže za to teplá zima s nedostatkom zrážok v tuhej forme. Nevýrazná snehová pokrývka, malý vplyv topiaceho sa snehu, nízky zrážkový úhrn (veľmi suchý mesiac marec 2021 – 40% dlhodobého normálu) sa okamžite dramaticky prejavili na podzemnej vode v marci výrazným poklesom hladín aj výdatnosti, čo (i keď v miernejšej forme) pokračovalo aj v nasledujúcom mesiaci apríl. Mesiac máj 2021 bol zrážkovo veľmi vlhký (159% dlhodobého normálu), zvrátil poklesávajúci trend podzemnej vody za predchádzajúce mesiace a evidovali sme opätovné nárasty hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov (máj zaraďujeme medzi nadpriemerné mesiace).

V letnom období boli mesiace jún (priemerná odchýlka teploty vzduchu + 3,9 °C) a júl (priemerná odchýlka teploty vzduchu + 3,9 °C) teplotne mimoriadne nadnormálne, no z hľadiska zrážok odlišné. Kým jún 2021 bol na zrážky veľmi suchý (38% dlhodobého normálu), júl 2021 sa prejavil ako normálny mesiac (112% dlhodobého normálu). August bol teplotne podpriemerný (priemerná odchýlka teploty vzduchu + 0,4 °C), ale zrážkovo veľmi vlhký (173% dlhodobého normálu). Predpokladáme, že práve vysoké teploty vzduchu nedali podzemnej vode odpovedajúco vyznieť nadpriemerným zrážkovým úhrnom a napriek očakávanému nárastu hladiny a výdatnosti v týchto letných mesiacoch naše stanice zdokumentovali skôr prevládajúce poklesy. Jún bol na základe nameraných údajov podzemnej vody priemerný – mierne nadpriemerný mesiac a mesiace júl a august vyšli ako priemerné mesiace (obr. 6, 7).

Záver hydrologického roka 2021 nebol výrazne odlišný a v podstate od mája, prípadne júna až do konca hydrologického roka 2021 registrujeme mesiace oscilujúce okolo priemeru. Nebolo možné ani iný priebeh očakávať, pretože september mal malý zrážkový deficit (86% dlhodobého normálu) a október bol veľmi suchý (21% dlhodobého normálu). Jeseň chudobná na zrážky sa, samozrejme, prejavila negatívne na podzemnej vode poklesom jej hladiny a výdatnosti prameňov. Mesiac október 2021 (priemerný – mierne podpriemerný mesiac, obr. 5, 6, 7) bol zároveň najsuchším mesiacom tohto, z aspektu podzemnej vody, relatívne priaznivého obdobia hydrologického roka 2021. Hladina podzemnej vody a výdatnosť prameňov výrazne nižšie ako dlhodobý normál referenčného obdobia sa v najsuchšom mesiaci október zaznamenali len minoritne, hlavne na krajnom východe a na severe Slovenska (obr. 5).

ZÁVER

Hydrologický rok 2021 hodnotíme z hľadiska zrážok ako veľmi vlhký a ohľadom podzemnej vody spadá do kategórie nadpriemerných hydrologických rokov. Ako možno vidieť na obr. 7, až šesť mesiacov hydrologického roka 2021 sa zaraďilo do kategórie nadpriemerných, štyri do kategórie priemerných a po jednom spadalo do kategórie priemerných – mierne podpriemerných a priemerných – mierne nadpriemerných mesiacov. Nevyskytol sa teda ani jeden podpriemerný (suchý) mesiac. Ak zhodnotíme hydrologický rok 2021 ako celok, hladina podzemnej vody a výdatnosť prameňov výrazne nižšie a nižšie ako bol ich dlhodobý normál počas referenčného obdobia sa vyskytli len veľmi výnimočne. Najvýraznejšie sa to prejavilo na severe Slovenska v oblasti Oravy (obr. 8, červená farba) a na severovýchode (obr. 8, žltá farba). Podobne priaznivý hydrologický rok na dopĺňanie zdrojov a zásob podzemnej vody bol naposledy vyhodnotený pred siedmimi rokmi (hydrologický rok 2013, obr. 9).

Literatúra:

- [1] Bochníček, O. et al.: *Bulletin meteorológia a klimatológia* (November – December 2020), roč. 26, č. 11 – 12, SHMÚ 2020.
- [2] Bochníček, O. et al.: *Bulletin meteorológia a klimatológia* (Január – Október 2019), roč. 27, č. 1 – 10, SHMÚ 2021.
- [3] Klimatológia mapové produkty: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1610&id>.
- [4] Slivová, V., Kullman, E., Paľušová, Z.: Zhodnotenie kalendárneho roka 2020 z hľadiska podzemnej vody. *Vodohospodársky spravodajca* 3 – 4, roč. 2021, s. 25.
- [5] Operatívna databáza podzemných vôd SHMÚ: http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=pzv_kvantita.

Skvalitnenie účelovej monitorovacej siete Výskumného ústavu vodného hospodárstva

Mgr. Eva Speváková, PhD., Mgr. Matej Fabok, Ing. Andrej Seman

Výskumný ústav vodného hospodárstva

ÚVOD

Výskumný ústav vodného hospodárstva (VÚVH) sa podieľa na monitorovaní podzemných vôd na Slovensku v rozsahu definovanom v Rámcovom programe monitorovania vôd Slovenska na roky 2016 – 2021. Monitorovanie vykonáva vo vlastnej monitorovacej sieti za účelom plnenia ustanovení smernice Rady 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov (dusičnanová smernica). Vzhľadom na „infridgement“ vedený voči Slovenskej republike bolo potrebné zahustiť monitorovaciu sieť na sledovanie koncentrácií dusíkatých látok (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+). Pre finančnú náročnosť realizácie vedenie VÚVH a MŽP SR rozhodli o financovaní formou projektu z Operačného programu životné prostredie.

Projekt s názvom *Skvalitnenie účelovej monitorovacej siete VÚVH na sledovanie znečistenia v podzemných vodách* bol zadefinovaný tak, aby sa splnili požiadavky dusičnanej smernice. Žiadosť o nenávratný finančný príspevok bola podaná 14. augusta 2017 vo výške 4 274 741,81 €. Hlavným cieľom bolo dobudovanie a obnova účelovej monitorovacej siete VÚVH na sledovanie znečistenia v podzemných vodách. Skvalitnenie účelovej monitorovacej siete VÚVH na sledovanie znečistenia v podzemných vodách zahŕňalo:

- vybudovanie monitorovacích vrtov na územiach obcí, ktoré sa nachádzali v zraniteľnej oblasti, no v čase podania žiadosti sa v nich nenachádzal ani jeden vhodný objekt,
- vybudovanie monitorovacích vrtov na územiach, kde boli monitorovacie vrty zničené alebo poškodené do takej miery, že odber podzemných vôd nebol možný,
- vybudovanie monitorovacích vrtov na územiach, kde sa nachádzali monitorovacie vrty dlhodobo suché z dôvodu poklesu hladiny podzemných vôd vinou objektívnych klimatických a hydrogeologických skutočností,
- vybudovanie monitorovacích objektov na územiach, na ktorých sa nachádzali vrty s opakovane nedostatočným množstvom podzemnej vody, a teda nebol možný pravidelný odber vzoriek podzemných vôd, a tak sa nezaistovali všetky potreby monitorovania podzemných vôd,
- vybudovanie monitorovacích vrtov na územiach, kde počas trvania došlo k prípadnému poškodeniu alebo zničeniu monitorovacieho vrtu, a teda bol znemožnený odber vzoriek podzemných vôd,
- vybudovanie monitorovacích vrtov na územiach mimo zraniteľnej oblasti tak, aby sa zabezpečila reprezentatívnosť monitorovacej oblasti.

Hlavná aktivita projektu sa zhrnula do 4 nadväzujúcich činností, rátať sa s tým, že na rôznych vrtoch mohli prebiehať súbežne. Išlo o:

- návrh vrtov,
- zabezpečenie administratívnych náležitostí (predprípravných prác),
- samotné budovanie vrtov,
- preberanie vrtov a kontrolné odbery vzoriek podzemných vôd.

Obdobie realizácie projektu je 1/2017 – 12/2022.

SPÔSOB REALIZÁCIE AKTIVÍT PROJEKTU

Monitorovacie objekty sa mali nachádzať v zraniteľných oblastiach aj mimo nich. Ich počet vyplýval z nariadení Správy o stave implementácie Smernice Rady 91/676/EHS, týkajúcej sa ochrany vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov v SR. Slovenská republika sa zaviazala monitorovať znečistenie podzemných vôd na území každej obce v zraniteľnej oblasti. Práve dobudovanie vrtov v zraniteľných oblastiach, ako aj mimo nich bolo najdôležitejšou zložkou splnenia tohto záväzku. Potreba sledovať výskyt dusíkatých látok v podzemnej vode na Slovensku vyplýva zo súčasnej platnej slovenskej a európskej legislatívy, napr. zákon č. 367/2004 Z. z. (vodný zákon), dusičnanová smernica, Rámcová smernica o vode. Podľa článku 5 ods. 6 dusičnanej smernice sú členské štáty povinné realizovať vhodné monitorovacie programy na vyhodnotenie účinnosti akčných programov. Na Slovensku vyhodnocuje monitorovanie podzemných vôd z hľadiska znečistenia dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov Výskumný ústav vodného hospodárstva.

Základ účelovej monitorovacej siete VÚVH na sledovanie znečistenia v podzemných vodách sa položil v roku 2007, avšak do súčasnosti došlo k poškodeniu a likvidácii viacerých monitorovacích objektov. Jedným z cieľov projektu bola aj obnova poškodených a zničených vrtov, ako aj vrtov, pri ktorých nastala zmena využívania územia a bolo ich treba preložiť na územie s poľnohospodársky využívanou pôdou. Ďalším z dôvodov na doplnenie účelovej monitorovacej siete VÚVH bolo znefunkčnenie monitorovacích vrtov v oblastiach, v ktorých došlo k trvalému, prípadne dlhodobému zníženiu hladiny podzemnej vody. Toto zníženie zamedzilo odber vzoriek podzemnej vody a monitorovanie nebolo možné vykonávať.

V konečnom dôsledku sa zrealizovalo 443 nových vrtov na územiach obcí, v ktorých sa nenachádzal nielen vhodný monitorovací objekt v čase realizácie, ale ani v minulosti sa tu nenachádzal objekt VÚVH. Ďalších 155 vrtov sa vybudovalo v obciach, v ktorých sa v čase realizácie projektu vhodný monitorovací objekt nenachádzal, ale monitorovací vrt VÚVH tam v minulosti bol, no stal sa nefunkčným. Takéto vrty boli zahrnuté v časti projektu – Obnova monitorovacích

objektov. V 9 obciach sme vybudovali monitorovacie vrty sledujúce znečistenie inými znečisťujúcimi látkami. Tieto vrty mali iné vystrojenie, z inertného materiálu (HDPE pažnica), 8 hlbokých monitorovacích objektov sme vybudovali s cieľom sledovať znečistenie v hlbších hydrogeologických štruktúrach. V súčasnosti ostáva do skončenia projektu vybudovať ešte 3 nové vrty a 5 vrtov v rámci obnovy monitorovacích objektov.

METODIKA NÁVRHU MONITOROVAČÍCH VRTOV NA ÚČELOVÚ MONITOROVACIU SIET' VÚVH NA SLEDOVANIE ZNEČISTENIA PODZEMNÝCH VÔD V RÁMCI PROJEKTU „VRTY“

Na účely projektu vznikla metodika, s cieľom zabezpečiť jednotný a odborne spoľahlivý postup pri návrhu miesta situovania pozorovacieho objektu, ktorým by sa zabezpečilo plnenie účelu objektu v súlade s cieľom monitorovania. V súvislosti s účelom pozorovacích objektov sa určili nasledujúce kritériá výberu: využitie územia, geologická stavba, hydrogeologické pomery, geografická poloha, dostupnosť, konflikt záujmov.

Návrh umiestnenia monitorovacích vrtov sa zrealizoval v prostredí ArcGIS 10.5., v ktorom sa využívali vopred pripravené a zakúpené mapové vrstvy a šablóny, ako aj ďalšie odborné podklady, konzultácie a terénny informačný prieskum. Pri návrhu lokalít sme pracovali s priestorovou analýzou GIS a s funkcionalitou „ModelBuilder“ za využitia informácií o hydrogeologickom a geologickom prostredí, sledovanej hladine podzemnej vody, smere prúdenia podzemnej vody, poľnohospodárskym využívaním oblasti a informácií o katastrálnom podklade.

Pri návrhu sa využívali v prostredí ArcGis tieto zdroje údajov:

1. existujúce monitorovacie objekty (vrty VÚVH, iné objekty vhodné pre NiD, vrty SHMÚ – kvalita),
2. zraniteľné oblasti,
3. obce s navrhnutým vrtom (obce, v ktorých bol už vrt navrhnutý),
4. obce, v ktorých sa mal navrhovať vrt VÚVH (obce, kde vrt ešte treba navrhnuť),
5. zastavané územia,
6. povrchová voda (kvalita, rozvodnice, riečna sieť),
7. chránené územia,
8. ochranné pásma vodárenských zdrojov,
9. geológia,
10. referenčné údaje ZB GIS,
11. využitie krajiny LPIS,
12. podzemné vody (zraniteľnosť, útvary podzemnej vody, útvary podzemnej vody v zlom chemickom stave vinou dusičnanov/pesticidov),
13. hladiny podzemnej vody,
14. smery prúdenia podzemných vôd,
15. ortofoto_mosaic (ortofoto podklady),
16. vodohospodárske mapy,
17. reliéf terénu.

Ako pomocná vrstva zohľadňujúca uvedené základné zdroje údajov vznikla vrstva vymedzujúca vhodné plochy v katastroch dotknutých obcí.

Ako ďalšie odborné podklady sa využili:

- Geologická mapa (<http://apl.geology.sk/gm50js/>).

- Hydrogeologická mapa, papierové podklady, vysvetlivky k HG mapám (sú v kancelárii 612) alebo na <http://apl.geology.sk/hydrogeol/>).
- Tematická geologická mapa kvartéru – Prehľadná geologická mapa kvartéru Slovenskej republiky, J. Maglay et al., 2011, M 1 : 200 000 , prípadne Geologická mapa kvartéru Slovenska – Mapa hrúbky kvartérneho pokryvu, J. Maglay et al., 2009, M 1 : 500 000; a Geologická mapa kvartéru Slovenska – Mapa genetických typov kvartérnych uloženín, J. Maglay et al., 2009, M 1 : 500 000.
- Google Earth, prípadne Google maps.
- Informácie o dlhodobých pozorovaných hladinách podzemných vôd.
- Podklady a základné informácie o majiteľoch pozemkov, na ktorých budú navrhnuté vrty (napr. <https://zbgis.skgeodesy.sk>).
- Fotografie vrtov existujúcej siete VÚVH (hlavne pri navrhovaní „náhradných vrtov“ v rovnakom katastri).
- Konzultácie s technikmi – terénnymi pracovníkmi, ktorí poznajú danú lokalitu.
- Vlastná terénna rekognoskácia.

Po návrhu vrtov v mapovom projekte sa urobilo automatizované pridelenie čísiel k návrhom.

Zvýšenú pozornosť si vyžadovali návrhy obnovovaných/rekonštruovaných vrtov. V takých prípadoch, keď to bolo relevantné, skontrolovali sme polohu a stav predchádzajúceho vrtu. Ak išlo o vrt zničený, ale dovtedy dobre funkčný a bezproblémový, a zároveň vyhovoval metodike, situovali sme nový vrt v blízkosti zničeného. Zabezpečila sa tak lepšia kontinuita údajov a dlhodobý rad meraní. Ak bol pôvodný vrt suchý alebo v ňom bolo dlhodobo málo vody, vykonali sme nový výber lokalizácie vrtu, pričom sme využili nazhromaždené informácie, fotky a terénne poznatky a v zmysle metodiky vybrali nové monitorovacie miesto.

Ako sme už spomenuli vyššie, v rámci metodiky sa stanovili kritériá, na základe ktorých sme uskutočňovali návrhy jednotlivých vrtov. Kvôli prehľadnosti mala každá časť Slovenska (západ, stred, východ) prideleného zodpovedného riešiteľa VÚVH, ktorý úzko spolupracoval so zástupcami dodávateľskej spoločnosti IN SITU P & R, s. r. o., ktorá zastrešovala geologické, technické (vrtné) práce, ako aj sanáciu nahradzovaných vrtov. Každú jednu lokalitu s navrhnutými variantmi vrtov overovali na mieste riešiteľa z VÚVH spolu so zástupcami dodávateľa. Pôvodne sa pre každú obec navrhli dva až tri varianty, ale počas realizácie projektu a terénnych obhliadok bolo potrebné na niektorých lokalitách navrhnuť až osem variantov, kým sa nedosiahlo splnenie kritérií s ohľadom na konkrétnu oblasť.

Kľúčovou zložkou pri realizácii objektov bolo vyriešenie prípadného konfliktu záujmov ochrany prírody, umiestnenia inžinierskych sietí, vlastníckych práv a situácií v súvislosti so vstupom na pozemok pri budovaní hydrogeologického objektu, ako aj pri následných monitorovacích prácach. Tieto aspekty sa riešili podľa § 30 zákona 569/2007 Z. z. o geologických prácach. Súčasťou aktivít projektu bolo aj získanie kladného písomného stanoviska majiteľov pozemkov (užívateľov, prípadne ich zástupcov), na ktorých sa mali nachádzať monitorovacie vrty, ako aj ich súhlasné stanovisko k následným

pravidelným monitorovacím prácam. Finančné ohodnotenie týchto prác bolo súčasťou projektu.

Počas návrhov a terénnej rekognoskácie sa vyskytli aj prípady lokalít, na ktorých nebolo možné v rámci zvolenej metodiky vhodne situovať monitorovací objekt.

DEFINÍCIA MONITOROVACÍCH VRTOV PODĽA ZÁKONA

Realizácia monitorovacích vrtov sa uskutočnila podľa zákona č. 567, 2007 Z. z. o geologických prácach (geologický



Jadrové vŕtanie monitorovacieho objektu

zákon). Podľa § 3 písm. b) „geologický objekt je dočasný objekt stavebného charakteru potrebný na vykonávanie geologických prác“. Geologickými prácami sú podľa § 2 ods. 1 geologický výskum a geologický prieskum, pričom podľa § 2 ods. 3 písm. b) je súčasťou geologického prieskumu okrem iného aj hydrogeologický prieskum. Monitorovacie vrtý sú teda dočasnými objektmi stavebného charakteru. Z účtovného a daňového hľadiska máme monitorovacie vrtý evidované ako stavby. Ide o dlhodobý hmotný majetok, ktorý je samostatne evidovaný v účtovníctve VÚVH, keďže má každý vrt predpoklad niekoľkoročnej použiteľnosti.



Monitorovací objekt

Literatúra:

Interný dokument VÚVH – Informácie o dlhodobých pozorovaných hladinách podzemných vôd poskytnuté SHMÚ, SHMÚ_Ročenka PZV 2016.

Interný dokument VÚVH – Metodika návrhu monitorovacích vrtov pre účelovú monitorovaciu sieť VÚVH na sledovanie znečistenia podzemných vôd v rámci projektu „Vrty“.

Interný dokument VÚVH – Žiadosť o poskytnutie nenávratného finančného príspevku NFP310010G653.

Makovinská, J., Chrástel, R., Mináriková, M. et al., 2015: *Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016 – 2021*, Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR.

Nariadenie vlády SR č. 174/2017 Z. z., ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti.

Smernica Rady 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľno-

hospodárskych zdrojov.

Správa o stave implementácie Smernice Rady 91/676/EHS.

Internetové zdroje

Geologická mapa (<http://apl.geology.sk/gm50js/>).

Geologická mapa kvartéru Slovenska – Mapa genetických typov kvartérnych uloženín, J. Maglay et al., 2009, M 1 : 500 000.

Geologická mapa kvartéru Slovenska – Mapa hrúbky kvartérneho pokryvu, J. Maglay et al., 2009, M 1 : 500 000.

Google Earth, prípadne Google maps.

Hydrogeologická mapa na <http://apl.geology.sk/hydrogeol/>.

Tematická geologická mapa kvartéru – Prehľadná geologická mapa kvartéru Slovenskej republiky, J. Maglay et al., 2011, M 1 : 200 000.

Geologická mapa kvartéru Slovenska – Mapa genetických typov kvartérnych uloženín, J. Maglay et al., 2009, M 1 : 500 000.

Geologická mapa kvartéru Slovenska – Mapa hrúbky kvartérneho pokryvu, J. Maglay et al., 2009, M 1 : 500 000.

Google Earth, prípadne Google maps.

Hydrogeologická mapa na <http://apl.geology.sk/hydrogeol/>.

Tematická geologická mapa kvartéru – Prehľadná geologická mapa kvartéru Slovenskej republiky, J. Maglay et al., 2011, M 1 : 200 000.

Novovybudované vrtý sú zaradené do účelovej monitorovacej siete v správe VÚVH. Prevádzku a ďalšiu údržbu siete zabezpečujú pracovníci VÚVH, ktorí v rámci procesu vzorkovania vykonávajú základnú údržbu, ako je čistenie okolia vrtu od náletových drevín a buriny, v prípade potreby ošetrovanie kovových častí proti korózii, premazanie pohyblivých častí. Keďže plnenie úloh vyplývajúcich z hore uvedených smerníc nie je časovo obmedzené, vrtý budú plniť účel, na ktorý boli vybudované, počas svojej životnosti.

Výsledky z analýz podzemných vôd budú tvoriť:

- podklady na analýzu vplyvov a dosahov na vodné útvary,
- reportovanie výsledkov pre medzinárodné inštitúcie (Európska komisia, Medzinárodná komisia pre ochranu Dunaja, Environmentálna európska agentúra, bilaterálne komisie pre hraničné vody so susednými krajinami),
- podklady na prácu v pracovných skupinách Európskej komisie (napr. ECOSTAT),
- podklady na informovanie verejnosti,
- podklady pre orgány štátnej vodnej správy.

Novovybudované vrtý sú zaradené do účelovej monitorovacej siete v správe VÚVH. Prevádzku a ďalšiu údržbu siete zabezpečujú pracovníci VÚVH, ktorí v rámci procesu vzorkovania vykonávajú základnú údržbu, ako je čistenie okolia vrtu od náletových drevín a buriny, v prípade potreby ošetrovanie kovových častí proti korózii, premazanie pohyblivých častí. Keďže plnenie úloh vyplývajúcich z hore uvedených smerníc nie je časovo obmedzené, vrtý budú plniť účel, na ktorý boli vybudované, počas svojej životnosti.

Výsledky z analýz podzemných vôd budú tvoriť:

- podklady na analýzu vplyvov a dosahov na vodné útvary,
- reportovanie výsledkov pre medzinárodné inštitúcie (Európska komisia, Medzinárodná komisia pre ochranu Dunaja, Environmentálna európska agentúra, bilaterálne komisie pre hraničné vody so susednými krajinami),
- podklady na prácu v pracovných skupinách Európskej komisie (napr. ECOSTAT),
- podklady na informovanie verejnosti,
- podklady pre orgány štátnej vodnej správy.

Novovybudované vrtý sú zaradené do účelovej monitorovacej siete v správe VÚVH. Prevádzku a ďalšiu údržbu siete zabezpečujú pracovníci VÚVH, ktorí v rámci procesu vzorkovania vykonávajú základnú údržbu, ako je čistenie okolia vrtu od náletových drevín a buriny, v prípade potreby ošetrovanie kovových častí proti korózii, premazanie pohyblivých častí. Keďže plnenie úloh vyplývajúcich z hore uvedených smerníc nie je časovo obmedzené, vrtý budú plniť účel, na ktorý boli vybudované, počas svojej životnosti.

Výsledky z analýz podzemných vôd budú tvoriť:

- podklady na analýzu vplyvov a dosahov na vodné útvary,
- reportovanie výsledkov pre medzinárodné inštitúcie (Európska komisia, Medzinárodná komisia pre ochranu Dunaja, Environmentálna európska agentúra, bilaterálne komisie pre hraničné vody so susednými krajinami),
- podklady na prácu v pracovných skupinách Európskej komisie (napr. ECOSTAT),
- podklady na informovanie verejnosti,
- podklady pre orgány štátnej vodnej správy.

Novovybudované vrtý sú zaradené do účelovej monitorovacej siete v správe VÚVH. Prevádzku a ďalšiu údržbu siete zabezpečujú pracovníci VÚVH, ktorí v rámci procesu vzorkovania vykonávajú základnú údržbu, ako je čistenie okolia vrtu od náletových drevín a buriny, v prípade potreby ošetrovanie kovových častí proti korózii, premazanie pohyblivých častí. Keďže plnenie úloh vyplývajúcich z hore uvedených smerníc nie je časovo obmedzené, vrtý budú plniť účel, na ktorý boli vybudované, počas svojej životnosti.

Výsledky z analýz podzemných vôd budú tvoriť:

- podklady na analýzu vplyvov a dosahov na vodné útvary,
- reportovanie výsledkov pre medzinárodné inštitúcie (Európska komisia, Medzinárodná komisia pre ochranu Dunaja, Environmentálna európska agentúra, bilaterálne komisie pre hraničné vody so susednými krajinami),
- podklady na prácu v pracovných skupinách Európskej komisie (napr. ECOSTAT),
- podklady na informovanie verejnosti,
- podklady pre orgány štátnej vodnej správy.

Foto: archív VÚVH

Riadené dopĺňanie zásob podzemných vôd ako možné adaptačné opatrenie na následky klimatickej zmeny

RNDr. Andrea Vranovská¹, PhD., Mgr. Dana Vrablíková¹, prof. Ing. Andrej Šoltész², PhD., Ing. Viliam Novák¹, DrSc., Ing. Michaela Červeňanská², Ing. Karol Kňava, PhD.¹

¹ Výskumný ústav vodného hospodárstva

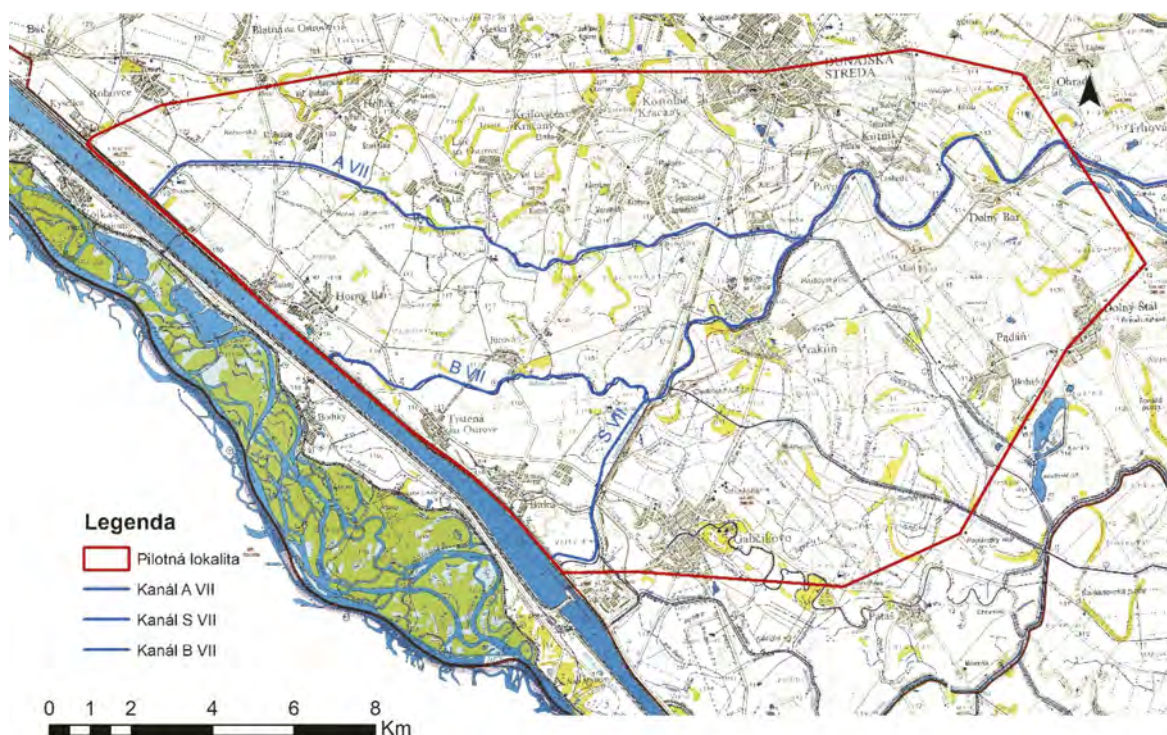
² Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta

Pod riadeným dopĺňaním zásob podzemných vôd (Managed Aquifer Recharge – MAR) rozumieme systém technických opatrení zadržiavania vody v krajine a následnú infiltráciu povrchových vôd do podzemných vôd, aby sa využila počas suchých období. Technické riešenia nadlepšovania zásob podzemných vôd ponúkajú sľubné možnosti pre vodné hospodárstvo práve v súvislosti s riešením následkov klimatickej zmeny. Riadeným dopĺňaním zásob podzemných vôd sa zaoberá projekt DEEPWATER-CE Interreg Central Europe, ktorého cieľom je minimalizovať negatívne následky klimatickej zmeny na podzemné vody a poskytnúť kvalitnú vodu pre obyvateľstvo, priemysel, poľnohospodárstvo, ekosystémy nevynímajúc.

MOŽNOSTI VYUŽITIA MAR NA PILOTNOM ÚZEMÍ

Na Slovensku sa možnosti uplatnenia MAR (typu retenčná nádrž) skúmali v pilotnom území na Žitnom ostrove. Pilotná

lokalita sa nachádza v pórovitom prostredí poľnohospodársky využívannej krajiny, približne vymedzenej mestami Šamorín, Dunajská Streda a Gabčíkovo. Výber pilotnej lokality vychádzal z nadnárodného nástroja na podporu rozhodovania o výbere vhodných lokalít na aplikáciu MAR v strednej Európe, ktorý bol vypracovaný v rámci projektu DEEPWATER CE. Proces výberu potenciálne vhodnej lokality sa realizoval v dvoch fázach skríningu – všeobecný a špecifický. Všeobecný skríning celého územia Slovenska vyčlenil oblasti, kde podľa prognózy prejavov klimatickej zmeny bude potrebné zvýšiť zásoby podzemných vôd a na základe geologických a hydrogeologických parametrov bude možné aplikovať niektorý z vybraných šiestich typov MAR (dopĺňanie a regenerácia zvodnených vrstiev, indukovaná brehová filtrácia z riek a nádrží, infiltračné jazierka, infiltračné priekopy, retenčné nádrže, zásobníky podzemných vôd). Následne sa na území, ktoré vyšlo zo všeobecného skríningu ako vhodné, uplatnil špecifický skríning pre konkrétny typ MAR. V prípade Slovenska výberovým



Obr. 1 Pilotné územie projektu DEEPWATER-CE

kritériám pre typ MAR – retenčná nádrž – zodpovedá pilotné územie v hornej časti Žitného ostrova. Dunaj vytvoril na území Žitného ostrova rozsiahlu ramennú sústavu, ktorá sa postupne úpravami brehov a vyrovnaním časti vodného toku zmenila. V súčasnosti zásobuje vodou územie Žitného ostrova rozsiahla sieť kanálov. Pilotné územie (obr. 1) je ohraničené primárnym kanálom S VII (Gabčíkovo – Topoľníky) a sekundárnymi kanálmi A VII (Vojka – Kračany,) a B VII (Šuľany – Jurová,). Sieť závlahových kanálov vybavených stavidlami umožňuje reguláciu prietoku, čo je kľúčovou podmienkou na vytvorenie MAR typu retenčnej nádrže (t. j. akumulácie vody medzi uzavretými stavidlami).

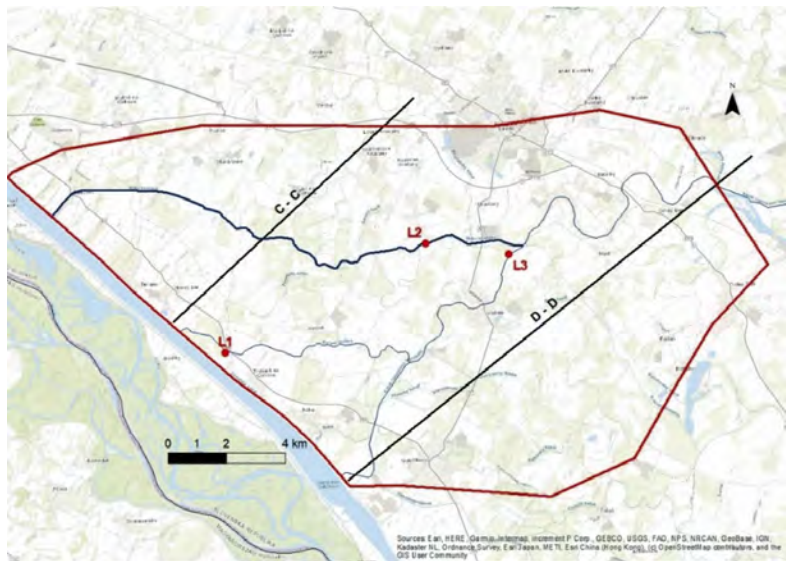
Pilotné územie sa nachádza v severozápadnej časti Panónskej panvy, ktorej sedimentárnu výplň tvoria neogénne a kvartérne sedimenty. Hrúbka neogénnych sedimentov v gabčíkovsko-győrskej depresii dosahuje viac ako 8 500 m (Kilényi & Šefara, 1989; Hruščeký, 1999). Sú prekryté až 320 m hrubým kvartérnym sedimentárnym pokryvom (Šujan et al., 2018). Benková et al. (2005) odhadli priemerné hodnoty koeficientu filtrácie kvartérnych štrkov a piesčitých štrkov v širšom území pilotnej lokality rádovo na $10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu priepustnosti na $10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Kvartérne sedimenty majú prevažne voľnú hladinu podzemnej vody, pričom ide o vody fluviogénneho pôvodu (t. j. ich chemické zloženie závisí od vlastností povrchových tokov). Podzemné vody majú strednú až vysokú mineralizáciu. V chemickom zložení podzemnej vody sú hlavnými kationmi vápnik a horčík, často sú zvýšené hodnoty obsahu železa a mangánu. Hlavnými aniónmi sú hydrogénuhličitan, menej sírany. Prítomnosť dusitanov a dusičnanov naznačuje antropogénne znečistenie. Podľa Palmerovej-Gazdovej klasifikácie prevláda základný výrazný Ca-HCO_3 typ a základný nevýrazný Ca-(Mg)-HCO_3 typ chemického zloženia podzemných vôd.

Režim podzemných vôd ovplyvňuje Vodné dielo Gabčíkovo, ktoré bolo uvedené do prevádzky v roku 1992. Zdrž Hrušov, ako súčasť vodného diela Gabčíkovo, zásobuje ľavostranný priesakový kanál, ktorý je zdrojom vody pre kanálovú sieť Žitného ostrova. Kanálovú sieť Žitného ostrova tvoria aj vyššie uvedené kanály, ktoré vymedzujú pilotnú lokalitu.

URČENIE VSTUPNÝCH ÚDAJOV DO SIMULAČNÝCH MODELOV

Prieskumné práce na pilotnej lokalite sa začali analýzou relevantných dostupných archívnych údajov, ktoré sa použili na charakteristiku pilotného územia (geomorfológia, klimatické podmienky, využitie územia, hydrológia, geológia a hydrogeológia). Do úvahy sa brali aj aspekty existujúcej infraštruktúry a regulačné obmedzenia. Pre kalibráciu matematických modelov bolo potrebné realizovať doplňujúce terénne práce a laboratórne merania. Terénne merania sa sústredili na skúmanie vzťahu medzi hladinou podzemnej vody a povrchovej vody v kanáloch a stanovenie množstva infiltrovanej povrchovej vody z MAR – retenčnej nádrže za účelom doplnenia zásob podzemných vôd. Posúdenie možností doplnenia zvodnenej vrstvy sa urobilo

- hodnotením laterálneho rozsahu vplyvu infiltrovanej povrchovej vody na hladinu podzemnej vody na základe údajov hydraulickej vodivosti pôdy;



Obr. 2 Miesta odberu vzoriek pôdy



Obr. 3 Odber vzoriek pôdy v teréne

- modelovaním interakcie povrchových a podzemných vôd a
- návrhom scenárov technickej regulácie prietoku vody v kanáloch na zabezpečenie doplňovania podzemnej vody v pilotnej oblasti.

Vďaka dlhodobým terénnym meraniam sa zmapovali všetky poľnohospodárske sezóny, takže bolo možné skúmať časové zmeny potreby vody na zavlažovanie plodín. Terénne merania a ich interpretáciu vykonal Výskumný ústav vodného hospodárstva v spolupráci so Slovenskou technickou univerzitou v Bratislave. V rámci terénnych prác sa merali prietoky v kanáloch, rozmery profilov kanálov, hladiny podzemnej vody v okolí kanálov a odobrali sa vzorky pôdy na meranie hydraulických vlastností zemín/hornín, čo sa uskutočnilo metódou plnenej sondy v teréne, meraním hydraulickej vodivosti vodou nasýteného pórovitého prostredia metódou neustáleného hydraulického sklonu na odobraných vzorkách pôdy (Darcyho experiment) a meraním a vyhodnotením retenčných kriviek v laboratóriu. Účelom meraní bolo získanie vstupných údajov na kalibráciu numerických modelov (MODFLOW a HYDRUS-2D).

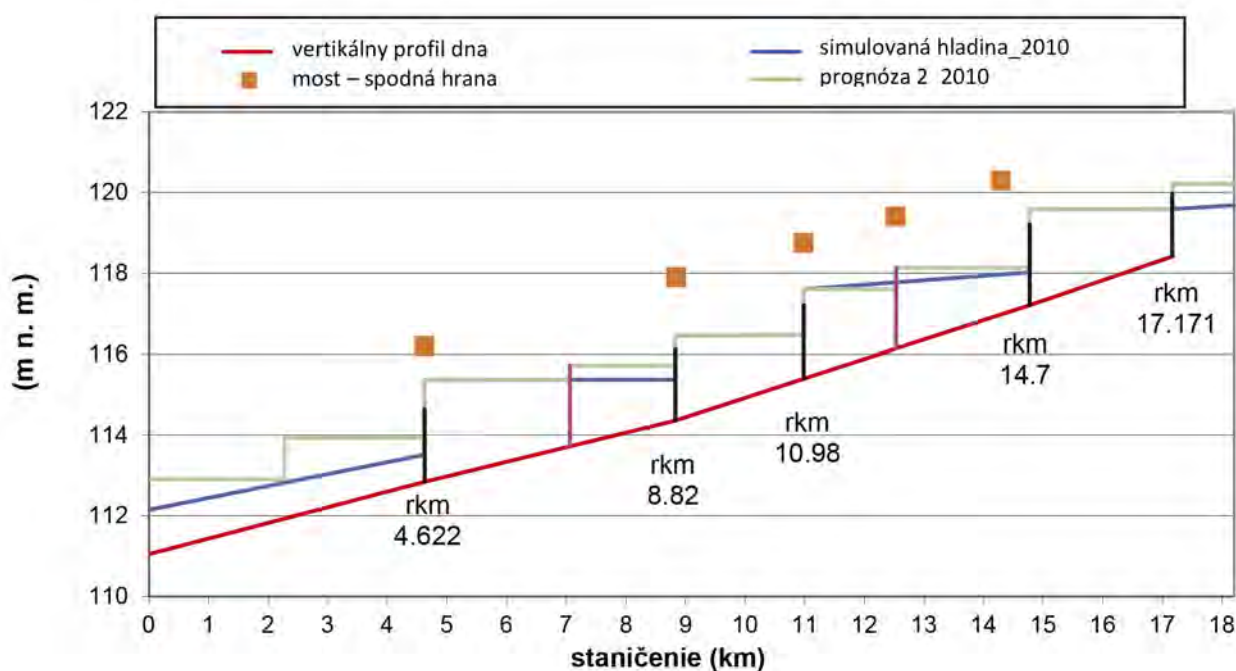
Reprezentatívne miesta na odber vzoriek pôdy sa nachádzali v blízkosti funkčných stavidiel, ktoré umožňovali regulovať hladinu v kanáloch (obr. 2, 3). Z odobraných vzoriek pôdy sa v laboratóriu vyhodnotili aj objemové hmotnosti pôdy vo vertikálnom profile. Hydraulická vodivosť povrchových hornín sa mení v závislosti od obsahu prachových/ilovitých častíc. Vo všeobecnosti je vrchná časť pôdneho horizontu menej priepustná ako hlbšie časti kvartérnych piesčitých štrkov. Výskum odhalil rozdiely hydraulickej vodivosti vo vodonosnej vrstve ($350,20 \text{ cm.d}^{-1}$) vo vrchnej vrstve pôd ($6,24 \text{ cm.d}^{-1}$). Najnižšiu hydraulickú vodivosť majú kontaktné vrstvy medzi

dnovými sedimentmi kanálov a ich podložími, ktoré sú silne zakolmatované ($2,88 \text{ cm.d}^{-1}$). Avšak dnové sedimenty s nízkou hustotou, ktorých častice sú v stave suspenzie, majú relatívne vysoké hydraulické vodivosti.

SIMULAČNÝ MODEL MODFLOW

Kvantifikácia dopĺňania zásob podzemných vôd pilotného územia sa riešila matematickým modelovaním pomocou programu MODFLOW v prostredí Groundwater Modeling System (GMS). Na analýzu údajov sa vybrali tri hydrologické roky, t. j. rok 2008 (zrážkovo normálny), 2010 (vlhký) a 2018 (suchý vo vegetačnom období). Model na uvedené obdobie 2018 a 2010 pracoval s dvoma scenármi, t. j. prognóza 1 – uzatvorené všetky existujúce stavidlá na kanáli A VII; prognóza 2 – ako prognóza 1 s dodaním 3 nových stavidiel (modelovaná výška priepadu $1,6 \text{ m}$) (obr. 4). Tieto dve prognózy sa porovnali s nulovým variantom (prírodné podmienky), teda režimom hladín povrchových vôd pri otvorených stavidlách.

Výsledky modelovania predstavujú potenciálne množstvo infiltrácie povrchovej vody do podzemnej vody, ktoré v prognóze 1 zodpovedá $37\,910 \text{ [m}^3.\text{d}^{-1}\text{]}$ pre vlhký rok a $23\,598 \text{ [m}^3.\text{d}^{-1}\text{]}$ pre suchý rok; v prognóze 2 sú to množstvá $41\,213 \text{ [m}^3.\text{d}^{-1}\text{]}$ pre vlhký rok a $327\,89 \text{ [m}^3.\text{d}^{-1}\text{]}$ pre suchý rok. Z uvedeného je zrejmé, že množstvo infiltrovanej vody je možné zvýšiť výstavbou ďalších troch stavidiel (prognóza 2), a to o viac ako 50% (vlhký rok) a viac ako 75% (suchý rok) v porovnaní s prirodzeným režimom hladiny povrchovej vody (nulový variant). Prevádzkovateľ kanálovej sústavy, Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., bol o výsledkoch modelovania informovaný (obr. 5).



Obr. 4 Kanál A VII, prognóza 2 pre vlhký rok – návrh nových stavidiel (ružové)



Obr. 5 Rozdiel hladín podzemných vôd medzi prognózou 2 a nulovým variantom pre vlhký rok

MODELOVANIE INFILTRÁCIE Z KANÁLOV DO PODZEMNÝCH VÔD MODELOM HYDRUS-2D

Model HYDRUS-2D je matematický, deterministický model schopný simulovať transport vody vo vodou nasýtených aj nenasýtených pórovitých prostrediach (pôde) (Šimunek, et al., 2013). V tomto prípade model HYDRUS-2D umožnil nájsť kvantitatívne vzťahy medzi rýchlosťou infiltrácie a hydraulickými vlastnosťami dna i brehov kanálov, a vlastnosťami kolektorov. Vstupnými údajmi boli hydraulické charakteristiky pôdy získané predovšetkým z terénneho prieskumu (nasýtená/nenasýtená hydraulická vodivosť, retenčné krivky, charakteristiky atmosféry) a zmena hladiny podzemnej vody počas dopĺňania zvodnenej vrstvy infiltráciou z kanála.

Infiltrácia vody z kanálov sa hodnotila v 3 scenároch:

- Kanál sa nachádza vo vodou nenasýtenej vrstve kvartérnych sedimentov (štrk s bahnom) s rôznou úrovňou hladiny podzemnej vody v kanáli. Modelovanie predpokladá okamžité zvýšenie hladiny podzemnej vody v kanáli uzavretím stavidiel, kde počas kvázi ustáleného stavu je rýchlosť infiltrácie medzi $100 - 350 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Rýchlosť infiltrácie závisí od rozmerov kanála, hydraulických vlastností hornín, vlastností sedimentov na dne kanála a výšky hladiny vody v kanáli (najdôležitejší faktor). Keďže dĺžka kanálového systému v pilotnej oblasti je $100,86 \text{ km}$, to znamená, že celkový prítok do zvodnených vrstiev sa pohybuje v rozmedzí $10\,000 - 35\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Tento výsledok potvrdzuje výstup z modelu MODFLOW (Šoltész et al., 2021).
- Kanál sa nachádza v málo priepustnom pórovitom prostredí nad zvodnenou vrstvou, teda v priestore pokrytom relatívne nepriepustnou vrstvou pôdy hrúbky $1 - 2,5 \text{ m}$. Čím je vrstva pôdy hrubšia, tým je možné očakávať nižšiu rýchlosť

infiltrácie. Vrstva pôdy (s nižšou hydraulickou vodivosťou, ako majú zvodnené vrstvy) môže znížiť kvázi ustálený prítok do podzemných vôd asi o 10% v porovnaní s kanálom bez takejto vrstvy pôdy.

- Kanál sa nachádza v homogénnej štrkovej vrstve, avšak s dnovými sedimentmi. Cieľom modelovania bolo kvantitatívne vyhodnotiť vplyv dnových sedimentov na rýchlosť infiltrácie vody z kanála. Rýchlosť infiltrácie vody je nepriamo úmerná hrúbke sedimentu ($0,5 - 1,0 \text{ m}$). Zistil sa relatívne nízky význam vplyvu hrúbky sedimentov na rýchlosť infiltrácie, ktorej príčinou je relatívne vysoká hydraulická vodivosť nasýtených dnových sedimentov (K_s) v porovnaní s pôdou a zakolmatovanou vrstvou štrkopieskov pod dnom kanála. Dnové sedimenty majú nízku hustotu, ich častice sú v stave suspenzie, preto majú relatívne vysoké hydraulické vodivosti.

MAR JE VHODNOU METÓDOU ZVYŠOVANIA ZÁSOB PODZEMNÝCH VÔD

Regulácia vody v kanáloch zo strany správcu môže významne ovplyvniť filtráciu povrchovej vody do zvodnených vrstiev (MAR), čo umožňuje zlepšiť vlhkosťný režim pôd na pestovanie plodín, najmä v období sucha. Teda metóda dopĺňania zásob podzemných vôd na Žitnom ostrove bude na poľnohospodárske účely užitočná najmä v čase extrémne nízkych stavov hladiny Dunaja. V dôsledku klimatickej zmeny táto situácia môže byť v blízkej budúcnosti reálna.

Dôvodom určenia objemu, o ktorý sa môžu zvýšiť zásoby podzemných vôd, bolo zistiť, či toto množstvo v budúcnosti môže pokryť požiadavky na vodu na poľnohospodárske účely v danej lokalite. Dopyt po vode celosvetovo rastie

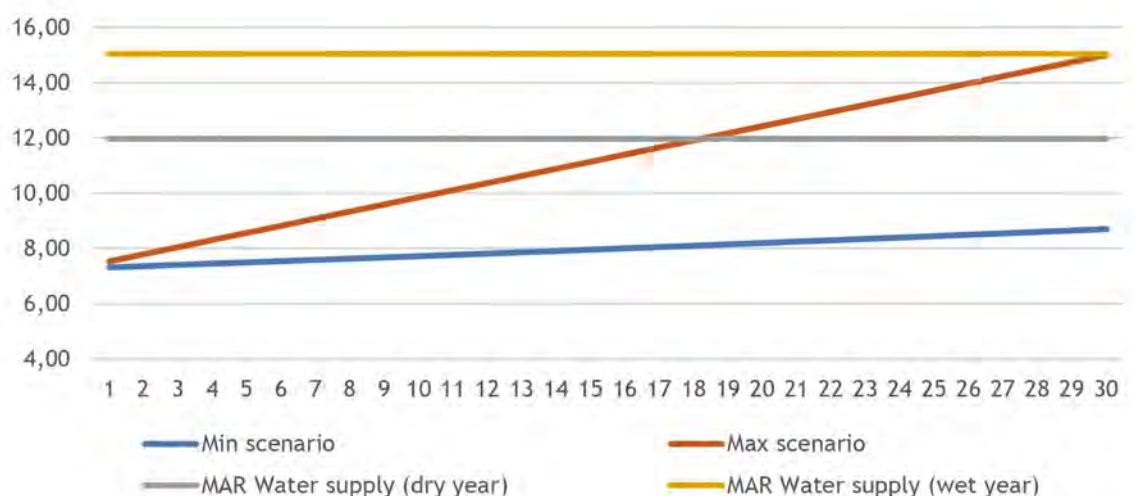
a spomedzi hospodárskych odvetví ide práve o poľnohospodársku výrobu (najmä rastlinná výroba), ktorá najviac závisí od dostupnosti kvalitnej vody. Až 80 % svetovej spotreby vody sa využije v poľnohospodárstve na závlahy. Navyše, ročné náklady na prevádzku a údržbu vo veľkej miere závisia od požiadaviek na závlahovú vodu a jej dodávku MAR schémou. Prognózy požiadaviek na dodávku vody v pilotnom území, počítané na obdobie 30 rokov, sa opierali o údaje z referenčnej lokality, ktorá sa nachádzala severne od pilotného územia a svojím charakterom mu zodpovedala. Predpoklad potreby vody na 30 rokov vychádzal zo súčasnej potreby v rozsahu – min. 8,7 mil. m³ (o 20 % vyššia ako súčasná úroveň v referenčnej oblasti) a max. 15 mil. m³ (lineárny nárast oproti súčasnej v referenčnej oblasti). Z modelovania (aj so zohľadnením troch pridaných stavidiel do existujúceho systému stavidiel na kanáli A VII) vyplynulo, že zásoby podzemných vôd v suchom roku je možné zvýšiť o takmer 12 mil. m³ a vo vlhkom roku o 15 mil. m³. Z toho vyplýva, že v rade vlhkých rokov je aj pri max. scenári potreby vody doplnenie zásob podzemných vôd schopné pokryť dopyt. Počas suchých rokov je to pri minimálnej prognózovanej spotrebe v poriadku, pri maximálnej spotrebe po 19. roku prevádzky nebude dopĺňanie podzemných vôd pokrývať dopyt (obr. 6). Rozsah hodnôt ročného dopytu po závlahovej vode zohľadňuje dlhodobé klimatické modely, ktoré predpokladajú, že oblasť pilotnej štúdie bude v budúcnosti vo zvýšenej miere náchylná na sucho.

Údaje o predpokladanej spotrebe vody, nákladoch na vybudovanie MAR schémy, ako aj prínosoch z pestovania plodín sa zapracovali do analýzy nákladov a prínosov. Z analýzy vyplynulo, že schéma MAR je počas 30 rokov životnosti projektu ekonomicky realizovateľná.

Navyše, pre daný typ MAR – retenčná nádrž – sa vypracovala analýza rizík z technického a netechnického hľadiska (sociálneho, ekonomického, legislatívneho a z pohľadu jeho riadenia), a to počas projektovo-stavebnej a prevádzkovej fázy.

Výsledky prieskumných prác, modelovania a analýz z pilotného územia tvoria vedomostný základ pri definovaní legislatívnych odporúčaní na zahrnutie MAR schém do strategických dokumentov vodohospodárskej praxe. V rámci projektu DEEPWATER CE sa vypracuje akčný plán na aplikáciu MAR riešení. Ďalšou z aktivít je aj príprava návrhu legislatívnych odporúčaní, ktoré budú tvoriť nasledujúce oblasti: stratégia na aplikáciu MAR riešení; prehľad legislatívnych predpisov potenciálne súvisiacich s MAR; návrh začlenenia MAR do výkonných dokumentov (napr. Plánov manažmentu povodí); podpora informovanosti rozhodovacích orgánov o využiteľnosti MAR; vzdelávanie odborníkov a zvyšovanie povedomia verejnosti o aplikáciách MAR.

Z uvedených údajov a záverov analýz vyplýva, že pilotné územie je vhodným miestom na aplikáciu riadeného dopĺňania zásob podzemných vôd (MAR) za účelom trvalého využitia zdrojov podzemných vôd v budúcnosti.



Obr. 6 Predpokladaná potreba vody na zavlažovanie pre horizont 30 rokov (min., max. scenár) a modelované potenciálne množstvá doplnených zásob podzemných vôd pre suchý a vlhký rok (mil. m³)

Foto: archív VÚVH

Literatúra:

- Benková, K., Bodiš, D., Nagy, A., Maglay, J., Švasta, J., Černák, R. & Marcin, D., 2005: *Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Žitného ostrova a pravobřežia Dunaja v mierke 1 : 50 000*. SGÚDŠ, Archiv Geofondu, 268 s.
- Hrušecký, I., 1999: Central part of the Danube Basin in Slovakia: Geophysical and Geological Model in Regard to Hydrocarbon Prospection. *Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment*, 6.1., Praha, 2 – 55.
- Kilényi, E. & Šefara, J. (Eds.), 1989: Pre-Tertiary basement contour map of the Carpathian Basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary, 1 : 500 000. Eötvös Lóránd Geophysical Institute, Budapest, Hungary.
- Šimůnek, J., Šejna, M., Sato, H., Sakai, M., van Genuchten, M.T. (2013): The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water,

- heat and multiple solutes in variably saturated media, version 4.17. *Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, CA, USA*, p. 308.
- Šoltész, A., Červeňanská, M., Mydla, J. (2021): Interreg central Europe: DEEPWATER-CE. STUBA final report on cooperation on activities implementation of the project, Bratislava, STUBA, pp. 28.
- Šujan, M., Braucher, R., Rybár, S., Maglay, J., Nagy, A., Fordinál, K., Šarinová, K., Sýkora, M., Józsa, Š., ASTER Team & Kováč, M., 2018: Revealing the late Pliocene to Middle Pleistocene alluvial archive in the confluence of the Western Carpathian and Eastern Alpine rivers: 26Al/10Be burial dating from the Danube Basin (Slovakia). *Sedimentary Geology* 377, 131 – 146.

Monitorovanie environmentálnych záťaží realizované Štátnym geologickým ústavom D. Štúra

RNDr. Jozef Kordík, PhD., RNDr. Igor Slaninka, PhD.
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Anotácia

Od roku 2012 Štátny geologický ústav Dionýza Štúra realizuje úlohy súvisiace s monitorovaním environmentálnych záťaží. Monitorovanie je zamerané predovšetkým na sledovanie chemického zloženia a kvality podzemných a povrchových vôd. Znečistenie vôd v oblastiach environmentálnych záťaží sa často prejavuje zvýšením celkového obsahu rozpustených látok. So znečistením zo skládok, ako aj z niektorých iných druhov kontaminácie súvisí častý výskyt zvýšených obsahov bóru, Cl⁻, NH⁴⁺, SO₄²⁻, resp. zvýšených hodnôt vodivosti. Z organických látok sa na sledovaných lokalitách javia ako najproblematickejšie chlórované uhľovodíky, najmä cis 1,2-dichlóretén, dichlórmétán, tetrachlóretén, trichlóretén a chlórétén. Vďaka zaradeniu banských lokalít do monitorovania sa na viacerých lokalitách zistilo prekročenie kvalitatívnych kritérií niektorých stopových anorganických prvkov, predovšetkým As, Sb, Cu, Zn, Cd.

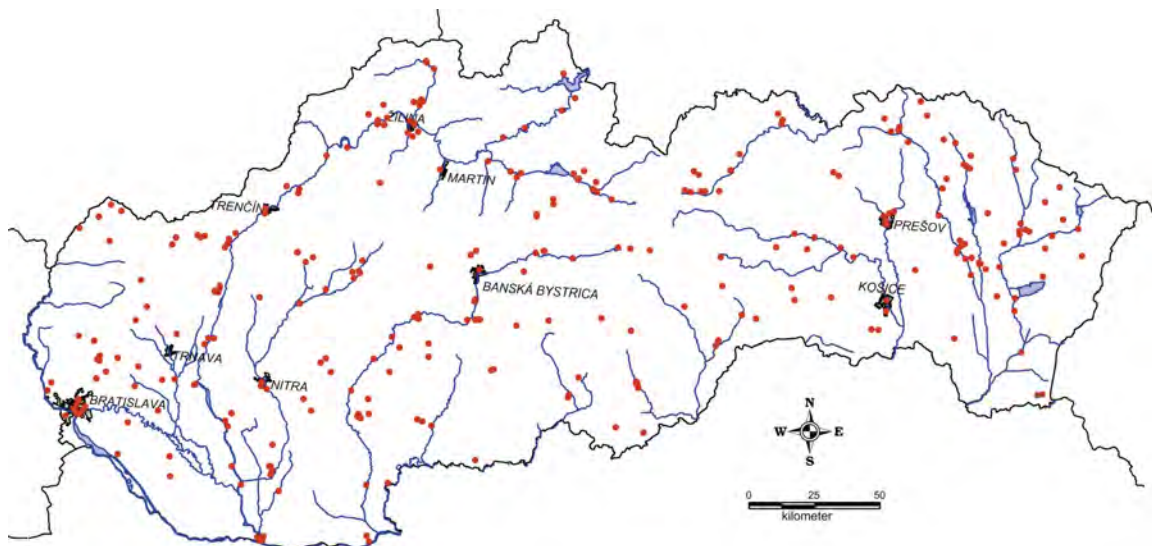
ÚVOD

Od roku 2012 Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) realizuje úlohy súvisiace s monitorovaním kontaminovaných území, tzv. environmentálnych záťaží (v rokoch 2017 – 2020 sa monitorovanie realizovalo na 307 lokalitách – obr. 1). Cieľom prác je monitorovať úniky znečisťujúcich látok do životného prostredia (predovšetkým do podzemných a povrchových vôd) a posúdiť trendy vývoja kontaminácie. Predmetné lokality sú areály rôznych priemyselných podnikov, areály železníc, opustené a pochované skládky odpadov, nezabezpečené sklady pesticídov a iných nebezpečných látok, vojenské areály, lokality postihnuté ťažbou nerastov a ich spracovaním a inými obslužnými činnosťami.

Monitorovanie environmentálnych záťaží (ďalej EZ) nadväzuje na výsledky viacerých úloh Ministerstva životného prostredia SR:

- systematická identifikácia environmentálnych záťaží SR [1],
- regionálne štúdie hodnotenia dosahov environmentálnych záťaží na životné prostredie pre vybrané kraje [2],
- monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenska [3],
- prieskumy environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky – 54 lokalít (2012 – 2015),
- prieskumy pravdepodobných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky – 87 lokalít (2014 – 2015),
- sanácie environmentálnych záťaží na vybraných 19 lokalitách (2013 – 2015).

V príspevku sa pozornosť venuje základným metodickým princípom realizovaných prác a vybraným výsledkom monitorovania EZ, zameraným na podzemné a povrchové vody.



Obr. 1 Mapa vybraných environmentálnych záťaží monitorovaných ŠGÚDŠ

METODIKA

Monitorovanie podzemných a povrchových vôd v oblastiach EZ je systematické sledovanie časových zmien koncentrácií vybraných znečisťujúcich látok indikatívnych pre danú lokalitu. Monitorovanie EZ sa realizuje v súlade s **právnymi predpismi** EÚ, predovšetkým so Smernicou 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 28. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva, a Smernicou 2006/118/ES Európskeho parlamentu a Rady z 12. decembra 2006 o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality. V rámci monitorovania sa realizujú geologické práce, ktoré sa riadia zákonom NR SR č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach v znení neskorších predpisov a vykonávacou vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov. Monitorovanie EZ napĺňa ciele určené v Štátnom programe sanácie environmentálnych záťaží na roky 2010 – 2015, resp. Štátnom programe sanácie environmentálnych záťaží na roky 2016 – 2021.

Realizácii samotného monitorovania predchádza zostavenie **programu monitorovania**, v ktorom sú presne určené rozsahy terénnych meraní, vzorkovacích a laboratórnych prác uskutočňovaných v definovanej monitorovacej sieti. Program monitorovania sa prehodnocuje a aktualizuje každoročne na základe nových výsledkov a informácií z predchádzajúceho roka. Pri návrhoch programov monitorovania sa vychádza z predpokladaných miest úniku znečisťujúcich látok do podzemnej/povrchovej vody a zohľadňuje sa smer prúdenia podzemnej/povrchovej vody. Minimálne jeden pozorovací objekt je situovaný v oblasti neovplyvnenej EZ (s cieľom zistenia pozadových vlastností prostredia). Frekvencia pozorovaní a hustota monitorovacej siete berú do úvahy správanie znečisťujúcich látok v prostredí (napr. čas zdržania, migračné vlastnosti, vznik degradačných produktov atď.) a monitorované ukazovatele sú indikatívne pre daný typ znečistenia.

Odbery vzoriek vôd sa robia na základe postupov uvedených v príslušných slovenských technických normách (STN) radu STN EN ISO 5667. Priamo v teréne sa určujú fyzikálno-chemické vlastnosti: teplota vody, teplota vzduchu, pH, merná elektrolytická vodivosť, obsah rozpusteného kyslíka, percentuálne nasýtenie kyslíkom, hladina podzemnej vody (vrty, studne), príp. iné ukazovatele. Merania v teréne sa väčšinou vykonávajú prístrojmi WTW (Multimeter) v prietochnej nádobe, merania hladiny podzemnej vody zväčša prenosným hladinomerom s možnosťou merania vodivosti Solinst – Model: 107 TLC a prenosným hladinomerom G30. Na meranie rozhraní fázy ľahšej, resp. ťažšej ako voda sa využíva prenosný terénny prístroj Solinst Canada Ltd. – Model: Interface Meter Model 122 (protredníctvom infračerveného optického detektora merania rozhrania, presnosť merania 1 mm).

Vzorky z monitorovacích vrtov sa väčšinou odoberajú pomocou čerpadiel (dynamický odber vzoriek podzemnej vody). Na vzorkovanie sa používajú najmä čerpadlá s možnosťou regulovania výdatnosti čerpania, čo umožňuje nastavenie prietoku pri vzorkovaní tak, aby nedochádzalo k narušeniu prirodzeného režimu vo vrte a vrt sa zároveň dostatočne prečistil. Vrty sa začerpávajú do ustálenia hodnôt

fyzikálno-chemických parametrov (teplota, pH, merná elektrolytická vodivosť, rozpustený kyslík) počas čerpania. Vzorky povrchovej vody sa odoberajú odberákom na to určeným, s vysúvateľnou teleskopickou tyčou. Vzorky vôd sa ukládajú do vzorkovník poskytnutých laboratóriom vykonávajúcim chemické rozborly.

Laboratórne analýzy vzoriek vôd sa robia cielene, pričom sa sledujú vopred vybrané ukazovatele podľa programov monitorovania. Laboratórne analýzy vôd sa v rámci monitoringu ŠGÚDŠ realizujú v Geoanalytických laboratóriách ŠGÚDŠ (GAL), Regionálne centrum Spišská Nová Ves. Ide o akreditované skúšobné laboratórium v zmysle normy ISO/IEC 17025:2005 a v roku 1997 ho ustanovili ako Referenčné laboratórium MŽP SR pre geológiu a analýzy geologických materiálov a horninového prostredia. Systém zabezpečenia kvality a kontroly kvality je v laboratóriu vypracovaný tak, aby zaručoval, že vykonávané skúšky poskytujú správne výsledky s deklarovanou presnosťou.

Počas monitorovania EZ sa od roku 2012 do roku 2021 vykonalo viac ako 23 800 chemických analýz.

Výsledky analytických rozborov podzemných a povrchových vôd (vybrané fyzikálno-chemické ukazovatele) sa spracúvajú predovšetkým v zmysle smernice Ministerstva životného prostredia SR č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia (pre podzemné vody), resp. v zmysle nariadenia vlády č. 269/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd (povrchové vody).

Smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7 rozlišuje:

- indikačné kritérium (ID) – hraničná hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie môže ohroziť ľudské zdravie a životné prostredie (situácia vyžaduje monitorovanie znečisteného územia),
- intervenčné kritérium (IT) – kritická hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie pri danom spôsobe využitia územia predpokladá vysokú pravdepodobnosť ohrozenia ľudského zdravia a životného prostredia, tzn. treba vykonať podrobný geologický prieskum životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia.

Účelovo pri hodnotení chemického stavu útvarov podzemnej vody [4] sa analytické hodnoty získané monitorovaním EZ, porovnávali k prahovým hodnotám, resp. normám kvality v zmysle Rámcovej smernice o vode.

Detailnejšie sú metodické postupy pri monitorovaní EZ uvedené napr. v práci [3].

VYBRANÉ VÝSLEDKY MONITOROVANIA EZ

Vo všeobecnosti v chemickom zložení podzemných a povrchových vôd prevláda pri katiónoch makroprvkov zastúpenie vápnika, nasledujú sodík, horčík a draslík. Pri aniónoch dominujú hydrogénuhlčitan, nasledujú sírany, chloridy a dusičnany. Základné chemické zloženie vôd sa v oblastiach environmentálnych záťaží často mení a posúva sa zo štandardných typov (napr. Ca-Mg-HCO₃ typ) k typom s výraznejším zastúpením látok sekundárneho pôvodu (Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻).

Znečistenie sa v oblastiach environmentálnych záťaží neraz prejavuje zvýšením hodnôt celkovej mineralizácie vôd. Pomerne často sa zistili extrémne hodnoty **vodivosti** nad 300 mS.m⁻¹ (891 meraní), resp. nad 1 000 mS.m⁻¹ (162 meraní). Lokality s najčastejšie zistenými extrémnymi hodnotami vodivosti vo vodách (nad 1 400 mS.m⁻¹) sú Nižný Hrabovec – odkalisko Bukocel, Trnovec nad Váhom – skládka RSTO (Duslo), Hlohovec – Šulekovo – Fe-kaly, Bánovce nad Bebravou – ŽS a Prešov – Solivary.

Najčastejšie prekročenia IT hodnoty sa zistili v prípade **TOC** (3 394 stanovení), čo je však ovplyvnené aj pomerne prísnou (nízkou) IT hodnotou (5 mg.l⁻¹) v zmysle smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7. Znečistenie organickými látkami (ktoré indikuje tento skupinový ukazovateľ) je v podmienkach Slovenska pomerne časté, a to hlavne na lokalitách typu komunálnych skládok a ropného znečistenia, prípadne iných zdrojov znečistenia. Najvyšší obsah TOC (9 800 mg.l⁻¹) sa zistil na lokalite Nižný Hrabovec – odkalisko Bukocel. Extrémne vysoké obsahy TOC nad 100 mg.l⁻¹ sa našli aj na lokalitách Predajná – skládka PO Predajná I., Lednické Rovne – skládka Podstránie, Bojná – skládka TKO, Plešivec – retenčné nádrže, Komárno – areál po sovietskej armáde a Kropachy – Kovohuty.

So znečistením zo skládok, ako aj z niektorých iných druhov kontaminácie súvisí výskyt vysokých obsahov viacerých ukazovateľov – najmä bóru, Cl⁻, NH₄⁺, resp. hodnôt vodivosti. Extrémne vysoké obsahy **bóru** nad 6 mg.l⁻¹ sa najčastejšie vyskytovali najmä na lokalitách Medzibrodie nad Oravou – STKO Dolný Kubín – Široká, Trnovec nad Váhom – odkalisko Amerika I a Hlohovec – Šulekovo – Fe-kaly. Veľmi vysoké koncentrácie **chloridov** nad 3 000 mg.l⁻¹ boli predovšetkým na lokalitách Nováky – NCHZ – areál závodu, Trnovec nad Váhom – skládka RSTO (Duslo), Hlohovec – Šulekovo – Fe-kaly a Prešov – Solivary. Extrémne vysoké obsahy **NH₄⁺** nad 200 mg.l⁻¹ sa najčastejšie objavovali na lokalitách Komárno – Madzagoš, Komárno – Harčáš a Sačurov – starý parný mlyn.

Z **organických látok** sa na sledovaných lokalitách EZ javia ako najproblematickejšie chlórované uhľovodíky, najmä cis 1,2-dichlóretén, dichlórmétán, tetrachlóretén, trichlóretén a chlórétén. Veľmi vysoké obsahy **cis 1,2-dichlóreténu** nad 1 mg.l⁻¹ sa zistili na lokalitách Zlaté Moravce – Calex, Banská Bystrica – Uľanka – areál Chemika, Detva – PPS Group, Lučenec – Práčovne a Čistiarene, Žilina – východné priemyselné pásmo, Pukanec – skládka kalov Hampoch. Veľmi vysoké koncentrácie **dichlórmétánu** nad 0,02 mg.l⁻¹ boli na lokalitách Bratislava – Chemika – areál závodu, Piešťany – Chirana, Lučenec – Práčovne a Čistiarene, Žilina – východné priemyselné pásmo, Liptovský Mikuláš – Rušňové depo, Cargo a.s. Veľmi vysoké obsahy **tetrachlóreténu** nad 1 mg.l⁻¹ sa našli na lokalitách Zlaté Moravce – Calex, Detva – PPS Group, Lučenec – Práčovne a Čistiarene pri mestskom parku, Banská Bystrica – bývalá galvanizovňa LOBB, Rožňava – mrak chlórovaných uhľovodíkov pri kasárňach, Pukanec – skládka kalov Hampoch. Veľmi vysoké koncentrácie **trichlóreténu** nad 1 mg.l⁻¹ boli na lokalitách Zlaté Moravce – bývalý areál Calexu, Banská Bystrica – Uľanka – areál Chemika, Detva – PPS Group, Lučenec – Práčovne a Čistiarene, Žilina – východné priemyselné pásmo, Pukanec – skládka kalov Hampoch, Šurany – bývalý areál ELITEX-u a STS,

Nováky – Vojenský opravárenský podnik. Veľmi vysoké obsahy **chlóréténu** nad 0,1 mg.l⁻¹ sa zistili na lokalitách Nováky – NCHZ, Piešťany – Chirana, Zlaté Moravce – Calex, Banská Bystrica – Uľanka – areál Chemika, Detva – PPS Group, Rimavská Sobota – areál po SA, Žilina – východné priemyselné pásmo.

Látky zo skupiny **PAU** (polycyklické aromatické uhľovodíky) nad IT kritériá sa našli hlavne na lokalitách Zvolen – Bučina – čierna impregnácia a Zvolen – Bučina – stará depónia.

Veľmi vysoké obsahy **uhľovodíkového indexu** NELui (C₁₀-C₄₀) nad 10 mg.l⁻¹ sa zistili najmä na lokalitách Bratislava – Chemika, Bratislava – Gumon, Kysucké Nové Mesto – NN Slovakia, Zvolen – Bučina – čierna impregnácia, Medzev – Strojsmalt, Kuchyňa – letisko, Čierna nad Tisou – prekládková stanica, Bánovce nad Bebravou – ŽS, Komárno – areál po sovietskej armáde, Žilina – areál ZVL.

Pre Slovensko je typické aj prekročenie kvalitatívnych kritérií pre niektoré stopové anorganické prvky. Veľmi vysoké koncentrácie **As** nad 1 mg.l⁻¹ sa spájajú predovšetkým s priemyselnou činnosťou, ide o lokality Istebné – OFZ – haldy trosky, Medzibrodie nad Oravou – STKO Široká, Svit – skládka Chemosvit, Bystričany – ENO – dočasné odkalisko, Žiar nad Hronom – kalové pole ZSNP, Bratislava – Vrakuňa – skládka CHZJD, Žilina – východné priemyselné pásmo, Kropachy – Kovohuty. Z banských lokalít mali najvyššie koncentrácie As zistené lokality Poproč – Petrova dolina a Čučma – bývalý banský závod. Veľmi vysoké obsahy **Sb** nad 0,3 mg.l⁻¹ boli na lokalitách Dúbrava – štôlna a haldy Liptovská Dúbrava, Banská Bystrica – Uľanka – areál Chemika, Partizánska Ľupča – štôlna a haldy Magurka, Poproč – Petrova dolina, Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, Kropachy – Kovohuty, Čučma – bývalý banský závod.

Medzi **menej problematické ukazovatele** na lokalitách EZ monitorovaných ŠGÚDŠ patria viaceré stopové prvky (Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Pb, V), fluoridy, dusitany, kyanidy, fenoly, chlórbenzény, látky skupiny BTEX a PCB.

Zoznam lokalít environmentálnych záťaží monitorovaných ŠGÚDŠ s významným vplyvom na kvalitu podzemných alebo povrchových vôd z aspektu obsahov nespĺňajúcich IT kritériá podľa Smernice MŽP SR č. 1/2015, resp. limitné obsahy v zmysle Nariadenia vlády č. 269/2010, je uvedený v tab. 1. Ide o lokality predstavujúce širokú škálu ekonomických činností z minulosti. Zastúpenie majú predovšetkým rôzne priemyselné činnosti, zariadenia na nakladanie s odpadmi atď.

ZÁVER

So znečistením zo skládok, ako aj z niektorých iných druhov kontaminácie súvisí častý výskyt vysokých obsahov bóru, Cl⁻, NH₄⁺, SO₄²⁻. Vďaka zaradeniu banských lokalít do monitorovania sa na viacerých lokalitách odhalilo prekročenie kvalitatívnych kritérií niektorých stopových anorganických prvkov, predovšetkým As, Cu, Zn, Cd, Sb. Z organických látok sa na sledovaných lokalitách EZ javia ako najproblematickejšie chlórované uhľovodíky, najmä cis 1,2-dichlóretén, dichlórmétán, tetrachlóretén, trichlóretén, chlórétén. Na viacerých lokalitách sa tiež zistilo silné znečistenie zapríčinené ropnými látkami, prejavujúce sa vysokými obsahmi uhľovodíkového indexu

Tab. 1 Prehľad výskytu obsahov znečisťujúcich látok nad IT kritériá podľa Smernice MŽP SR č. 1/2015-7 na výrazne znečistených monitorovaných lokalitách environmentálnych záťaží

ID	Lokalita EZ	Ukazovatele prekračujúce IT hodnoty
1	Nováky – NCHZ – areál závodu	As, Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, vodivosť, pH, benzén, etylbenzén, dichlórmetán, chloroform, tetrachlórmetán, 1,2-dichlórétán, chlórbenzén, 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén, dichlórbenzény – suma, 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, chlórétén (vinylchlorid)
4	Bratislava – Staré Mesto – Chemika – areál závodu	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, vodivosť, NELui, PAL, benzén, styren, benzo(a)antracén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, benzo(a)pyrén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén, chryzén, benzo(g,h,i)perylén, dichlórmetán, 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, dichlórbenzény – suma, 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, trans 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, chlórétén (vinylchlorid)
5	Bratislava – Ružinov – Gumon – areál závodu	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, vodivosť, NELui, PAL, benzén, chloroform, tetrachlórmetán, 1,3-dichlórbenzén
6	Bratislava – Nové Mesto – Istrochem – širší priestor bývalého závodu	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, NELui, PAL, benzén, etylbenzén, chloroform, tetrachlórmetán, chlórbenzén, 1,2-dichlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén, dichlórbenzény – suma, tetrachlórétén, trichlórétén, chlórétén (vinylchlorid)
8	Bardejov – areál bardejovských strojárni (ZTS)	NH ₄ ⁺ , dichlórmetán, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén
20	Stropkov – areál TESLA Stropkov	As, Mo, Sb, NH ₄ ⁺ , cis 1,2-dichlórétény, trichlórétén, vinylchlorid
21	Nové Mesto nad Váhom – skládka KO Mnešice – Tušková	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , TOC, vodivosť, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, vinylchlorid
22	Piešťany – Chirana	Sb, dichlórmetán, chloroform, cis 1,2-dichlórétény, trichlórétén, vinylchlorid
24	Sereď – Niklová huta – skládka lúženca	Cd, Ni, Cl ⁻ , NH ₄ ⁺
25	Sereď – Niklová huta – areál bývalého podniku	Cd, Co, Ni, Zn, NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , vodivosť
26	Piešťany – bývalá Tesla – kontaminačný mrak pod sídliskom	Cl ⁻ , cis 1,2-dichlórétény, vinylchlorid
27	Nové Zámky – Real-H.M. – terminál	Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, NELui, benzén, chlórbenzén
30	Sliac – Letisko-juh	As, Cl ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, NELui, naftalén, suma PAU, chloroform, tetrachlórmetán, chlórbenzén, 1,3-dichlórbenzén, 1,4-dichlórbenzén
33	Kysucké Nové Mesto – NN Slovakia	Cl ⁻ , ChSK _{Mn} , NELui, vodivosť, benzo(a)pyrén
35	Zlaté Moravce – bývalý areál Calexu	NH ₄ ⁺ , 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
36	Zvolen – Bučina – čierna impregnácia	ChSK _{Mn} , TOC, NELui, FNI, antracén, benzo(a)antracén, fenantrén, fluorantén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, naftalén, pyrén, benzo(a)pyrén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén, chryzén, benzo(g,h,i)perylén, suma PAU
38	Banská Bystrica – Uľanka – areál Chemika, a. s.	As, Sb, NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, chloroform, 1,2-dichlórétán, 1,1,2-trichlórétán, 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, trans 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
40	Detva – PPS Group	Al, ChSK _{Mn} , TOC, NELui, chryzén, 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, trans 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
41	Pohorelá – Strojsmalt Holding	Al, ChSK _{Mn} , tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
43	Zvolen – Bučina – biela impregnácia	Cd, NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, NELui, pH, FNI, fenantrén, suma PAU, dichlórbenzény, vinylchlorid
50	Istebné – OFZ – haldy trosky	Al, As, Cr _{celk} , Mo, NH ₄ ⁺ , TOC, vodivosť, pH
51	Medzibrodie nad Oravou – skládka TKO Dolný Kubín – Široká	Al, As, Sb, B, Cl ⁻ , F ⁻ , TOC, vodivosť
58	Predajná – skládka PO Predajná II	Al, Cd, Sb, Cl ⁻ , TOC, vodivosť, PAL
59	Predajná – skládka PO Predajná I	Al, Sb, NO ₂ ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, vodivosť, PAL
65	Nové Zámky – rušňové depo – diagnostické stredisko	vodivosť, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, vinylchlorid
71	Lučenec – Práčovne a čistiare pri mestskom parku	NH ₄ ⁺ , dichlórmetán, 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
81	Zvolen – Bučina – stará depónia	NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, NELui, antracén, benzo(a)antracén, fenantrén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, naftalén, benzo(a)pyrén, chryzén
85	Bojná – skládka TKO A (stará)	Al, As, Hg, B, Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, vodivosť
96	Banská Bystrica – bývalá galvanizovňa LOBB	Mo, 1,1-dichlórétén, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, 1,1,1-trichlórétán
103	Rožňava – mrak chlórovaných uhľovodíkov pri kasárňach	Cl ⁻ , ChSK _{Mn} , TOC, NELui, vodivosť, cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
106	Nové Zámky – bývalé kasárne SA – Novocentrum	cis 1,2-dichlórétény, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
116	Hnúšťa – areál bývalých SLZ	Al, As, Cu, NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, pH, FNI, NELui, PAL, tetrachlórétén, trichlórétén
137	Trnovec nad Váhom – odkalisko Amerika I (Duslo Šaľa)	B, Cl ⁻ , F ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , TOC, vodivosť
142	Žiar nad Hronom – kalové pole ZSNP	Al, As, Hg, Mo, V, Cl ⁻ , F ⁻ , NH ₄ ⁺ , ChSK _{Mn} , TOC, vodivosť, pH
147	Smolenice – areál Chemolák	Al, ChSK _{Mn} , TOC, NELui, FNI, benzén, etylbenzén, toluén, xylény, styren, benzo(k)fluorantén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén, chryzén

ID	Lokalita EZ	Ukazovatele prekračujúce IT hodnoty
156	Medzev – Strojsmalt	As, NH_4^+ , ChSK_{Mn} , TOC, NEL_{UI} , benzo(a)antracén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, benzo(a)pyrén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén, chryzén, benzo(g,h,i)perylén, suma PAU
201	Bratislava – Ružinov – Čierny les	NH_4^+ , ChSK_{Mn} , TOC, vodivosť, benzo(b)fluorantén, benzo(g,h,i)perylén, benzo(k)fluorantén
203	Bratislava – Vrakúňa – Vrakunská cesta – skládka CHZJD	As, F, NH_4^+ , NO_2^- , TOC, NEL_{UI} , vodivosť, FNI, benzén, etylbenzén, toluén, xylény, benzo(a)pyrén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, fluorantén, fenantrén, chryzén, naftalén, pyrén, chlórbenzén, dichlórbenzény, trichlórbenzény, dichlórmetán, tetrachlórmetán, tetrachlórétén, vinylchlorid, PCB
207	Smolník – fažba pyritových rúd	Al^{3+} , As, Co, Cu, Ni, Zn, vodivosť, pH
213	Poproč – Petrova dolina	Al^{3+} , As, Cd, Ni, Sb, Zn, pH
214	Jamník – kasárne a letisko Mokrado	ChSK_{Mn} , TOC, NEL_{UI} , pH, benzo(a)pyrén, benzo(b)fluorantén, benzo(g,h,i)perylén, benzo(k)fluorantén, chryzén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén
223	Martin – kasárne SNP	NEL_{UI} , NEL-IC , benzo(g,h,i)perylén, benzo(k)fluorantén, chryzén
236	Prešov – letisko	NEL_{UI} , benzén, etylbenzén, xylény
248	Čierna nad Tisou – prekládková stanica	Cl ⁻ , NEL_{UI} , NEL-UV , benzén, etylbenzén, toluén, xylény, tetrachlórmetán
251	Žilina – východné priemyselné pásmo	As, NH_4^+ , benzén, etylbenzén, toluén, xylény, styrén, 1,2-dichlórétény cis, 1,2-dichlórétény trans, dichlórmetán, tetrachlórétén, tetrachlórmetán, trichlórétén, vinylchlorid
252	Bánovce nad Bebravou – ŽS	NH_4^+ , TOC, 1,2-dichlórétény cis, tetrachlórétén, trichlórétén
253	Komárno – areál po sovietskej armáde	NH_4^+ , TOC, NEL_{UI} , benzén, xylény, benzo(b)fluorantén, benzo(g,h,i)perylén, benzo(k)fluorantén, fenantrén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén, naftalén, pyrén, tetrachlórétén
256	Rimavská Sobota – areál po SA- Armáda SR	1,2-dichlórétény cis, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
259	Bratislava – Nové Mesto – Tepláreň II – Turbinová – Magnetová ul.	As, NH_4^+ , TOC, vodivosť, pH, FNI, benzén, chlórbenzén, dichlórbenzény, trichlórbenzény
289	Nové Mesto nad Váhom – rušňové depo	dichlórbenzény, vinylchlorid, PCB
293	Šurany – bývalý areál ELITEX-u a STS	1,2-dichlórétény cis, tetrachlórétén, trichlórétén, vinylchlorid
294	Nováky – Vojenský opravárenský podnik	1,2-dichlórétény cis, trichlórétén
296	Prešov – bývalý závod ZPA	Cl ⁻ , vodivosť, 1,2-dichlórétény cis, vinylchlorid
314	Krompachy – Kovohuty	Al^{3+} , As, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Zn, Cl ⁻ , F, NH_4^+ , TOC, vodivosť, pH
338	Zvolen – armádne objekty	Hg, benzo(a)pyrén, benzo(g,h,i)perylén, benzo(k)fluorantén, chryzén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén
340	Brezno – ŽSR Brezno	TOC, NEL_{UI} , NEL-IC , pH, benzo(a)pyrén, benzo(g,h,i)perylén, benzo(k)fluorantén, chryzén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén

Poznámka: PAU – polycyklické aromatické uhľovodíky, PAL – povrchovo aktívne látky, NEL_{UI} – uhľovodíkový index, FNI – fenolový index, PCB – polychlóvané bifenyly.

NEL_{UI} (C_{10} – C_{40}) nad IT kritérium. Látky zo skupiny PAU sa nad ID alebo IT kritériá našli len na lokalitách Zvolen – Bučina a Medzev – Strojsmalt. Medzi menej problematické ukazovatele na lokalitách EZ monitorovaných ŠGÚDŠ patria viaceré stopové prvky (Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Pb, V), fluoridy, dusitany, kyanidy, fenoly, chlórbenzény, látky skupiny BTEX a PCB.

Získané údaje a výsledky rozsiahleho monitorovania EZ, realizovaného ŠGÚDŠ, prispievajú k celkovej informovanosti

o vplyvoch environmentálnych záťaží na kvalitu podzemných alebo povrchových vôd, čím sa zlepšuje povedomie verejnosti o rizikách spojených s ohrozením nielen zdravia ľudí, ale i životného prostredia. V príspevku neboli priestor detailnejšie sa venovať interpretáciám získaných výsledkov, tie sú prístupné napr. na mapovom serveri ŠGÚDŠ, resp. v digitálnom archíve Geofondu ŠGÚDŠ (www.geology.sk).

Literatúra:

- [1] Paluchová, K., Auxt, A., Bruchánková, A., Helma, J., Schwarz, J., Pacola, E., 2008: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky. Banská Bystrica, Slovenská agentúra životného prostredia, 154 s. (www.enviroportal.sk).
- [2] SAŽP, 2010: Problematika environmentálnych záťaží na Slovensku. Banská Bystrica, Slovenská agentúra životného prostredia, 59 s.
- [3] Kordík, J., Slaninka, I. et al. 2015: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Závěrečná správa. ŠGÚDŠ, Bratislava, 239 s.
- [4] Bodiš, D., Slaninka, I., Kordík, J., Striček, I., Jankulár, M., 2020: Kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody na Slovensku. Závěrečná správa. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 371 s.



Jako, s.r.o.

aktivní uhlí, antracit
UV-dezinfekce

tel.: +420 283 981 432
+420 603 416 043

fax: +420 283 980 127
www.jako.cz
e-mail: jako@jako.cz



Modelovanie bilancie povrchových vôd rozšírené o simulovanie podzemných vôd

Ing. Miroslav Kandra

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta

Anotácia

Príspevok sa zaoberá problematikou modelovania retrospektívnej kvantitatívnej vodohospodárskej bilancie (ďalej len KVHB) povrchových vôd na povodí rieky Hron. V nadväznosti na vypracovanú metodiku tohto modelovania v súlade so súčasnou metodikou KVHB je aktuálnym cieľom rozšírenie tohto modelovania o simuláciu podzemných vôd a odberov podzemných vôd, ich vzájomného vzťahu s povrchovými vodami a vplyvu na KVHB povrchových vôd. Obsahom príspevku sú doterajšie zistenia v tejto problematike a smerovanie ďalšieho výskumu.

ÚVOD

Vodohospodárska bilancia (VHB), v zmysle zákona č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (vodný zákon) a vyhlášky MP ŽP a RR SR č. 418/2010 Z.z. o vykonaní niektorých ustanovení vodného zákona je podkladom na výhľadové bilancovanie vôd na účely zostavovania vodohospodárskych plánov. Vodohospodárska bilancia množstva povrchových vôd je súčasťou VHB množstva a kvality povrchových vôd. Hodnotí vzťah medzi požiadavkami na vodu s využiteľným množstvom vôd a ich kvalitou v uplynulom roku, pričom požiadavky na vodu reprezentujú uskutočnené odbery a vypúšťania odpadových vôd a osobitých vôd (Slovenský hydrometeorologický ústav, 2020). Bilancia sa robí v 137 bilančných profiloch, v ktorých sa v mesačnom kroku vyhodnocujú jednotlivé charakteristiky, opísané na obr. 2 (podrobnejšie Slovenský hydrometeorologický ústav, 2020).

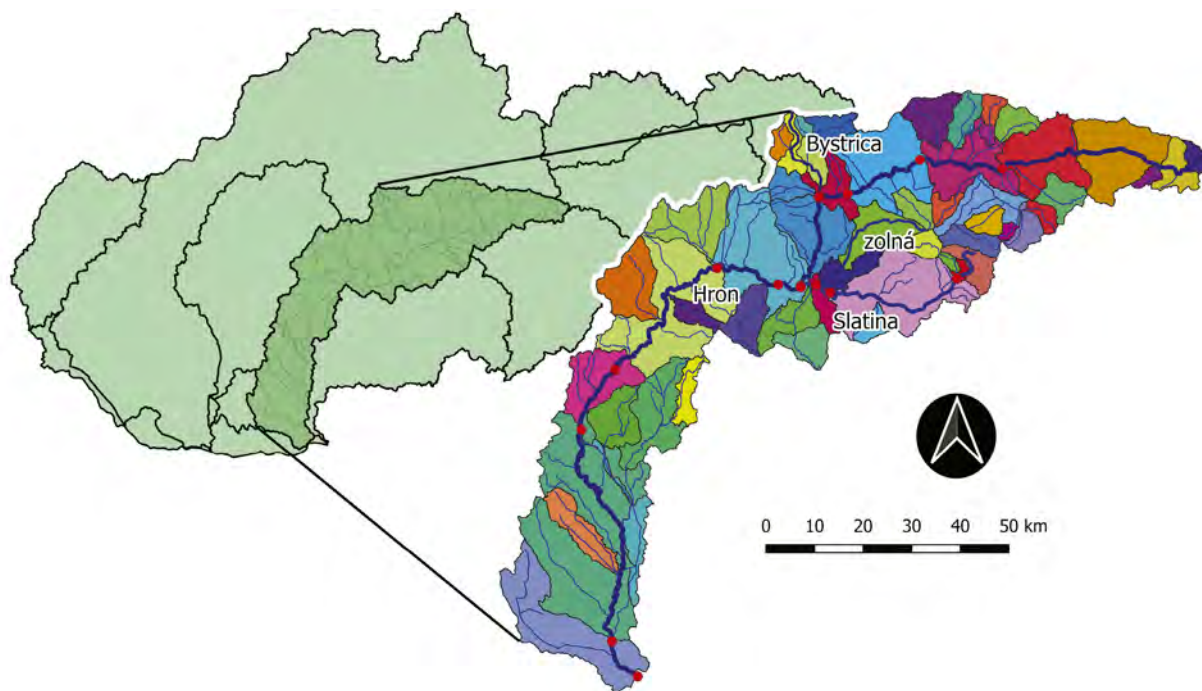
Hlavným podnetom na modelovanie VHB množstva povrchových vôd uplynulého roka bolo narastajúce využívanie modelovacích softvérov v oblasti vodných bilancií v zahraničí, a to tak pri hodnotení štátnych bilancií, ako aj účelových a podrobných bilancií. Príkladom takéhoto využitia je český model Bilan (ČHMÚ, 2020), španielska sada modelovacích softvérov AQUATOOL (AQUATOOL, 2021) alebo nemecký systém empirických modelov mGROWA (Herrmann a kol., 2017). Spoločnou vlastnosťou týchto modelov je ich lokálny pôvod a využitie pri štátnych bilanciách. Rovnako sa však pri štátnych, no najmä účelových a podrobných bilanciách využívajú generické simulačné modely, ktoré sú produktom inštitúcií zaoberajúcich sa modelovaním v oblasti hydrológie a vodného hospodárstva. Medzi celosvetovo najznámejšie a najvyužívanejšie možno zaradiť súbor modelov MIKE HYDRO spoločnosti DHI (DHI, 2021) pôvodom z Dánska, model RIBASIM holandskej spoločnosti DELTARES (DELTARES, 2021) alebo model WEAP švédskej spoločnosti SEI (SEI, 2021). O mnohých z týchto modelov platí, že v počiatkoch ich vývoja sa zamerali len na modelovanie hydrológie povodí, pričom až v neskorších štádiách

vývoja sa do nich integrovalo modelovanie vodohospodárskych prvkov.

Ďalším dôvodom využívania modelov v oblasti vodných bilancií je implementácia rámcovej smernice o vodách, ktorej environmentálne ciele zahŕňujú využívanie vodných bilancií, najmä z hľadiska povodí, a to aj v medzinárodnom rozsahu (EK, 2015). V prípade legislatívnych zmien, či už podnietených rámcovou smernicou o vodách, alebo interným záujmom v rámci SR, ktoré vyústia do zvýšenia nárokov na vodohospodárske bilancie, najmä na VHB množstva povrchových vôd, možno predpokladať, že modelovací softvér, ktorý bude schopný implementácie súčasnej metodiky VHB množstva povrchových vôd uplynulého roka, bude lepšie schopný integrovať tieto zmeny. Medzi takéto potencionálne zvýšenie nárokov patria napr.:

- rozšírenie siete bilančných profilov o vodomerné stanice,
- rozšírenie hodnoteného časového radu na viacročné obdobie,
- bilančné hodnotenie vodných útvarov, a to buď ich vstupných a výstupných profilov, alebo celkové hodnotenie pozdĺžnych profilov,
- integrácia bilancie množstva povrchových a podzemných vôd,
- podrobnejšie hodnotenie hydrologickej bilancie povodí, resp. subpovodí bilančných profilov,
- podrobnejší časový krok.

Len v minimálnej miere možno predpovedať, či a prípadne kedy by sa niektoré z týchto, alebo iné zvýšenie nárokov mohlo legislatívne implementovať, prípadne kedy by sa integrovalo do súčasnej metodiky aj bez legislatívnych zmien. V oblasti modelovania KVHB povrchových vôd bol vzhľadom na to pre nasledujúce obdobie vybraný širší cieľ, a to testovanie schopnosti vybraného modelu v oblasti integrácie takýchto zvýšení nárokov na KVHB. V súčasnosti je aktuálnym krokom integrácia bilancie množstva povrchových a podzemných vôd vo forme rozšírenia bilancie povrchových vôd o simulovanie podzemných vôd.

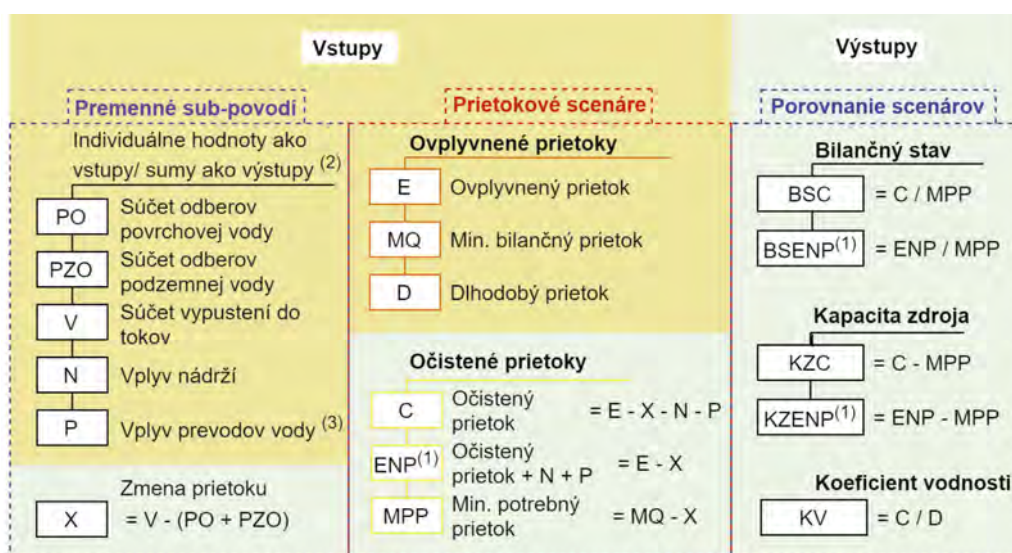


Obr. 1 Poloha povodia rieky Hron vrátane bilancovaných tokov (modré čiary), bilančných profilov (červená) a farebne rozlíšených subpovodí vodomerných staníc

SÚČASNÝ STAV MODELU RETROSPEKTÍVNEJ KVHB POVRCHOVÝCH VÔD

Na účely modelovania sa vybral na základe predpokladov a dostupnej literatúry model WEAP. Ako pilotné povodie sa zvolilo povodie rieky Hron od prameňa až po ústie do rieky Dunaj. Rieka Hron ako druhá najdlhšia rieka tečúca v celej svojej dĺžke územím Slovenska je dlhá 298 km od prameňa na juhovýchodnom úpätí Kráľovej hole až po ústie do Dunaja,

rkm 1 716,00. Od prameňa tečie západne po Banskú Bystricu, kde zatáča smerom na juh a následne od Zvolena v oblasti prítoku Slatiny mení smer opäť na západ. Od Žiaru nad Hronom sa ťahne prevažne južným smerom až po ústie do Dunaja pri Štúrove. Celková plocha povodia je 5 463,5 km² s priemernou nadmorskou výškou 550,4 m n. m., pričom najvýznamnejším prítokom je Slatina, s jej ústím na rkm 153,0 Hrona má dĺžku 55,2 km a celkovú plochu povodia 792,56 km² (obr. 1).



(1) Vrátane vplyvu nádrží, prevodov vody a rozdeľovacích objektov,

(2) Individuálne užívanie vody a manipulácia s vodou sú vstupy, súčty týchto hodnôt sú výstupy,

(3) Celým názvom "Vplyv prevodov vody a manipulácie v rozdeľovacích objektoch".

Obr. 2 Charakteristiky bilančného výpočtu vodohospodárskej bilancie množstva povrchových vôd SR a ich integrácia do modelu WEAP

Pri modelovaní kvantitatívnej vodohospodárskej bilancie povrchových vôd na povodí rieky Hron v mesačnom časovom kroku sa použil časový rad vstupných údajov od roku 2000 po 2019. Tieto vstupné údaje sú v plnej miere výstupom merania a nahlasovania. V danom období sa vybralo v rámci analýzy možností rozšírenia siete bilančných profilov o vodomerné stanice 53 aktívnych vodomerných staníc (ďalej len VS) a 2 bilančné profily, ktoré nezdieľajú polohu s VS, pre ktoré boli pomocou nástrojov geografického informačného systému (GIS) vykreslené územia 55 subpovodí a následne kalkulované odtokové pomery. Jednotlivé charakteristiky, ktoré sú vo VHB množstva povrchových vôd za uplynulý rok hodnotené v bilančných profiloch, sa integrovali do dátovej a výpočtovej štruktúry modelu WEAP, pričom forma tejto integrácie a ich výpočtu je spracovaná na obr. 2.

Odtok z jednotlivých subpovodí je definovaný prostredníctvom vypočítaného odtokového koeficientu pre jednotlivé subpovodia v danom časovom kroku na základe údajov o zrážkach a prietokoch, podľa vzťahu:

$$C = \frac{\Delta Q - X}{AP} \quad (1)$$

kde

C – odtokový koeficient [-],

ΔQ – rozdiel odtoku a prítoku do subpovodia podľa vodomerných staníc [m³],

X – vplyv užívateľov vody na tok [m³],

A – plocha subpovodia [m²],

P – zrážkový úhrn [m].

Tento vzťah je možné použiť pri dopočítaní prietoku v bilančných profiloch a taktiež vodomerných stanicách v časových úsekoch, keď v daných vodomerných stanicách nie sú dostupné prietokové údaje. V takom prípade treba určiť danému subpovodiu odtokový koeficient iného subpovodia s podobnými vlastnosťami, prípadne ho interpolovať.

Odtok zo subpovodia je vypočítaný vynásobením koeficientu odtoku so zrážkovým úhrnom a jeho distribúciou do odtokových uzlov vytvorených v danom intervale riečneho kilometra. Tieto uzly zdieľajú percentuálny podiel odtoku na základe ich podielu na ploche odtokovej oblasti v mieste lokalizácie vodomernej stanice. Takýmto spôsobom je možné v uzlovom, „0-D“ modeli simulovať odtokové pomery po dĺžke modelovaných tokov. Zároveň je za podmienky správneho zostavenia modelu a 100-percentného zabezpečenia odberov možné docieľť úplnú zhodu namodelovaných a nameraných prietokov vo vodomerných stanicách, čo bolo jednou zo stanovených podmienok na modelovanie KVHB množstva povrchových vôd. Po prvotnej kontrole zostavenia subpovodí malo 34 vodomerných staníc s percentuálnym rozdielom medzi nameraným a namodelovaným priemerným mesačným prietokom menším ako 1 percento z celkových 53 staníc.

Tento stav bol predovšetkým výsledkom značného množstva nezabezpečených odberov, a to tak povrchových, ako aj podzemných vôd, pričom išlo len o namodelovanú nezabezpečenosť odberov, a tieto odbery sa v plnej miere realizovali. Nezabezpečené odbery povrchových vôd boli následkom zväčša neprítomnosti malých vodných nádrží, z ktorých

boli tieto odbery napájané. Tento problém vyžaduje modelovanie aj týchto vodných nádrží, a to buď s dostupnými údajmi o manipulácii tak, ako sú modelované nádrže už zahrnuté v modeli, alebo simuláciou ich objemu.

V rámci metodiky VHB sa vplyv odberov podzemných vôd na povrchové vody započítava v 100-percentnom rozsahu. V súčasnom tabelárnom spracovaní VHB je ich priradenie k bilančným profilom definované ako priradenie kolmicou na príslušný tok a uvádzajú sa sumárne k najbližšiemu nižšie položenému bilančnému profilu (Slovenský hydrometeorologický ústav, 2020).

Pri modelovaní sa ukázalo takéto priradenie problémovým, najmä pri kombinácii vysokých hodnôt odberu podzemných vôd v blízkosti modelovaného toku s nízkymi hodnotami modelovaného odtoku. Nízky odtok v bode napojenia odberu tak nebol schopný zabezpečiť daný odber. Pre potreby ďalšieho postupu v modelovaní bolo teda potrebné vyriešiť problematiku priradovania, určenia vplyvu a zabezpečenia odberov podzemných vôd.

Výsledkom doterajšieho modelovania boli úspešná implementácia metodiky VHB v modeli WEAP, ako aj odhľadanie nových problémov, ktoré na zlepšenie kvality modelovania vyžadujú komplexné riešenie založené na spresnení modelovania.

INTEGRÁCIA MODELOV WEAP A MODFLOW

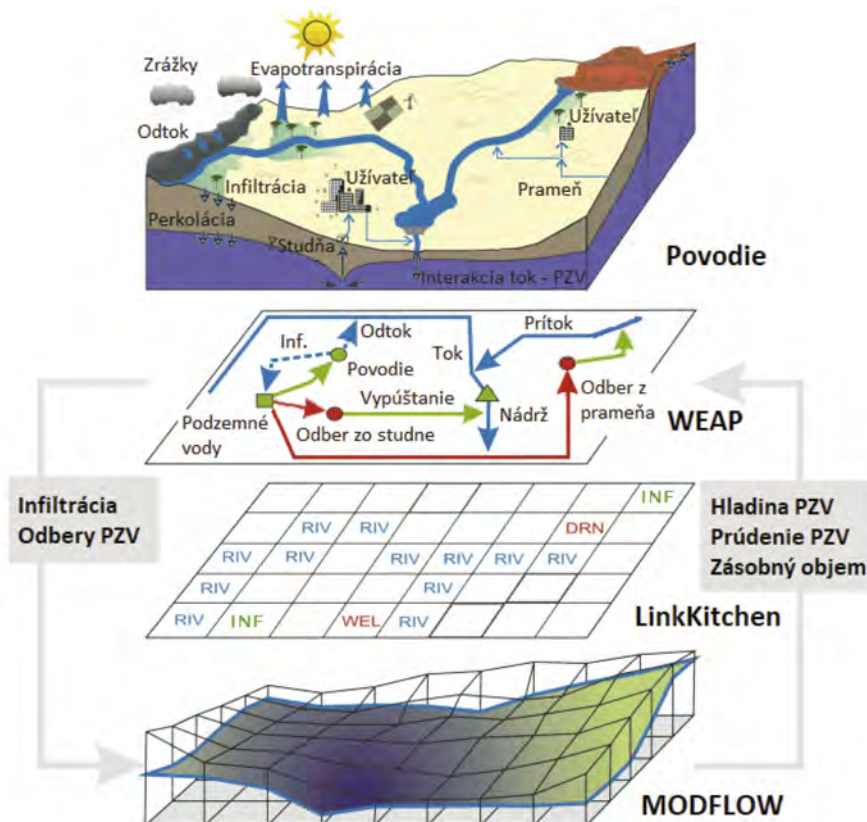
Z doterajších zistení vyplýva, že pre správne modelovanie KVHB je potrebné zabezpečenie odberov podzemných vôd. Typologicky je možné odbery podzemných vôd rozdeliť na:

- odbery z prameňov,
- odbery z vrtov.

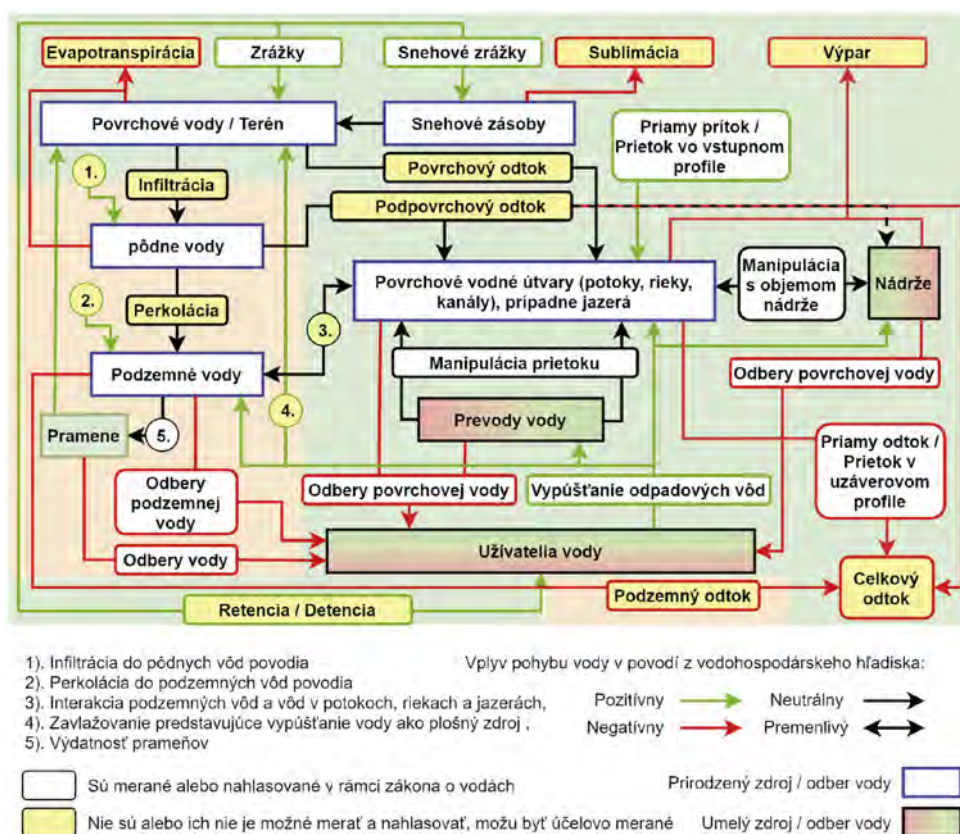
Základným rozdielom medzi týmito odbermi je to, že voda odoberaná z vrtov by pri scenári, v ktorom by nebola odoberaná, ostala súčasťou disponibilného množstva podzemných vôd. Voda odoberaná z prameňov by sa pri takomto scenári stala súčasťou povrchového, resp. priameho odtoku. Tieto odbery sú zároveň zabezpečené výdatnosťou prameňov, teda nie priamo zásobou podzemnej vody alebo povrchovej vody v toku.

Tento rozdiel bol základom na stanovenie miesta vplyvu a veľkosti vplyvu odberov podzemných vôd na povrchové vody. Pri odberoch podzemných vôd z prameňov sa stanovilo, že v mieste prameňa bude do modelu zahrnutá výdatnosť prameňa, znížená o realizované odbery z daného prameňa, pričom umiestnenie vplyvu na povrchové toky bude určené podľa povrchového odtoku na základe digitálneho modelu reliéfu.

Vplyv odberov podzemných vôd z vrtov na povrchové vody je bez simulácie prostredia podzemných vôd a jej interakcie s modelom povrchových vôd veľmi zložitá kvantifikovať. Na výskum a zistenie nárokov takéhoto modelovania sa na simuláciu podzemných vôd vybral 3-D model prúdenia podzemnej vody MODFLOW, vyvinutý U. S. Geological Survey (USGS). Vzájomnú interakciu uzlového modelu WEAP a 3-dimenzionálneho modelu MODFLOW umožňuje softvér LinkKitchen, vyvinutý nemeckým Federálnym inštitútom pre geovedu a prírodné zdroje (Nem. Bundesanstalt für



Obr. 3
Schematické
nastavenie
prepojenia systému
WEAP-MODFLOW
(BGR, 2021)



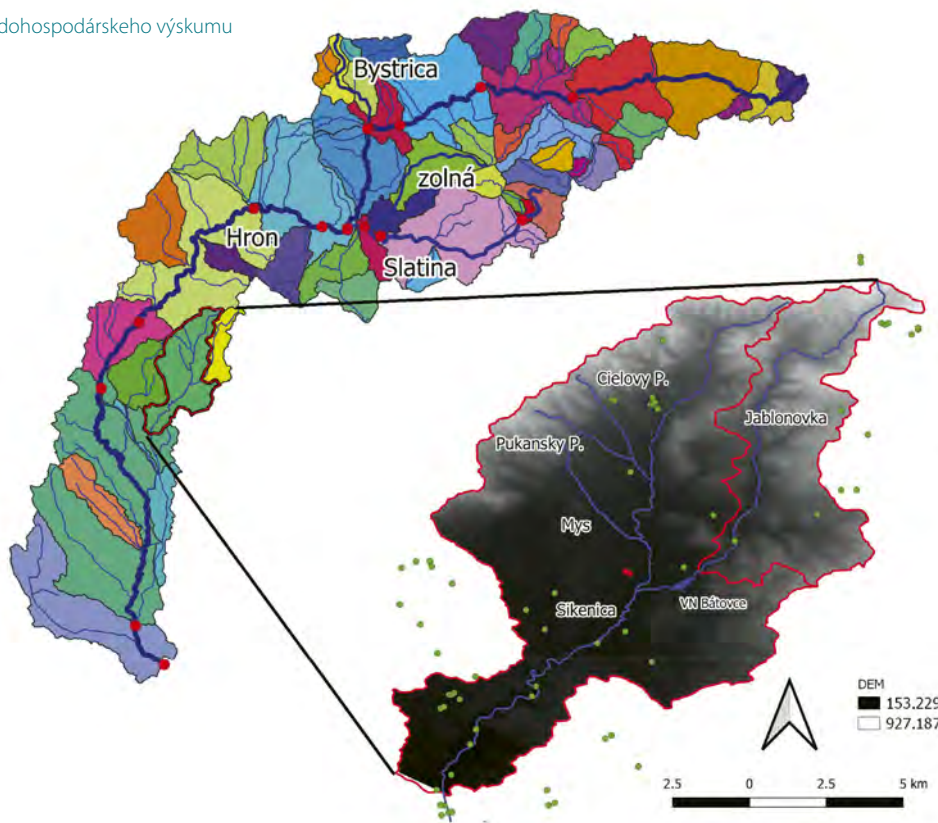
Obr. 4
Schéma vodnej
bilancie povodia
pre Slovenskú
republiku s pokrytím
modelu WEAP
(bledozelená)
a MODFLOW
(bledooranžová)

Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)) (BGR,2021). Ich vzájomná interakcia je schematizovaná na obr. 3.

V rámci podrobnej vodohospodársky zameranej schémy vodnej bilancie povodia na obr. 4 sú jej jednotlivé prvky farebne rozlíšené podľa potencionálneho pokrytia týmito modelmi z hľadiska modelovania, simulácie a výpočtu. Akou metódou výpočtu a ktoré prvky budú vo výsledku výstupom

sústavy modelov WEAP-MODFLOW, bude závisieť od jej možnosti a časovej náročnosti.

Na testovanie prvotného zostavenia, kalibrácie a adaptácie systému modelov WEAP-MODFLOW na súčasnú metodiku VHB sa zvolili subpovodia dvoch vodomerných staníc v povodí rieky Sikenica v oblasti dolného Hrona. Vodná stanica Sikenica na rkm 13,9 toku Sikenica a VS Jablonočka na rkm 2,6



Obr. 5
Testovacie subpovodia
ohradené červenou;
modelované toky,
na ktorých sú aktívni
užívatelia povrchových
vôd (modrá),
hydrogeologické vrtý
– SHMÚ (červená),
hydrogeologické vrtý –
GÚDŠ (zelená), Digitálny
model reliéfu v rozlíšení
1m – Úrad geodézie,
kartografie a katastra SR
(ÚGKK SR)

jej prítoky, Jablonožky. Celková plocha oboch subpovodií je 217,84 km² (obr. 5).

Vstupom pre model MODFLOW, reprezentujúci terén, bude digitálny model reliéfu (DMR) v rozlíšení 1 m, ktorý je vytvorený z údajov leteckého laserového skenovania, ktoré od roku 2017 zabezpečuje Úrad geodézie, kartografie a katastra SR (ÚGKK SR). V závislosti od nadmorských výšok z DMR (digital mobile radio) sa na základe hĺbok vrstiev a ich typu z dostupných hydrogeologických vrtov, prostredníctvom GIS, spracujú rastrové vrstvy dolných hraníc jednotlivých geologických vrstiev. Tieto vrstvy budú spolu s DMR agregované do jednotného rozlíšenia s ohľadom na jeho vplyv na výpočtový čas. Spolu s informáciou o odtokovom koeficiente jednotlivých vrstiev sa stanú základným vstupom do modelu MODFLOW. V prípade, ak budú dostupné, budú sa využívať aj ďalšie geomorfologické údaje.

Testovanie na týchto subpovodiach je zamerané najmä na:

- schopnosť adaptácie systému modelov WEAP-MODFLOW na súčasnú metodiku VHB,
- náročnosť na vstupné údaje modelu MODFLOW, ich spracovanie, automatizácia a výsledná kvalita,
- náročnosť modelu MODFLOW a následne súbežného systému modelov WEAP-MODFLOW na výpočtovú techniku.

Literatúra:

AQUATOOL, 2021. *AQUATOOL user manual*. © 2021. [online]. [cit. 22.10.2021]. Dostupné na <https://aquatool.webs.upv.es/aqt/en/manuals/>.
BGR, 2021. *BGR user manual*. © 2021. [online]. [cit. 7.7.2021]. Dostupné na https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/TZ/Acsad_dss/dss_fb_en.html.
ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (ČHMÚ), 2020. Hydrologická bilance množství a jakosti vody České republiky, 2019. chmi.cz [online]. © 2019 Český hydrometeorologický ústav, Praha. Posledná zmena 08.10.2020 16:43 [cit. 22.10.2021]. Dostupné na <http://voda.chmi.cz/opzv/bilance/bilance.htm>.
DELTARES, 2021. *Why RIBASIM*. [online]. [cit. 22.10.2021]. Dostupné na <https://oss.deltares.nl/web/ribasim/why-ribasim>.
DHI, 2021. *MIKE HYDRO basin user guide*. © 2021. [online]. [cit. 22.10.2021]. Dostupné na https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2020/MIKE_HYDRO.htm.
EK, 2015. European Commission (Ed.) *Guidance document on the application of*

V prípade úspešného vytvorenia modelu sa následné zameranie sústredí na spôsob kvantifikácie jednotlivých zložiek hydrologického režimu, ktorého cieľom bude najmä kvantifikácia infiltrácie z povodia do podzemných vôd.

ZÁVER

Cieľom tohto príspevku bolo stručné zhodnotenie doterajšieho postupu v modelovaní kvantitatívnej vodohospodárskej bilancie povrchových vôd a súčasného smerovania výskumu v tejto oblasti. Toto modelovanie má predovšetkým slúžiť ako výskum v prípade budúceho zvyšovania nárokov na metodiku VHB. Na nedostatky a problémy vynárajúce sa v dôsledku snahy o implementáciu súčasnej metodiky VHB pri modelovaní v modeli WEAP sa navrhli opatrenia a riešenia, ktoré sú predmetom budúceho výskumu, pričom zároveň majú potenciál vysoko skvalitniť výstupy VHB, ako aj rozšíriť ich množstvo.

Integrácia modelov WEAP a MODFLOW do systému WEAP-MODFLOW je krokom k zvládnutiu nielen otázky zabezpečenia odberov podzemných vôd v modeli povrchových vôd, do ktorých na základe metodiky VHB vstupujú, ale taktiež sa približujú a prípadne odpovedajú na otázku, aký je ich skutočný vplyv na povrchové vody, a to v čase, priestore aj množstve.

water balances for supporting the implementation of the WFD_Report_2015. Technical Report - 2015 - 090. Final – Version 6.1 – 18/05/2015. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, ISBN 978-92-79-52021-1.
Herrmann, F., a kol., 2017. Zeitlich und räumlich hochaufgelöste flächendifferenzierte Simulation des Landschaftswasserhaushalts in Niedersachsen mit dem Modell mGROWA. *Hydrol Wasserbewirtschaft*, 57: 206 – 224. Dostupné na http://doi.bafg.de/HyWa/2013/HyWa_2013_5_2.pdf.
SEI, 2021. *WEAP Water Evaluation And Planning System user guide*. © 2021. [online]. [cit. 22.10.2021]. Dostupné na https://www.weap21.org/downloads/WEAP_User_Guide.pdf.
SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2020. Vodohospodárska bilancia množstva povrchových vôd za rok 2019. Shmu.sk [online]. © 2019 Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava. Posledná zmena 28.12.2020 19:15 [cit. 22.10.2021]. Dostupné na <http://www.shmu.sk/sk/?page=1834>.

Informácie o nových STN

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva

V januári a februári 2022 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN ISO 5667-10: 2022 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 10: Pokyny na odber vzoriek odpadových vôd

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN ISO 5667-10: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 5667-10: 1999.

STN EN ISO 20236: 2022 (75 7458) Kvalita vody. Stanovenie celkového organického uhlíka (TOC), rozpusteného organického uhlíka (DOC), celkového viazaného dusíka (TNb) a rozpusteného viazaného dusíka (DNb) vo vysokoteplotnom katalytickom oxidačnom spaľovaní

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 20236: 2022 sa zrušila STN EN 12260: 2004 Kvalita vody. Stanovenie dusíka. Stanovenie viazaného dusíka (TNb) po oxidácii na oxidy dusíka.

STN EN ISO 16266-2: 2022 (75 7838) Kvalita vody. Dôkaz a stanovenie *Pseudomonas aeruginosa*. Časť 2: Metóda najpravdepodobnejšieho počtu

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 12873-4: 2022 (75 8702) Vplyv materiálov na pitnú vodu. Vplyv migrácie (vylúhovania). Časť 4: Skúšobná metóda pre membrány používané v systémoch na úpravu vody.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 12873-4: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12873-4: 2006.

envipur
hospodáříme s vodou

W&ET Team **CzWA**

SRDEČNĚ VÁS ZVEME
NA 16. ROČNÍK KONFERENCE

**PITNÁ VODA
2022**

23. – 26. 5. 2022
Hotel Dvořák Tábor

Bližší informace
a přihlášky na
www.envi-pur.cz

Společnost ENVI-PUR, s. r. o., Soběslav
v spolupráci s dalšími partnery organizují konferenci

PITNÁ VODA 2022

16. ročník konference Pitná voda z údolních nádrží
23. – 26. 5. 2022, Hotel Dvořák Tábor, Česká republika

Konference je určena vlastníkům a provozovatelům úpraven vody, pracovníkům státního podniku Povodí. Vědeckým a odborným pracovníkům z oborů hygieny, chemie a technologie vody, limnologie, zdravotního inženýrství a hydrotechniky. Pracovníkům projektových a konzultačních organizací a orgánům státní správy a samosprávy měst a obcí.

Konference obsáhne celou šíři problematiky pitné vody. Vedle vzájemných vztahů mezi technologiemi úpravy pitné vody a ději probíhajícími v údolních nádržích, tocích a jejich povodí se bude věnovat také technologii úpravy podzemní vody a hygieny pitné vody.

Je zřejmé, že kvalita pitné vody je závislá na mnoha přírodních, technických a organizačních faktorech, které se vzájemně ovlivňují. Proto je zapotřebí optimálně koordinovat technologická opatření v úpravárnách se zásahy na nádržích, tocích a v jejich povodí. K tomu je nezbytné vzájemné pochopení odborníků různých disciplín, věcné argumentování někdy odlišných přístupů a snaha o spolupráci pro dosažení společného cíle – kvalitní pitné vody!

TÉMATATA KONFERENCE:

- problematika ochranných pásem vodních zdrojů ve vztahu k upravitelnosti a zabezpečení kvality a množství pitné vody,
- procesy probíhající v nádržích, které jsou významné z vodárenského hlediska, jejich ovlivnění hospodařením v povodí nádrže a sezónní vlivy na kvalitu surové vody,
- hospodaření a manipulace s vodou na nádržích z vodárenského hlediska, hydrodynamika nádrží,
- účinnost různých technologických procesů úpravy povrchové a podzemní vody vzhledem k jednotlivým významným typům znečištění (zákal, huminové látky, extracelulární organické látky, mikroznečištění, různé typy organismů a j.),
- moderní technologické postupy úpravy vody, jejich ověřování v laboratoři či poloprovozu a jejich význam pro praxi,
- riziková analýza systémů zásobování pitnou vodou,
- hygienické požadavky na kvalitu pitné vody, jejich plnění a vývoj do budoucna; distribuce pitné vody bez chemické dezinfekce,
- problematika pitné vody ve vztahu k aktuálnímu a budoucímu stavu legislativy,
- dobré příklady řešení praktických provozních problémů.

DŮLEŽITÉ TERMÍNY:

20. 2. 2022 – Odeslání předběžné přihlášky příspěvků do programu.
28. 2. 2022 – Autoři příspěvků obdrží pokyny pro úpravu publikací do sborníku.
18. 3. 2022 – Konečný termín pro odevzdání příspěvků do sborníku.
4. 4. 2022 – Rozesílání 2. oznámení, ve kterém obdržíte závazné přihlášky s platebními údaji, finální program konference, seznam ubytovacích zařízení a další konkrétní informace pro všechny účastníky.

15. 5. 2022 – Termín pro podání přihlášek účastníků/posluchačů konference.
23. – 26. 5. 2022 konání konference
23. 5. – večer – začátek s úvodním programovým blokem formou panelové diskuse,
24. 5. – společenský večer,
25. 5. – večer či v průběhu konference – jednání ad-hoc odborných zájmových skupin,
26. 5. – poledne – ukončení konference.

Odborný garant Ing. Pavel Dobiáš, Ph.D., ENVI-PUR, s. r. o., a W&ET Team, Č. Budějovice
předseda přípravného výboru, e-mail: dobias.pavel@envi-pur.cz
Organizační garant Petra Volavá, ENVI-PUR, s. r. o., Praha,
telefon: +420 737 240 809, e-mail: pitnavoda@envi-pur.cz

Veškeré informace naleznete na stránce konference:
<https://www.envi-pur.cz/kalendar-akci-2022-konference-pitna-voda-2022/>



**KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ**



Myšlienka, návrh, projekt

Inžinierska, projektová
a dodávateľská spoločnosť
pre oblasť
Technológií
Monitoringu, merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

energetika

životné prostredie

inžinierske siete



Voda je život, chráňme si ju



hydrotechnika

doprava

riadenie budov

Regotrans, spol. s r.o.
Pluhová 2
831 03 Bratislava

Partner Rittmeyer, AG. Baar/CH-6341

TEL/FAX:

+421-2-444 61612

+421-2-443 71766

E-mail:

office@regotrans.sk

www.regotrans.sk

