



VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

7 – 8 / 2025

odborný časopis pre vodné hospodárstvo a životné prostredie



Dunaj spája krajiny,
kultúry i históriu



ÚRAD
VEREJNÉHO
ZDRAVOTNÍCTVA
SLOVENSKEJ
REPUBLIKY

Slovenská asociácia vodárenských expertov
v spolupráci
s Úradom verejného zdravotníctva SR

pozýva
na XX. konferenciu s medzinárodnou účasťou
pod záštitou
hlavného hygienika Slovenskej republiky

PITNÁ VODA

1. OZNÁMENIE

Konferencia sa uskutoční v dňoch 30. septembra – 2. októbra 2025
v Hoteli Partizán na Táľoch

Bližšie informácie na: www.savesk.sk



Milí Čitatelia,

pri príležitosti Medzinárodného dňa Dunaja, ktorý si každoročne pripomíname 29. júna, sa aj tento rok s úctou a obdivom obraciame k tejto majestátnej rieke. Dunaj pre nás nie je len významným vodným tokom – je životodarnou tepnou strednej Európy, ktorá spája krajiny, kultúry i históriu. Pre Slovensko znamená strategický prírodný zdroj a oporu v oblasti vodného hospodárstva, ekologickej stability, dopravy aj rekreácie.

Dunaj hrá kľúčovú úlohu v ochrane vôd, v zabezpečení pitnej vody, v ekosystémových službách aj v prevencii pred extrémnymi javmi, akými sú povodne či suchá. O to významnejšia je jeho trvalá ochrana, vedecké sledovanie a udržateľné využívanie.

Význam Dunaja potvrdzujú aj rozsiahle odborné aktivity a jednou z nich je aj Spoločný výskum Dunaja. Slovensko sa aktívne zapája do tejto iniciatívy, ktorá poskytuje detailný pohľad na ekologický a chemický stav Dunaja, sledujúc jeho biodiverzitu, znečisťujúce látky aj hydromorfologické zmeny.

V tomto čísle vám preto prinášame odborný článok o vplyve septembrovej povodne na Dunaji a riadených záplavách, ktoré výrazne ovplyvnili hladiny podzemnej vody v okolí vodného diela Gabčíkovo. Výsledky výskumu dokazujú, ako citlivo reaguje podzemná voda na dynamiku povrchových tokov a aký veľký význam má integrované vodné hospodárstvo.

Zároveň sa venujeme kvantifikácii podzemného odtoku ako moderného nástroja na hodnotenie dopadov klimatickej zmeny. Táto metóda nám umožňuje lepšie predvídať a riešiť nové výzvy, ktorým vodné zdroje čelia.

Rok 2025 je aj rokom výročných míľnikov: pripomíname si 40 rokov prevádzky vodnej stavby Kráľová – dôležitého prvku regulácie vodného režimu Váhu –, ako aj 50. výročie vodnej stavby Bukovec, ktorá už polstoročie zabezpečuje stabilný prísun kvalitnej vody pre Košický región.

Na druhej strane konštatujeme v roku 2024 mimoriadne zhoršenie kvality vôd na Slovensku, ktoré si vyžaduje spoločenskú pozornosť, systémové riešenia a dôslednejšiu environmentálnu kontrolu.

Vážení čitatelia, na záver sa vám chceme úprimne poďakovať. Vážime si, že nás dlhodobo sledujete, čítate a že sa zaujímate o problematiku vodného hospodárstva – odbornú, komplexnú a takú nesmierne dôležitú pre každodenný život. Váš záujem, dôvera a podpora nám dávajú zmysel a motiváciu pokračovať v našej práci.

Veríme, že aj toto číslo vám prinesie nové poznatky a podnety na zamyslenie a posilní vo vás vedomie, že voda je hodnotou, ktorú si musíme chrániť – nielen pre nás, ale aj pre budúce generácie.

S úctou a vďakou
Redakcia Vodohospodárskeho spravodajcu

Aktuálne vydanie a archív časopisu
nájdete po naskenovaní QR kódu tu:



© Vodohospodársky spravodajca
odborný časopis pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 68

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 59 343 336, mobil: +421 918 937 650, e-mail: marian.bocak@vvb.sk

Redakčná rada: Ing. Marián Bocák, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Martina Hruzová, Ing. Michal Kirchner, PhD., Ing. Danica Lešková, PhD., Ing. Vladimír Novák, Ing. Jana Poórová, PhD.

Dátum vydania: jún 2025

Periodicita: dvojmesačník

Zodpovedný redaktor: Ing. Marián Bocák

Jazyková redaktorka: Mgr. Lucia Chynoranská

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 spracovávaní osobných údajov, poskytované podľa čl. 13 a 14 Nariadenia, nájdete na stránke www.zzv.sk

Evidenčné číslo: EV 6271/25/PT

ISSN: 0322-886X



Ilustrácia na 1. strane obálky:
Dunaj v Bratislave, autor: J. Danihel

3 Úvodník

Editorial

Redakcia

5 Význam Dunaja na Slovensku v kontexte Medzinárodného dňa Dunaja

The Significance of the Danube in Slovakia in the Context of International Danube Day

V. Novák

8 Spoločný prieskum Dunaja

Joint Danube Survey

M. Hruzová, M. Kirchner, J. Makovinská

10 Vplyv minuloročnej septembrovej záplavy a riadených záplav ľavostrannej ramennej sústavy Dunaja na vývoj hladín podzemnej vody v okolí Vodného diela Gabčíkovo

Impact of the September 2023 Flood and Managed Flooding of the Danube's Left-Side Branch System on Groundwater Level Dynamics near the Gabčíkovo Water Structure

M. Takáčová, Š. Polhorský

16 Kvantifikácia podzemného odtoku ako nástroj hodnotenia dopadov klimatickej zmeny

Quantifying Groundwater Runoff as a Tool for Assessing Climate Change Impacts

Z. Horvátová, A. Patschová, V. Chudoba

24 40 rokov od prvého napustenia VS Kráľová

40 Years Since the First Impoundment of the Kráľová Water Structure

J. Kováč, J. Kemenský

29 Vodárenská nádrž Bukovec II oslavuje

Bukovec II Water Supply Reservoir Celebrates an Anniversary

M. Bamhorová, A. Mazáč

31 Mimoriadne zhoršenia kvality vôd a mimoriadne ohrozenia kvality vôd na Slovensku v roku 2024

Critical Deterioration and Exceptional Water Quality Hazards in Slovakia in 2024

Kolektív autorov

38 Novinky v slovenských technických normách

News in Slovak technical standards

D. Borovská

Význam Dunaja na Slovensku v kontexte Medzinárodného dňa Dunaja

Ing. Vladimír Novák,
generálny riaditeľ Sekcie vôd, Ministerstvo životného prostredia SR



Pohľad na nočný Dunaj v Bratislave

ÚVOD

Dunaj je druhou najdlhšou riekou Európy a jedinečným vodným tokom, ktorý zohráva kľúčovú ekologickú, hospodársku a spoločenskú úlohu. Pramení v Čiernom lese v Nemecku a po 2 860 kilometroch sa vlieva do Čierneho mora. Je jedinou veľkou európskou riekou, ktorá preteká cez štyri hlavné mestá (Viedeň, Bratislavu, Budapešť a Belehrad) a prepojuje desať krajín. Slovensko má tú výsadu, že Dunaj preteká jeho územím na dĺžke približne 172 kilometrov a formuje nielen jeho geografiu, ale aj históriu a infraštruktúru.

Pri príležitosti Medzinárodného dňa Dunaja, ktorý sa každoročne slávi 29. júna, je na mieste pripomenúť si jeho význam, výzvy ochrany vodných zdrojov a medzinárodné iniciatívy, ktoré zabezpečujú trvalo udržateľné využívanie tohto výnimočného toku.

DUNAJ AKO VODOHOSPODÁRSKA OS SLOVENSKA

Zásobáreň vody pre milióny

Jedným z najvýznamnejších prínosov Dunaja pre Slovensko je zabezpečenie dostatku kvalitnej vody. Podzemné vody Žitného ostrova, ktoré sú vďaka svojmu rozsahu (viac než 10 miliárd m³ vody) považované za najväčšie zásoby pitnej vody v strednej Európe, sú úzko prepojené s Dunajom a závislé od jeho prietoku a kvality. Voda z Dunaja, infiltrovaná do podlažia, zabezpečuje pitnú vodu pre približne 1,5 milióna obyvateľov.

Protipovodňová ochrana

Z dôvodu častých povodní je Dunaj zároveň významnou súčasťou protipovodňovej politiky štátu. Povodne z rokov



Pohľad na ramennú sústavu Dunaja

1954, 2002 a 2013 preukázali silu rieky a potrebu efektívneho systému ochrany. Slovensko vybudovalo rozsiahle hrádzové systémy, záchytné poldre a monitoring prietokov, ktoré sú koordinované spolu s Maďarskom a Rakúskom v rámci medzinárodných dohôd. Vodné dielo Gabčíkovo, dokončené v roku

1992, má v tomto systéme stabilizačnú funkciu – reguluje hladinu, zabraňuje zamŕznaniu toku a uľahčuje lodnú dopravu.

DUNAJ AKO ZDROJ ENERGIE

Vodné dielo Gabčíkovo je nielen inžinierskym triumfom, ale aj ekologickou výzvou. Produkuje viac ako 10% celkovej elektrickej energie na Slovensku, pričom ide o čistú, obnoviteľnú energiu bez emisného zafarbenia. Inštalovaný výkon turbín dosahuje 720 MW a ročne vyrobí približne 2 000 GWh elektriny. Projekt zároveň prispieva k stabilite siete v čase energetickej neistoty a prebiehajúcej zelenej transformácie Európy.

Kritici vodného diela upozorňujú na narušenie prírodných biotopov, na zmeny hladín spodnej vody a na riziká pre niektoré druhy. Vďaka spolupráci so Slovenskou akadémiou vied, ako aj medzinárodným partnerom (vrátane ICPDR) sa však postupne zavádzajú ekologické kompenzácie a úpravy – napríklad obnovovanie ramenných systémov, záchytné oblasti pre raky a ryby či monitoring výskytu mokradných druhov.

DUNAJ AKO EKOLOGICKÝ KORIDOR

Dunaj je zároveň tzv. ekologickým koridorom, ktorý spája alpské a karpatské biotopy s panónskou nížinou a deltou Čierneho mora. Na slovenskom území sa nachádzajú mimoriadne cenné lokality ako:

- Dunajské luhy, zaradené medzi chránené územia Natura 2000,
- Ramsarské lokality (napr. mokrade v oblasti Čunova),
- Malý a Veľký Dunaj – ramená s vysokou biodiverzitou.



Sútok Dunaja a Váhu v Komárne



Ramenná sústava Dunaja, v pozadí Dunaj

Podľa ICPDR sa v povodí Dunaja nachádza približne 5 000 druhov živočíchov a 2 000 druhov vyšších rastlín. Mnohé z nich sú endemické alebo ohrozené. Slovenský segment toku je významný výskytom bobra európskeho, rybára riečneho, brehule hnedej a vzácných druhov rýb, ako je napríklad huchen (hlavátka podunajská).

KVALITA VÔD A VÝZVY

Z údajov Medzinárodnej komisie pre ochranu Dunaja (ICPDR) vyplýva, že kvalita vody v Dunaji sa v posledných dekádach výrazne zlepšila. Na Slovensku sú však stále identifikované výzvy:

- nutrienty a pesticídy z poľnohospodárstva – priesaky z poľí do spodných vôd môžu ohrozovať pitné zdroje,
- priemyselné znečistenie – najmä v blízkosti Bratislavy, Komárna a Štúrova,
- plasty a mikroplasty – nový typ znečistenia, ktorého dlhodobé dopady na faunu a zdravie ešte nie sú dostatočne preskúmané.

Z iniciatívy ICPDR sa realizujú pravidelné JDS (*Joint Danube Survey*) – najväčšie medzinárodné expedície na monitorovanie kvality vody, v ktorých participujú aj slovenskí odborníci z Výskumného ústavu vodného hospodárstva a SAV.

MEDZINÁRODNÝ DEŇ DUNAJA – VÝZNAM A AKTIVITY

Medzinárodný deň Dunaja bol ustanovený na počesť podpisu *Dohovoru o spolupráci na ochrane a udržateľnom*

využívaní Dunaja v roku 1994. Koordinátorom aktivít je ICPDR, sídliaca vo Viedni. Slovensko sa zapája prostredníctvom Ministerstva životného prostredia SR, vodohospodárskych podnikov, škôl i mimovládnych organizácií.

Každoročne sa v tento deň konajú:

- čistenia brehov Dunaja,
- vzdelávacie aktivity pre školy (napr. *Danube Art Master*),
- verejné exkurzie do vodných diel a čistiarní odpadových vôd,
- výstavy, koncerty a komunitné pikniky pri vode.

Tieto aktivity slúžia nielen na edukáciu, ale aj na budovanie pozitívneho vzťahu obyvateľov k vlastnej krajine a jej prírodným zdrojom.

ZÁVER

Dunaj je viac ako rieka – je žilou strednej Európy, ktorá prepája národy, prírodu a generácie. Slovensko zohráva v ochrane tohto bohatstva kľúčovú úlohu. Voda z Dunaja napája naše domácnosti, naše poľa i priemyselné zóny, poskytuje energiu a zároveň vytvára prostredie pre život tisícov druhov.

Zodpovednosť za Dunaj nie je len medzinárodná, ale aj osobná. V čase klimatických zmien, znižovania biodiverzity a rastúceho dopytu po vode je potrebné myslieť na Dunaj ako na krehký a vzácny dar. Medzinárodný deň Dunaja nám každý rok pripomína, že budúcnosť rieky je aj v našich rukách.

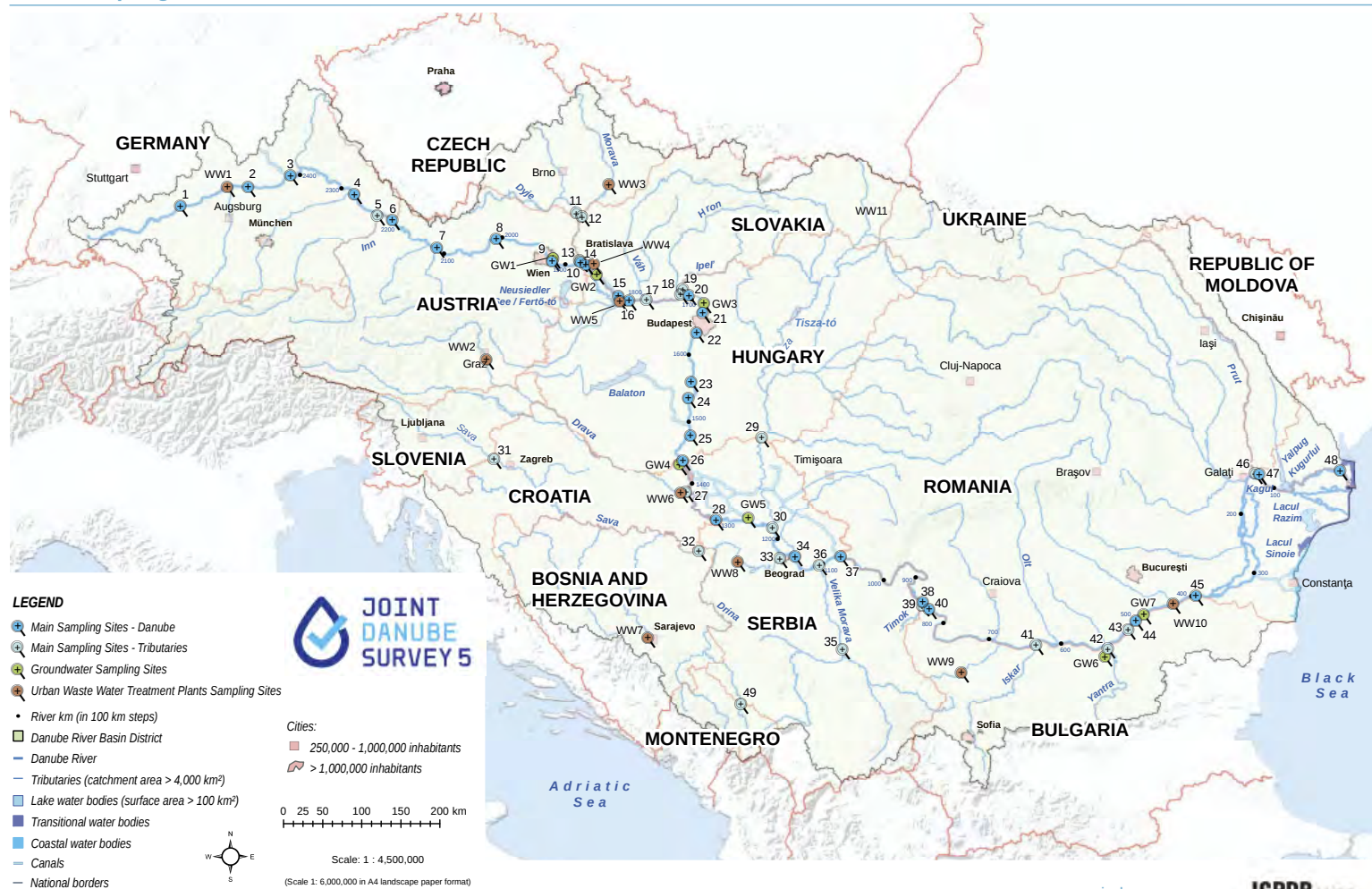
Spoločný prieskum Dunaja

Ing. Martina Hruzová, Ing. Michal Kirchner, PhD., RNDr. Jarmila Makovinská, PhD.,
Výskumný ústav vodného hospodárstva

Anotácia

Spoločný prieskum Dunaja (*Joint Danube Survey 5 – JDS5*) je najväčšou aktivitou v monitorovaní riek na svete. Jeho cieľom je poskytnúť porovnateľný a komplexný obraz o stave rieky Dunaj prostredníctvom monitorovania kvality vody, biodiverzity a miery znečistenia naprieč celým povodím Dunaja.

JDS5 Sampling Sites



This ICPDR product is based on the Joint Danube Survey (JDS5) data. National borders data was provided by the Contracting Parties to the ICPDR and CH. ESRI data was used for national borders of AL, ME, MK. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) from USGS. The rest of the background layers depicted in the legend, were taken from the ICPDR's DanubeGIS. Seamless Data Distribution System was used as topographic layer. Data from the European Commission (Joint Research Center) was used for the outer border of the DRBD of AL, IT, ME and PL.

Vienna, June 2025

Mapa vzorkovacích miest JDS5 (ICPDR)

Prvý Spoločný prieskum Dunaja sa uskutočnil v roku 2001 ako iniciatíva Medzinárodnej komisie pre ochranu rieky Dunaj (ICPDR) s cieľom zlepšiť spoľahlivosť a porovnateľnosť údajov o kvalite vody, získaných z pravidelného monitorovacieho programu (*Trans-National Monitoring Network, TNMN*). Spoločný prieskum Dunaja sa od roku 2001 uskutočňuje

každých šesť rokov. Výsledky tohto prieskumu sú podkladom pre aktivity ICPDR a krajiny v povodí Dunaja v oblasti vodnej politiky, prispievajú k zlepšeniu spoločného *Plánu manažmentu povodia Dunaja* a posilňujú spoluprácu krajín povodia Dunaja. Oficiálny začiatok JDS5 bude 1. júla 2025 vo Viedni za účasti zástupcov dunajských krajín a predstaviteľov delegácií.



Odborový tím zo Spojenej školy na Pankúchovej 6

V tomto období sa už po piatykrát spája úsilie mnohých vedcov a expertov z popredných vodohospodárskych organizácií z celého územia povodia Dunaja, ale aj z krajín mimo povodia Dunaja, ako sú Francúzsko, Grécko a Turecko. Vedecký program Spoločného prieskumu Dunaja (JDS5) je koordinovaný expertnou skupinou ICPDR Monitorovanie a hodnotenie. Na JDS5 sa podieľajú pracoviská siete laboratórií NORMAN a Spoločné výskumné centrum (*Joint Research Centre, JRC*). Desiatky odborových skupín vykonávajú odbery tisícov vzoriek z celkovo 108 odborových miest, zahŕňajúcich Dunaj a jeho hlavné prítoky, vybrané čistiare komunálnych odpadových vôd a podzemné vody. Vďaka veľkému množstvu vzoriek, zozbieraných v celom povodí rieky Dunaj, vyhodnotí JDS5 širokú škálu ukazovateľov, od chemických znečisťujúcich látok, hydrobiologických prvkov kvality až po hydromorfologické zmeny, čím zabezpečí komplexný obraz o stave rieky.

JDS5 sa zameriava na hodnotenie kvality vody, monitorovanie biologickej kvality a biodiverzity a sledovanie látok vzbudzujúcich obavy.

Na základe predchádzajúcich experimentálnych skúseností zo štvrtého Spoločného prieskumu Dunaja (JDS4) sa v rámci JDS5 bude vo veľkej miere využívať environmentálna DNA (eDNA) na zisťovanie prítomnosti druhov vo vzorkách vody, čo pomôže výskumníkom monitorovať biodiverzitu neinvazívnym spôsobom. Táto technika umožňuje identifikáciu živočíchov, rastlín a mikroorganizmov, vrátane zriedkavých a voľným okom nezachytiteľných druhov. Okrem eDNA sa na monitorovanie výskytu použijú aj klasické determinačné metódy.

JDS5 sa osobitne zameriava na znečistenie vody, bioty a odpadových vôd mikroplastami. Sledované budú aj znečisťujúce látky prenášané na mikroplastoch a suspendovaných časticiach.



Sedimentačný box na odber suspedovaných častíc a mikroplastov

Okrem stanovenia znečisťujúcich látok zo skupín prioritných látok, látok relevantných pre Dunaj a látok zo zoznamu sledovaných látok sa pokročilé skríningové techniky využijú na vyhľadávanie tisícov nových znečisťujúcich látok zo skupín pesticídov a ich rozkladných produktov, liečiv a ich metabolitov, priemyselných chemikálií, chemikálií z produktov osobnej spotreby a podobne. Zároveň budú analyzované aj fyzikálno-chemické parametre, základné znečisťujúce látky, ťažké kovy, izotopové pomery hlavných zložiek vody a prítomných nutričov, rádioaktivity, izotopy uránu a kovy vzácnych zemín. Použité budú aj metódy zamerané na účinok, ktoré poskytnú informácie o biologických účinkoch prítomných zmesí znečisťujúcich látok.

Experti a vedci Výskumného ústavu vodného hospodárstva realizujú v súlade s odsúhlaseným harmonogramom odbery a analýzy vzoriek už od apríla tohto roku v súlade so štandardnými metodikami. Posledné odbery sú plánované na október 2025. V tomto období bol zrealizovaný odber vzoriek pre analýzu mikropalstov, fyzikálno-chemických prvkov kvality, odobraté vzorky fyto-bentosu, fytoplanktónu, zooplanktónu, bola vykonaná inštalácia pasívnych vzorkovačov a zrealizovaný ichtyoprieskum.

Pod vedením Spoločného výskumného centra (JRC) bude do monitorovania kvality vody aktívne zapojená verejnosť, najmä študenti škôl, formou občianskej vedy s cieľom zvýšiť povedomie o výzvach v oblasti vodného hospodárstva a poskytnúť mladým ľuďom vedomosti a praktické skúsenosti s monitorovaním životného prostredia. Zo Slovenska sa do odberov vzoriek vody zapojili študentky druhého ročníka Spojenej školy na Pankúchovej 6 v Bratislave pod vedením svojich pedagogičiek Ing. Anny Orságovej a Mgr. Ľubice Magnusson.

Vplyv minuloročnej septembrovej záplavy a riadených záplav ľavostrannej ramennej sústavy Dunaja na vývoj hladín podzemnej vody v okolí Vodného diela Gabčíkovo

Ing. Monika Takáčová, Ing. Štefan Polhorský, PhD.,

Odbor prevádzky SVD G – N, VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, štátny podnik

Absrakt

Predmetný príspevok hovorí o vývoji hladín podzemných vôd v okolí sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros, o ich okamžitej reakcii na zvýšenie hladiny vody v koryte Dunaja počas minuloročnej záplavy a o vplyve riadených záplav ľavostrannej ramennej sústavy Dunaja na hladinový režim v okolí pravej i ľavej strany prírodného a odpadového kanála VD Gabčíkovo.

1. ÚVOD

Sústava vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros je medzinárodným vodným dielom I. kategórie, nachádzajúcim sa v rovinnej oblasti Žitného Ostrova, ktoré zo svojimi piatimi hlavnými objektami (zdrž Hrušov, stupeň Čunovo, prírodný kanál, stupeň Gabčíkovo a odpadový kanál) a objektami vodných stavieb, vybudovaných vplyvom spätného vzdutia Vodného diela Nagymaros na slovenskom území, predstavuje úsek dlhý až 190 km (obr. č. 1).

Jeho hlavnými funkciami sú: protipovodňová ochrana priľahlého územia oboch štátov, zabezpečenie medzinárodnej plavebnej cesty podľa odporúčania Dunajskej komisie, zabezpečenie prietoku do koryta Dunaja podľa dohody z aprí-

lenie Slovenska) a v neposlednom rade hospodársky rozvoj priľahlých území a turistické využitie.

Podložie záujmového územia je tvorené vysoko priepustnými náplavmi Dunajských štrkov, ktoré v Gabčíkove dosahujú mocnosť až cca 400 m. Drenážny charakter štrkov významnou mierou vplyva na okamžitú reakciu hladiny podzemnej vody v okolí celého vodného diela na výšku hladiny vody v Dunaji, na čo poukazuje náš príspevok.

2. POVODEŇ – SEPTEMBER 2024

V posledných rokoch – pozri obr. č. 2 – dochádza každých 11 rokov na Dunaji k povodni, ktorá významnou mierou ovplyvňuje hladinový režim podzemných vôd veľkej časti Žitného ostrova.

Posledná povodeň v septembri 2024 mala kulminálny prietok v Devíne 9 441 m³/s. Na obr. č. 3 je prehľadne graficky i tabelárne zachytený vývoj povodňovej vlny, prechádzajúcej úsekom Dunaja, od Devína po Štúrovo, na vodočtoch v Devíne, Gabčíkove, Medveďove, Komárne a Štúrove.

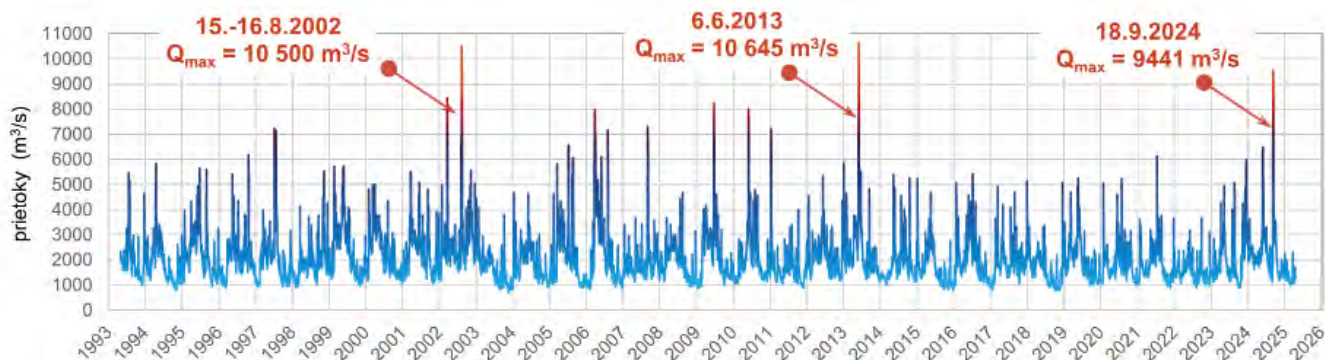
Z predmetnej tabuľky (obr. č. 3) je zrejmé, že zatiaľ čo kulminácia povodňovej vlny v Devíne bola 18.9.2024, v Komárne a Štúrove to bolo o dva dni neskôr. Kulminácie prietokov povodne predstavovali cca štvornásobok priemerných ročných prietokov Dunaja. Tieto zvýšené prietoky, samozrejme, spôsobili zvýšenie vodných stavov rieky Dunaj. I pri takto zvýšených prietokoch nedošlo k preliatiu ochranných hrádzi Dunaja na slovenskej strane.

Kolegovia z vodohospodárskych dispečingov podnikov VV, š. p., a SVP, š. p., v spolupráci so SHMÚ podrobne sledujú



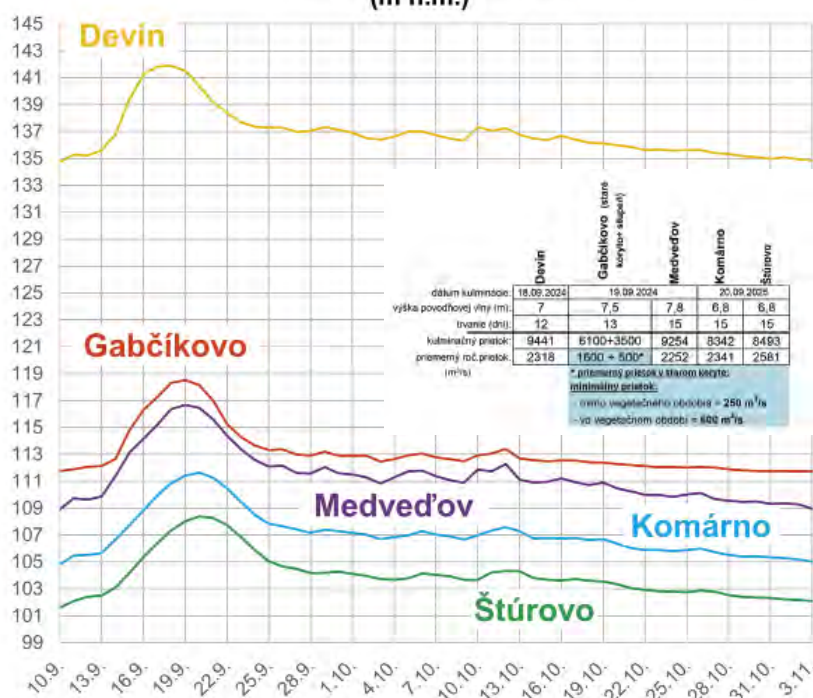
Obr. č. 1 Situácia SVD G – N

la 1995, výroba elektrickej energie na VD Gabčíkovo (vodné dielo Gabčíkovo dokáže vyrobiť ročne cca 10% elektrickej



Obr. č. 2 Časový vývoj prietokov Dunaja v Devíne v rokoch 1993 – 2025

Kulminácia povodňovej vlny v jednotlivých úsekoch Dunaja - september 2024 (m n.m.)

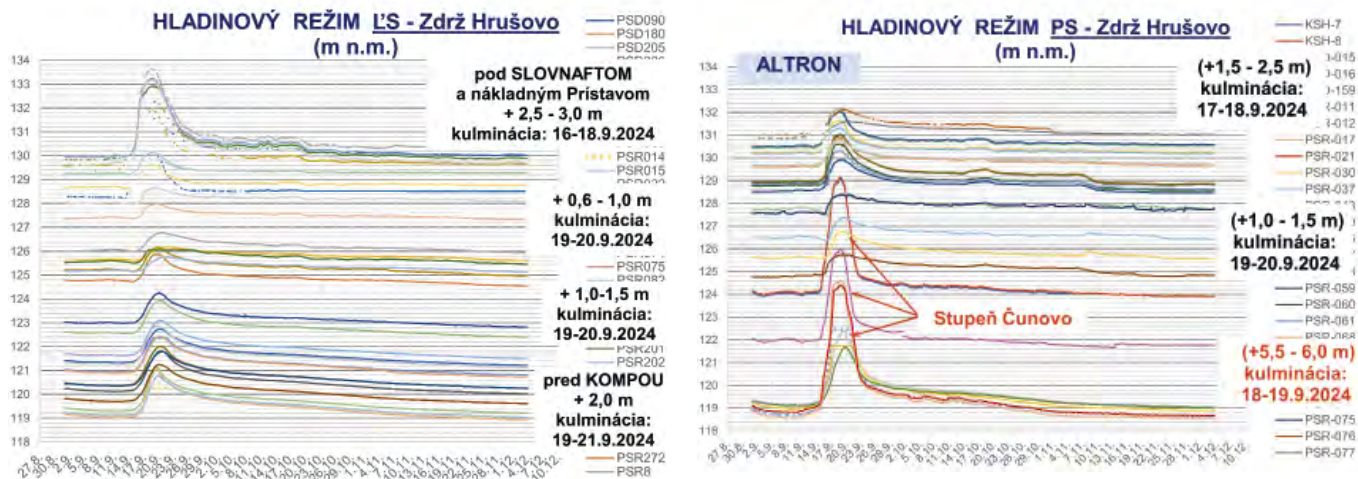


Obr. č. 3 Časový vývoj prietokov Dunaja – počas povodne v septembri 2024

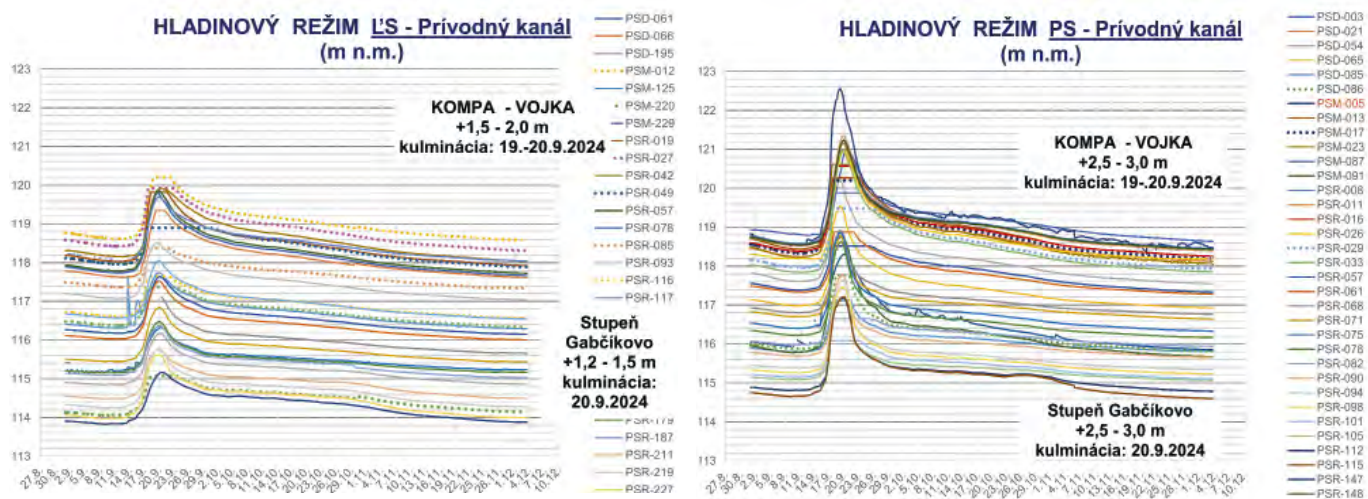
a analyzujú vývoj počasia a vodných stavov na Dunaji v Rakúsku a na rieke Morava v Čechách. Vďaka skúsenostiam vedú prispôbiť manipuláciu na VD Gabčíkovo tak, aby boli pripravení na povodňovú vlnu. Z krátkodobých predpovedí zvýšených a povodňových prietokov dokážu regulovať prítoky vody do starého koryta Dunaja na základe dohody z roku 1995.

Dvadsaťpoľová Hať v inundácii, ktorá sa nachádza na stupni Čunovo, akumuluje ako posledná významnou mierou nápor zvýšených a povodňových prietokov, a to postupným otváraním haľových pólí.

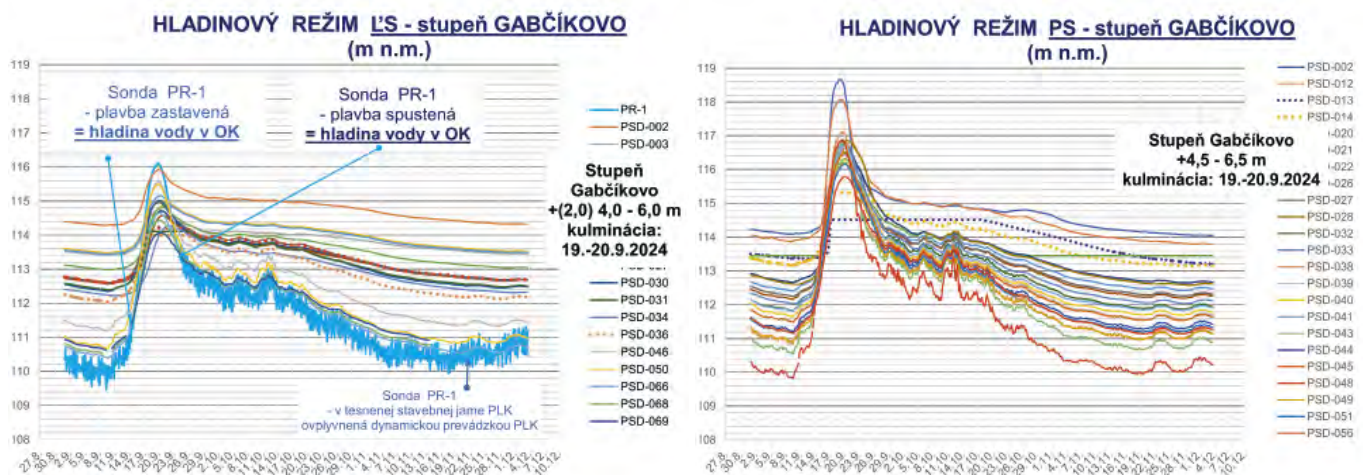
V dňoch 15.9. – 24.9.2024 bola počas povodne zastavená plavba. Vodná elektrárňa Gabčíkovo so svojimi siedmymi turbogenerátormi previedla v týchto dňoch cca 3 520 m³/s aj pri zníženom vodnom spáde, čo je pri jej priemernej ročnej spotrebe vody 1 500 m³/s viac ako dvojnásobok. Na prevedenie prietoku cez stupeň Gabčíkovo boli pripravené aj plavebné komory (v prípade výpadku VE Gabčíkovo).



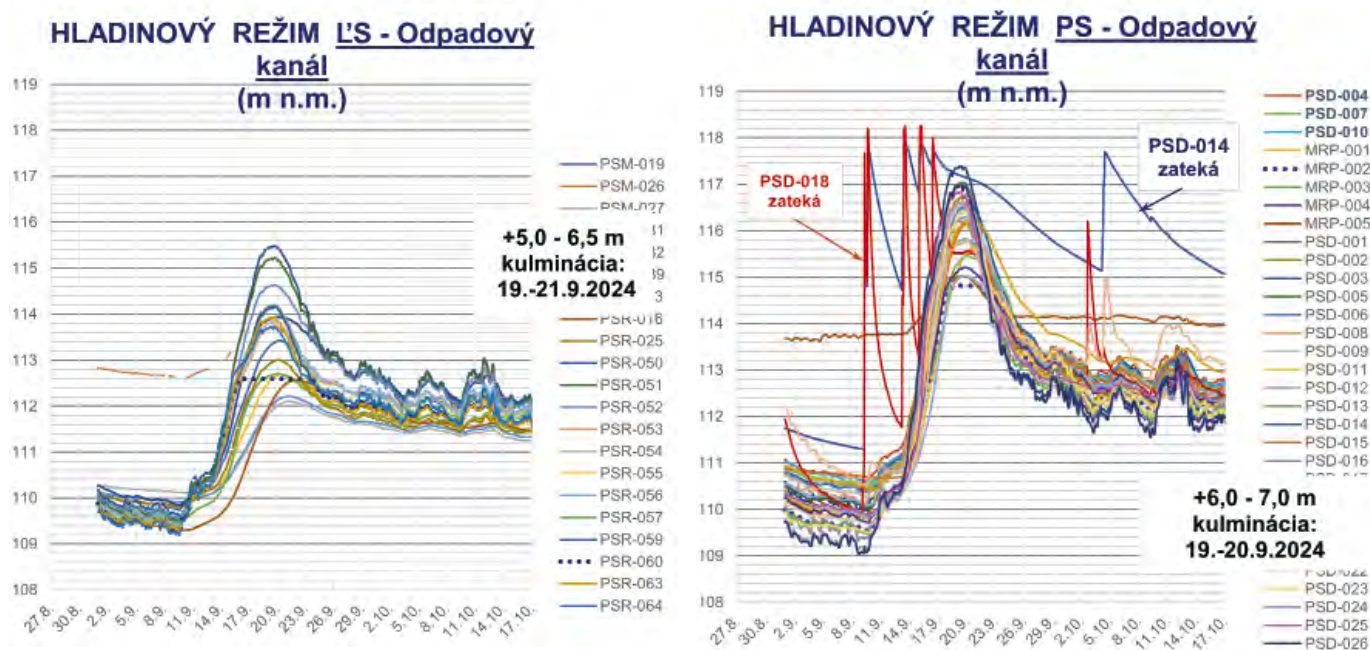
Obr. č. 4 Časový vývoj HPV v okolí Zdrže Hrušov



Obr. č. 5 Časový vývoj HPV v okolí Prívodného kanála VD Gabčíkovo



Obr. č. 6 Časový vývoj HPV v okolí Stupňa Gabčíkovo



Obr. č. 7 Časový vývoj HPV v okolí odpadového kanála VD Gabčíkovo



Obr. č. 8 Pohľad na reštauráciu Hullám Csárda v dňoch 16. a 19.9.2024

Vzhľadom na optimálnu reguláciu prerozdelenia prietokov cez VE Gabčíkovo a stupeň Čunovo do koryta Dunaja nedošlo k výpadku VE Gabčíkovo a prevedenie prietokov cez PLK ako náhradu za VE GA teda nebolo potrebné.

2.1 VÝVOJ HLADÍN PODZEMNEJ VODY V OKOLÍ HLAVNÝCH OBJEKTŮV SVD G – N

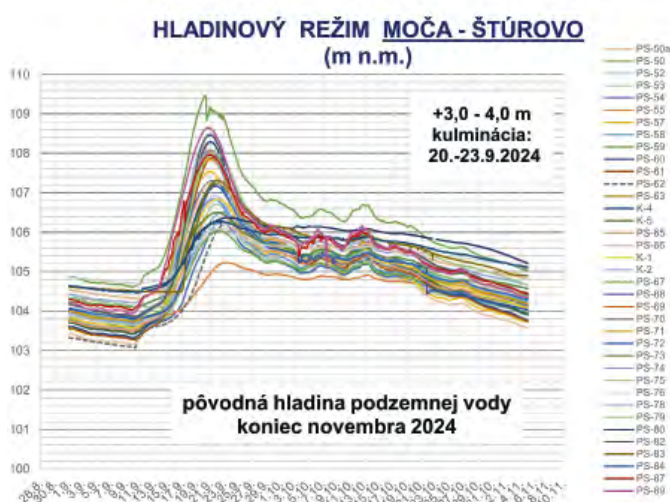
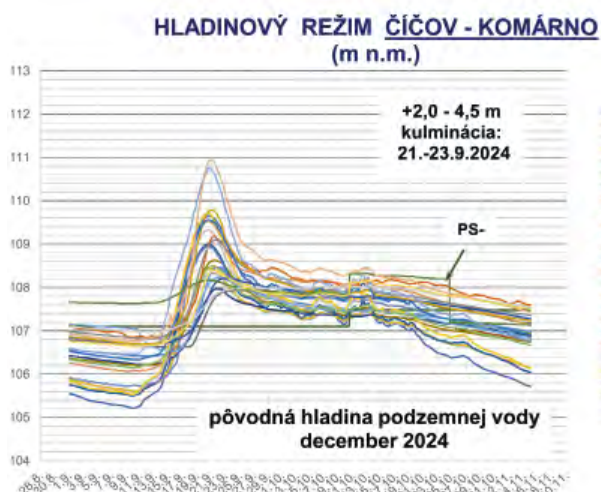
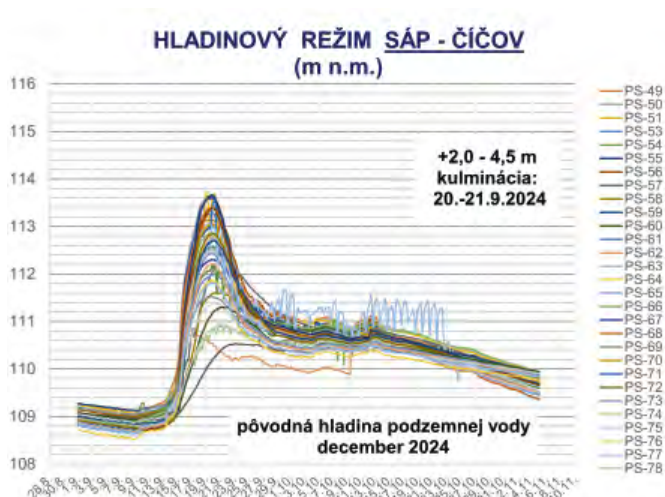
Na nasledujúcich grafoch obr. č. 4 – 7 sú zakreslené časové vývoje reakcie hladiny podzemnej vody pri náhlom vzostupe a následnom náhlom poklese hladiny vody v Dunaji v okolí jednotlivých hlavných objektov SVD G – N.

Databázy, na základe ktorých sme zaznamenali dané priebehy, sme získali z automatizovaných meraní, ktorými máme pokryté celé vodné dielo. Vo výške tisícok sond máme osadené automatizované snímače, ktoré okrem hladín meraajú aj okamžité teploty vody v sondách.

Z nižšie položených grafov je zrejmé, že kulminácia podzemných vôd v okolí jednotlivých objektov (či už na korune, v päte alebo v zázemí priľahlých území) okamžite reaguje na hladinu vody v Dunaji. Dôležitou skutočnosťou je konštatovanie, že hladiny vody, či už na ľavej alebo pravej strane Vodného diela Gabčíkovo, reagujú úplne porovnateľne.

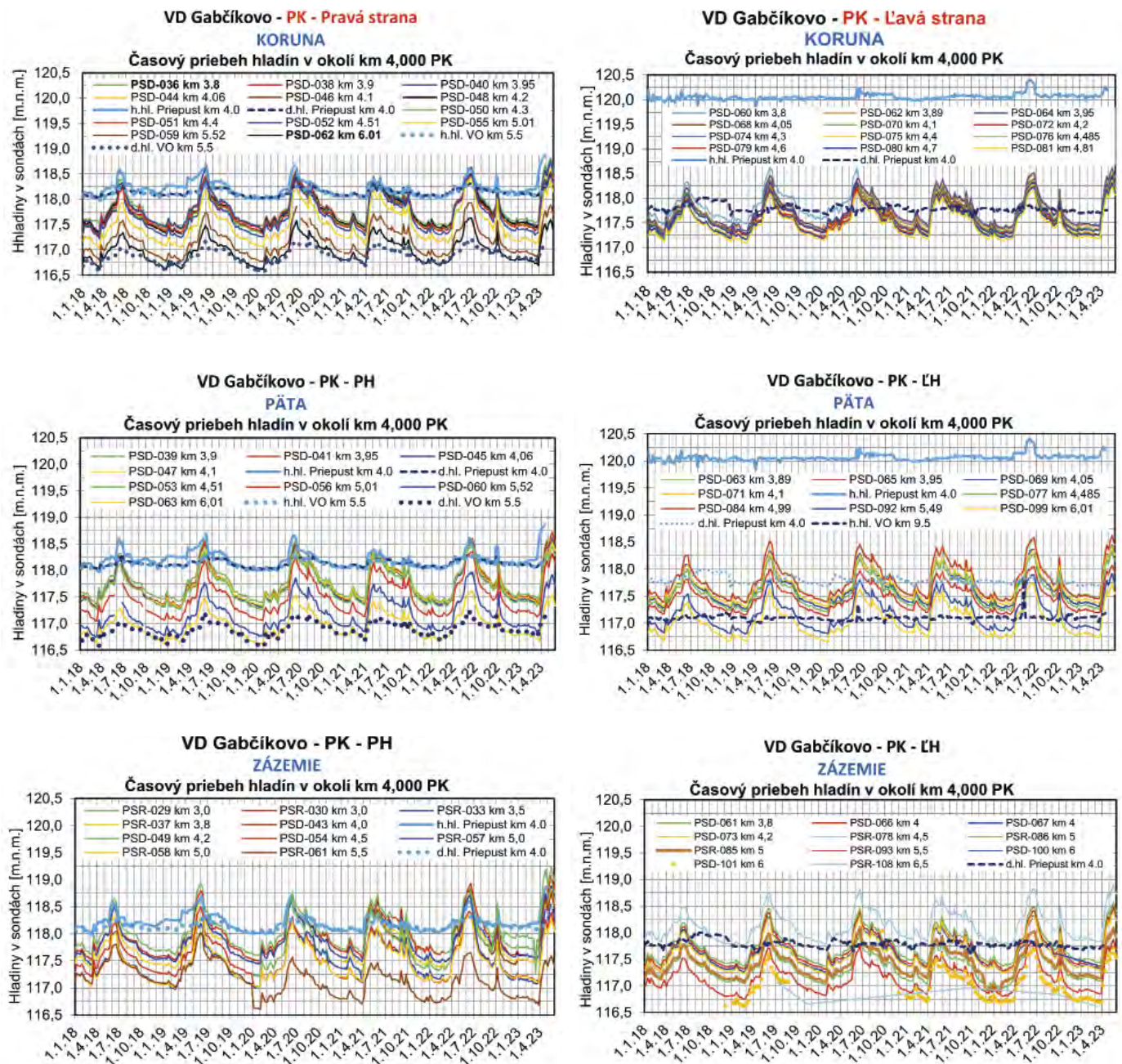
Hladina podzemnej vody vytvára súvislú hladinu, ktorá je charakteristická pre vysoko priepustné prostredie Dunajských štrkov.

Z obr. č. 4 vyplýva, že najväčší rozkyv hladín vykazujú sondy, ktoré sa nachádzajú na Stupni Čunovo. Z ich priebehov, ktorých kulminačné hodnoty hladín vykazujú značné výškové rozdiely, je zrejmé, ktoré sondy sa nachádzajú pred tesniacou podzemnou stenou a ktoré za ňou (ich rozdiel – cca 5 m poukazuje na vysokú účinnosť podzemnej tesniacej steny).



Obr. č. 9 Časový vývoj HPV v úseku Sap – Štúrovo

Zo skutočnosti, že po pravej strane Prírodného kanála a Stupňa Gabčíkovo sa nachádza ľavostranná ramenná sústava Dunaja, vyplýva aj mierne vyšší rozkyv hladín, ako je zrejmé z obr. č. 5, 6 a 7. To však neovplyvňuje ani čas, ani výšku kulminácií.



Obr. č. 10 Časový vývoj HPV v km 4,000 prírodného kanála VD Gabčíkovo

Skutočnosť, že snímače fungujú veľmi spoľahlivo a dokážu zachytiť každú zmenu hladiny, je zrejmá aj z obr. č. 7. Priebiehy hladín v sondách PSD-014 a PSD-018 vykazujú anomálne priebehy, ktoré sú spôsobené ich zatekaním počas zrážok. Podobný priebeh majú aj teploty v predmetných sondách najmä v letnom období, kedy dochádza k ich náhlym zmenám.

2.2 VÝVOJ HLADÍN PODZEMNEJ VODY V OKOLÍ OCHRANNÝCH HRÁDZÍ MALÉHO DUNAJA A VÁHU

Ochranné hrádze lemuju koryto Dunaja na celom úseku, pokračujú ochrannými hrádzami Váhu a Malého Dunaja,

Hronu a Ipľa. Aj vo väčšine sond, ktoré sa nachádzajú v ich okolí, máme automatizované snímače hladín i teploty podzemných vôd.

Na ďalšom obrázku – obr. č. 9 – pre názornosť uvádzame tri vybrané úseky priebehu hladín podzemných vôd. Tieto sú porovnateľné s časovým vývojom hladín podzemných vôd v okolí Odpadového kanála VD Gabčíkovo, t. j. opäť je nástup kulminácie okamžitý s príchodom kulminácie na toku Dunaj, no jej pokles v mesiaci október je oveľa pozvoľnejší, a preto k dosiahnutiu priemerných hladín podzemnej vody dochádza až v mesiaci december 2024, ako uvádzame na obr. č. 9.



Dotácia ramennej sústavy maximálnym prietokom 120 m³/s, 4. – 19. 3. 2024

2.3 ZÁZEMIA A INUNDÁCIE OCHRANNÝCH HRÁDZÍ DUNAJA

I keď v inundačných častiach zázemí, či už v okolí pravej strany prírodného kanála, alebo na oboch stranách odpadového kanála, boli súvislé plochy poľí a príslušných pozemkov na viacerých miestach krátkodobo pod vodou, táto voda bola nádhorne priezračná a nevykazovala žiadne zakalenia.

Jeden výver bol v pravostrannom priesakovom kanáli zdrže Hrušov (nad vzdúvacím objektom v km 7,988, ale ten bol operatívne zasnovaný (zasypáný materiálom). Na pravej strane zdrže Hrušov boli v blízkosti priesakového kanála lokálne identifikované pár-centimetrové vývery, ktoré však boli opäť číre a nevykazovali žiadny výnos materiálu.

3. RIADENÉ ZÁPLAVY ĽAVOSTRANNEJ RAMENNEJ SÚSTAVY RIEKY DUNAJ

Ľavostranná ramenná sústava Dunaja je chránenou krajinou oblasťou s bohatým rastlinstvom a živočíštvom, pretkávaná ramenami Dunaja a ich prehrádzkami.

Práve pre udržateľnosť vzácnych druhov fauny a flóry realizujú podniky VV, š. p., a SVP, š. p., na požiadavku ŠOP SR pravidelné riadené záplavy predmetnej ľavostrannej ramennej sústavy cez odberný objekt Dobrohoš v zmysle *Dočasného manipulačného poriadku – DMP* v aktuálne platnom znení (aktualizácia XII.). V súčasnosti realizujeme dve riadené

záplavy, a to jarnú a letnú. Jarná záplava je venovaná hlavne obojživelníkom, letná rybám.

Počas týchto záplav je ramenná sústava dotovaná maximálnym prietokom podľa *DMP* v aktuálne platnom znení. Na nasledujúcom obrázku uvádzame reakciu podzemných vôd v období rokov 2018 – 2020 na oboch stranách prírodného kanála vo vybranom profile km 4,000.

Z obr. č. 10 vyplýva, že realizáciou riadených záplav dochádza nielen k pravidelnému zaplavovaniu rovinného územia v tejto chránenej krajine oblasti, ale aj k dotácii podzemnej vody v okolí ako pravej, tak aj ľavej strany prírodného a odpadového kanála VD Gabčíkovo.

4. ZÁVER

Sústava Vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros má na rozdiel od údolných vodných diel svoje špecifiká, čo sa výraznou mierou prejavuje aj na priebehu povodňových vln.

Kým údolné nádrže a priehrady majú nadzemné nádrže, nachádzajúce sa nad pôvodným terénom, a ich podložie je v ich dosahu tvorené nepriepustnými zeminami alebo rôzne zvetranými skalnými horninami, SVD G – N má okrem zdrže Hrušov aj druhú niekoľkonásobne väčšiu podzemnú nádrž, ktorej hladina vytvára súvislú plochu práve vďaka obrovskej moci vysoko priepustných Dunajských štrkov. Vývoj hladín podzemnej vody bezprostredne súvisí s kolísaním hladiny vody v koryte rieky Dunaj.

Literatúra:

- [1] *Dočasný manipulačný poriadok pre SVD G-N na území SR – Aktualizácia XII.* (VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, š. p., Bratislava, január 2023)
- [2] *Priehradné staviteľstvo na Slovensku*, Bednářová a kol., 2010

- [3] *Navrhovanie a prevádzka vodných stavieb: Sypané priehrady a hrázde*, Lukáč, Bednářová, 2026
- [4] *Výpočty a monitoring sadania stavieb*, Škvarka, Hulla, 2018

Kvantifikácia podzemného odtoku ako nástroj hodnotenia dopadov klimatickej zmeny

RNDr. Zuzana Horvátová, PhD.,
RNDr. Anna Patschová, PhD.,
Mgr. Vladimír Chudoba, PhD.,
Výskumný ústav vodného hospodárstva

Anotácia

Podzemný odtok predstavuje významnú zložku hydrologickej bilancie a jeho spoľahlivé kvantifikovanie je nevyhnutné pre efektívne hospodárenie s vodnými zdrojmi, najmä v kontexte klimatickej zmeny. S cieľom identifikácie vplyvu klimatickej zmeny na podzemnú vodu sme spracovali hydrologickú bilanciu a viacerými metódami realizovali výpočet podzemného odtoku separáciou z celkového odtoku v rámci vybraných povodí Hrona (4–23), Ipľa 4–24, Slanej (4–31) a Nitry (4–21–11) za obdobie rokov 1991 – 2021.



Foto č. 1 Vodárenský zdroj Šariancová (autor: Zuzana Horvátová)

ÚVOD

Podzemná voda je najkvalitnejším a často aj najekonomickejším zdrojom pitnej vody. Jej tvorba je významnou súčasťou hydrologického cyklu v prírode, a hoci je obnoviteľným zdrojom, jej ochrana a udržateľné využívanie sú mimoriadne dôležité, najmä s ohľadom na prejavujúcu sa klimatickú zmenu a jej negatívne dôsledky. Za posledných 150 rokov je vplyv

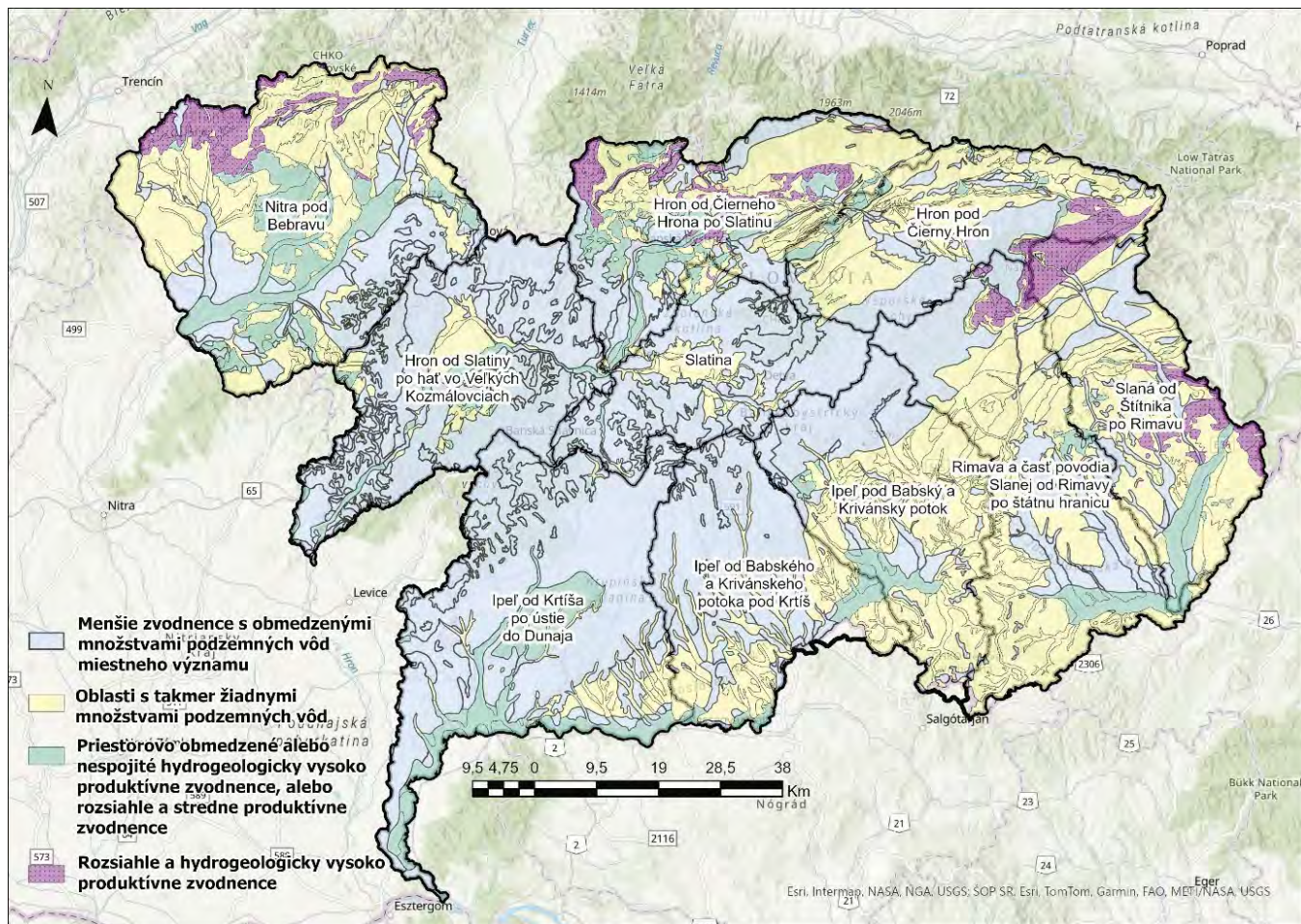
rastúcej koncentrácie skleníkových plynov na globálnu klímu nepopierateľný [6]. V tomto období sa globálny priemer teploty zvýšil o 1,1 °C (v [6] sa uvádza $+1,09\text{ °C} \pm 0,11\text{ °C}$), pričom otepľovanie akceleruje predovšetkým v posledných 30 rokoch (najmä po roku 1985). S rastúcim globálnym otepľovaním sa očakáva aj zmena globálneho kolobehu vody a nárast variability jednotlivých prvkov, napr. zintenzívnenie dažďov a sucha či častejšie sa vyskytujúce teplotné extrémny.

V rámci SR vzrástla priemerná ročná teplota vzduchu za obdobie 1881 – 2017 o 2 °C [13]. Najvýraznejší nárast teploty vzduchu bol zaznamenaný od roku 1980, resp. 1990 ([10], [17], [13], [8]). Nárast teploty v rokoch 1950 – 2020 bol dokumentovaný vo všetkých sledovaných monitorovacích staniciach na Slovensku od 1 – 2,6 °C [14], pričom najviac sa otepľuje v lete (napr. v auguste až o 2 °C) a na jar o 1,7 – 1,8 °C [2]. V štúdiách sa potvrdil stúpajúci trend výskytu teplých a tropických dní [14], teplých období [17], ako aj rastúci trend výskytu vln horúčav, vrátane zosilnenia ich intenzity. Rovnako bol dokumentovaný aj celkový pokles priemerného ročného úhrnu zrážok o 5,6% [18] s výraznou priestorovou variabilitou. Najviac klesol celkový úhrn zrážok na juhu krajiny, o viac ako 10%, naopak, na severe zrážkový úhrn vzrástol o 3% [13], [18]. Dochádza tiež k sezónnemu prerozdeleniu zrážok a vidíme trend častejšieho výskytu extrémneho denného úhrnu zrážok [13], [18]. Zvyšujúca sa teplota vzduchu má okrem iného aj dopad na vzdušnú vlhkosť. Od začiatku merania na Slovensku klesla relatívna vlhkosť vzduchu podľa SHMÚ o 5% [18]. Pokles je výrazný najmä v južných oblastiach Slovenska [10]. Na základe výstupov klimatických modelov sa očakáva, že ročný priemer teploty vzduchu by sa mal na Slovensku (a v strednej Európe) v časovom horizonte do roku 2050 zvýšiť o približne 2,0 – 2,5 °C a do roku 2100 o 3,5 – 4,0 °C, čo predstavuje prakticky presun teplotných pomerov Podunajskej nížiny na Liptov [13]. Prebieha postupná dezertifikácia na juhu krajiny, kde sa znižuje pôdna vlhkosť a zvyšuje sa evapotranspirácia [13]. Podľa [1] sa do roku 2100 počet dní bez zrážok bude zvyšovať, ale naopak, počet dní s nízkym úhrnom zrážok znižovať. Rovnako sa bude predlžovať málo zrážkové obdobie. Predpokladá sa tiež skorý nástup letného počasia s redukciou zrážok, ktoré spôsobuje extrémne agrometeorologické sucho už v máji. V letnom období je na nížinách Slovenska predpokladaný výskyt suchých období, ktoré budú prerušované krátkymi intenzívnymi dažďami, pričom je zjavný nárast početností dní

s extrémnym úhrnom zrážok nad 25 mm. Lapin a Damborská (2021) [10] predpokladajú ďalší pokles relatívnej vlhkosti vzduchu a zvyšujúcu sa evapotranspiráciu s negatívnym dopadom na hydrologickú bilanciu. Rovnako nedostatočná kumulácia snehovej pokrývky v zimnom období je jedným z prejavov zmeny klímy aj na Slovensku a prispieva k predlžovaniu obdobia s výskytom sucha. V podmienkach Slovenska sú pozorované významné zmeny v procese vytvárania a zotrvania snehovej pokrývky. Napriek tomu, že v porovnaní s minulosťou v súčasnosti padá v zime prevažne viac zrážok, teplotné podmienky spôsobujú, že v celkovom úhrne zrážok rastie podiel kvapalných a zmiešaných zrážok na úkor tuhých zrážok. Výskyt snehovej pokrývky je viac prerušovaný a menej kontinuálny. Dôsledkom je výrazne kratšie trvanie trvalej snehovej pokrývky, čo sa prejavuje vo všetkých regiónoch Slovenska. Zmena klímy spôsobuje, že v súčasnosti je dosť pravidelne prerušovaný výskyt snehovej pokrývky v hlavnej fáze zimnej sezóny a na jej začiatku a konci zimnej sezóny sa snehová pokrývka vyskytuje sporadickejšie ako v minulosti. Praktickým dôsledkom je urýchľovanie nástupu sucha na jar a jeho zvyrazňovanie v priebehu leta. To sa významne prejavuje na doplňovaní zdrojov podzemnej vody v jarnej dobe. Hoci sú zdroje podzemnej vody v porovnaní s povrchovými vodami voči klimatickej zmene menej zraniteľné, všetky tieto zmeny majú zásadný vplyv na ich tvorbu a obnovu. Výskyt sucha má za následok zníženie podzemného odtoku, pokles hladiny podzemnej vody a zníženie výdatnosti prameňov. Takéto zmeny môžu mať vážne vodohospodárske dôsledky najmä v oblastiach s nepriaznivými hydrogeologickými podmienkami, kde nie sú vhodné podmienky na akumuláciu podzemnej vody. Môže dôjsť k ohrozeniu existujúcich vodárenských zdrojov a dodávok pitnej vody alebo k poklesu poľnohospodárskej produkcie v nezavlažovaných oblastiach, k zvýšeniu nárokov na zavlažovanie, prípadne aj k zhoršeniu stavu ekosystémov, ako sú mokrade a lesy. Zmeny v hydrologickom

Tab. č. 1. Zoznam hodnotených povodí v záujmovom území

Kód povodia	Názov hodnoteného povodia	Plocha (km ²)	Zastúpené geologické jednotky
4-21-11	Nitra pod Bebravu	1865,5	Kryštalinikum a mezozoické obalové jednotky Strážovských vrchov a Tríbeča, neogén Hornonitrianskej kotliny a Podunajskej pahorkatiny, neovulkanity Vtáčnika
4-23-01	Hron pod Čierny Hron	920,6	Kryštalinikum Nízkych Tatier a Veporských vrchov, Mezozoikum Spišsko – gemerského krasu
4-23-02	Hron od Čierneho Hrona po Slatinu	1079,8	Mezozoické obalové jednotky Starohorských vrchov, Kryštalinikum Nízkych Tatier a Veporských vrchov, neovulkanické horniny Kremnických vrchov, neogén Zvolenskej kotliny
4-23-03	Slatina	795	Neogénne vulkanity Poľany, Javoria a neogén Zvolenskej kotliny
4-23-04	Hron od Slatiny po hŕbo vo Veľkých Kozmálovciach	1224,7	Neogénne vulkanity Kremnických vrchov, Vtáčnika, Štiavnických vrchov, neogén Žiarskej kotliny
4-24-01	Ipeľ pod Babský a Krivánsky potok	1042,7	Kryštalinikum Stolických vrchov, Revúckej vrchoviny, neogén Juhoslovenskej kotliny a Cerovej vrchoviny, vulkanity Cerovej vrchoviny
4-24-02	Ipeľ od Babského a Krivánskeho potoka pod Krtíš	999,4	Neovulkanické horniny Krupinskej planiny a Ostrôžok, neogén Juhoslovenskej kotliny
4-24-03	Ipeľ od Krtíša po ústie do Dunaja	1636,5	Neovulkanické horniny Krupinskej planiny a Štiavnických vrchov, neogén Juhoslovenskej kotliny a Podunajskej pahorkatiny
4-31-02	Slaná od Štítnika po Rimavu	995,6	Kryštalinikum Veporských vrchov, mezozoické horniny Spišsko – gemerského krasu a Slovenského krasu, neogénne horniny Juhoslovenskej kotliny a Bodvianskej pahorkatiny
4-31-03	Rimava a Časť povodia Slanej od Rimavy po štátnu hranicu	1387,1	Kryštalinikum Stolických a Veporských vrchov, neogén Juhoslovenskej kotliny



Obr. č. 1 Hydrogeologické pomery záujmového územia (spracované podľa Hydrogeologickej mapy SR 1 : 200 000, dostupnej na: <https://app.geology.sk/hydrogeol/>) [19]

režime a odtokových procesoch, ktoré sú dôsledkom klimatickej zmeny a zmien v krajinnom využívaní, predstavujú veľký zdroj neistoty v oblasti hospodárenia s vodou.

Separácia podzemného odtoku z celkového odtoku a hydrologická bilancia boli spracované v rámci vybraných povodí Hrona (4–23), Ipeľa 4–24, Slanej (4–31) a Nitry (4–21–11) (Tab. č.1).

Hodnotené záujmové územie je z hydrogeologického hľadiska prevažne bez významnejších zvodnencov alebo s menšími zvodnencami lokálneho významu, ktoré sú citlivé vo vzťahu ku klimatickým podmienkam a veľmi citlivo reagujú na ich zmenu. Preto je vodohospodárske využitie v tomto území orientované len na lokálne zdroje podzemných vôd, ojedinele i na menšie regionálne zdroje. Len v severnej časti záujmového územia (Veľká Fatra, Starohorské vrchy, Horehronské podolie, Spišsko – gemerský kras,...) sa nachádzajú vodárenské zdroje situované aj v územiach, v ktorých sa vyskytujú aj vysoko a stredne produktívne zvodnence (vápence, dolomity, zlepenice), avšak tie sú prevažne priestorovo obmedzené alebo nespojité. Ojedinele sa vyskytujú oblasti s rozsiahlymi a vysoko produktívnymi zvodnencami, tvorenými vápencami a dolomitmi spodného a stredného triasu (obr. č. 1).

K akýmkoľvek hodnoteniam, či už klimatického/meteorologického alebo hydrologického a hydrogeologického

sucha sú nevyhnutné údaje zo systematického dlhodobého merania klimatických a hydrologických parametrov. Zdrojom údajov boli výsledky monitorovania v objektoch klimatickej a hydrologickej pozorovacej siete SHMÚ, reprezentujúce hodnotené územie. Základnými vstupnými údajmi pri riešení úlohy boli denné úhrny zrážok na staniciach, priemerné denné prietoky vo vodomerných staniciach/profiloch, týždenné alebo denné údaje o priemernej mesačnej úrovni hladiny podzemnej vody v pozorovacích objektoch sledujúcich režim podzemnej vody a týždenné alebo denné údaje o výdatnosti pozorovaných prameňov za obdobie 1991 – 2021. Vzhľadom na osobitný význam podzemnej vody ako zdroja pitnej vody s jeho prioritným vodárenským využitím je otázka kvantifikácie poklesu zdrojov podzemnej vody v súčasnosti veľmi dôležitá pre prípravu koncepcie a plánovania vodárenského využitia. Hodnotenie možných vplyvov klimatickej zmeny na podzemnú vodu sa opiera o hodnotenie zmeny hladinového režimu podzemnej vody a výdatnosti prameňov, pričom tieto priamo odrážajú zmeny teplotných a zrážkových pomerov, ktoré majú priamy dopad na tvorbu podzemnej vody. Významným ukazovateľom sucha v podzemnej vode je podzemný (základný) odtok. **Podzemný (základný) odtok** predstavuje časť celkového odtoku z predmetného územia, prínáležiaceho k určitému vodomernému, resp. bilančnému profilu

na povrchovom toku, ktorá je tvorená dotáciou z podzemnej vody v území a tvorí časť zdrojov podzemnej vody hlbšieho kolobehu v zóne nasýtenia, ktoré sa pohybujú vplyvom gravitácie. Stanovenie hodnoty podzemného odtoku je dôležitým parametrom pri návrhu využiteľného množstva podzemnej vody. Keďže nie je možné priame meranie podzemného odtoku, stanovenie prebieha len s využitím nepriamych metód (s výnimkou štruktúr odvodňovaných len prameňmi). Na určenie veľkosti podzemného odtoku sa využíva celý rad rôznych metód – bilančné, štatistické, separačné a v poslednej dobe najmä aj hydrologické modely. O veľkosti podzemného odtoku rozhodujú štyri hlavné faktory: geologicko-štruktúrne pomery, hydrogeologické pomery, geograficko-morfologické pomery a klimatické pomery. Najvýznamnejší priamy vplyv na podzemný odtok (najmä v horských oblastiach) má okrem zrážkového úhrnu aj nadmorská výška. Hoci je možné veľkosť podzemného odtoku stanoviť rôznymi spôsobmi, veľmi dôležité a efektívne je ich bilančné verifikovanie pomocou hydrologickej bilančnej rovnice pre konkrétne povodia, kde rozdiel spadnutých zrážok a úhrnného výparu z povodia v hydrogeologicky uzavretom území (v povodí) určí odtok, ktorý pozostáva z povrchového a podzemného odtoku (zjednodušený tvar bilančnej rovnice). Preto je základnou podmienkou overenia hodnôt podzemného odtoku ich začlenenie do hydrologickej bilancie povodia. **Priemerný špecifický podzemný (základný) odtok** určuje veľkosť podzemného odtoku na jednotku plochy. Z hľadiska geologického prostredia je vysoký podzemný odtok (viac ako $10 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) viazaný na územia budované kolektormi, tvorenými vysoko priepustnými horninami (krasové vápence a dolomity), a naopak, veľmi nízky špecifický odtok je v územiach budovaných kryštalinikom (kryštalické bridlice $1 - 2 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) a neogénymi ílovitými a slieňitými sedimentmi ($1 - 3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) alebo vo flyšovom pásme ($2 - 3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) [9]. Vzhľadom na geologickú a geomorfologickú pestrosť hodnoteného územia budú aj hodnoty podzemného odtoku vykazovať vysokú variabilitu, a preto boli stanovené pre vybrané modelové povodia. Základným predpokladom tvorby podzemného odtoku sú efektívne (neodparené) zrážky, ktoré sú schopné infiltrácie do pôdy a horninového prostredia, a môžu tak dopĺňať množstvo podzemnej vody, respektíve tvoriť povrchový odtok. Pri stanovení podzemného odtoku a kvantifikácii využiteľných množstiev podzemnej vody je dôležité zistenie pomeru využitia efektívnych zrážok na povrchovom alebo podzemnom odtoku, ako aj určenie podielu podzemného odtoku na celkovom odtoku z povodia [15] a [11]. **Metóda hydrologickej bilancie** umožňuje určiť zdroje podzemnej vody (statické aj dynamické) a stanoviť využiteľné množstvo podzemnej vody. Podzemná voda, ktorej časť možno vodohospodársky využívať (využiteľné množstvo), je zapojená do kolobehu vody v prírode, ktorý je vyjadrený hydrologickou bilanciou územia. Túto metódu je vhodné použiť najmä v oblastiach, kde je podstatná časť zdrojov podzemnej vody tvorená zrážkami. Úlohou vodnej bilancie je v rámci hydrologického cyklu v súvislosti s dynamikou zmien zásob vody v atmosfére a na povrchu v povodí stanoviť zmeny podielu podzemnej vody v danom území (regióne) aj z hľadiska zmeny v čase [12]. Odtok z povodia je závislý hlavne na množstve zrážok. Okrem toho naň majú vplyv aj ďalšie parametre, ako

je geologická stavba, geomorfologické pomery, hydrologické pomery (tvar povodia, hustota riečnej siete) a vegetačný pokryv či využitie krajiny. Tieto sú často závislé na intenzite zrážok a nasýtení prostredia. Geologická stavba sa výraznejšie prejavuje najmä vtedy, ak intenzita zrážok nie je veľká a povrchový odtok nezastiera retenčné schopnosti horninového prostredia. Celkový odtok z povodia je tvorený povrchovým odtokom (O_{PV}) a podzemným odtokom (O_{PZV}). Podiel časti, tvoriaci podzemný odtok z celkového odtoku, ako aj množstvo efektívnych zrážok (neodparených zrážok, podieľajúcich sa na odtoku), ktoré sa podieľajú na tvorbe podzemného odtoku, sú premenlivé. Použitie hydrologickej bilancie musí vychádzať z dlhšieho časového obdobia. Pre náš účel sme vzhľadom na dostatočne dlhý rad údajov (30 rokov) použili základnú bilančnú rovnicu (1):

$$Z - V = O \quad (1)$$

Z = zrážky, množstvo vody, ktoré spadne na povodie vo forme dažďa alebo snehu, merané v milimetroch za rok (mm.rok^{-1}) alebo v litroch na meter štvorcový za deň ($\text{l.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$);

E = výpar/evapotranspirácia, množstvo vody, ktoré sa vyparí z povodia, merané v rovnakých jednotkách ako zrážky;

O = celkový odtok (základný odtok) množstvo vody, ktoré odtieká z povodia, zvyčajne merané v kubických metroch za sekundu ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) alebo litroch za sekundu (l.s^{-1}).

Nakoľko sme pre výpočet využili vypočítané hodnoty efektívnych zrážok a aktuálneho výparu, výsledná hodnota odtoku reprezentuje podzemný odtok. Použitú bilančnú rovnicu uvádza vzťah (2):

$$Z_{\text{efektívne}} - V_{\text{aktuálny}} = O_{PZV} \quad (2)$$

Na výpočet boli použité priemerné ročné úhrny zrážok pre vybrané reprezentatívne povodia z prislúchajúcich zrážkomerných staníc SHMÚ za obdobie rokov 1991 – 2021, priemerné ročné hodnoty aktuálnej evapotranspirácie podľa Budyka (mm) a Penman – Monteitha (mm) v normálovom období 1991 – 2020 pre prislúchajúce klimatické stanice SHMÚ vo vybraných reprezentatívnych povodiach. V prípade väčších povodí, ak bolo k dispozícii viac klimatických staníc, sme vypočítali priemer z priemerných ročných hodnôt aktuálnej evapotranspirácie zo všetkých. Najčastejšie sa podzemný odtok uvádza ako špecifický podzemný odtok a udáva v litroch za sekundu na kilometer štvorcový ($\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$). Na výpočet špecifického odtoku sme použili vzťah (3):

$$q = Q / A \quad (3)$$

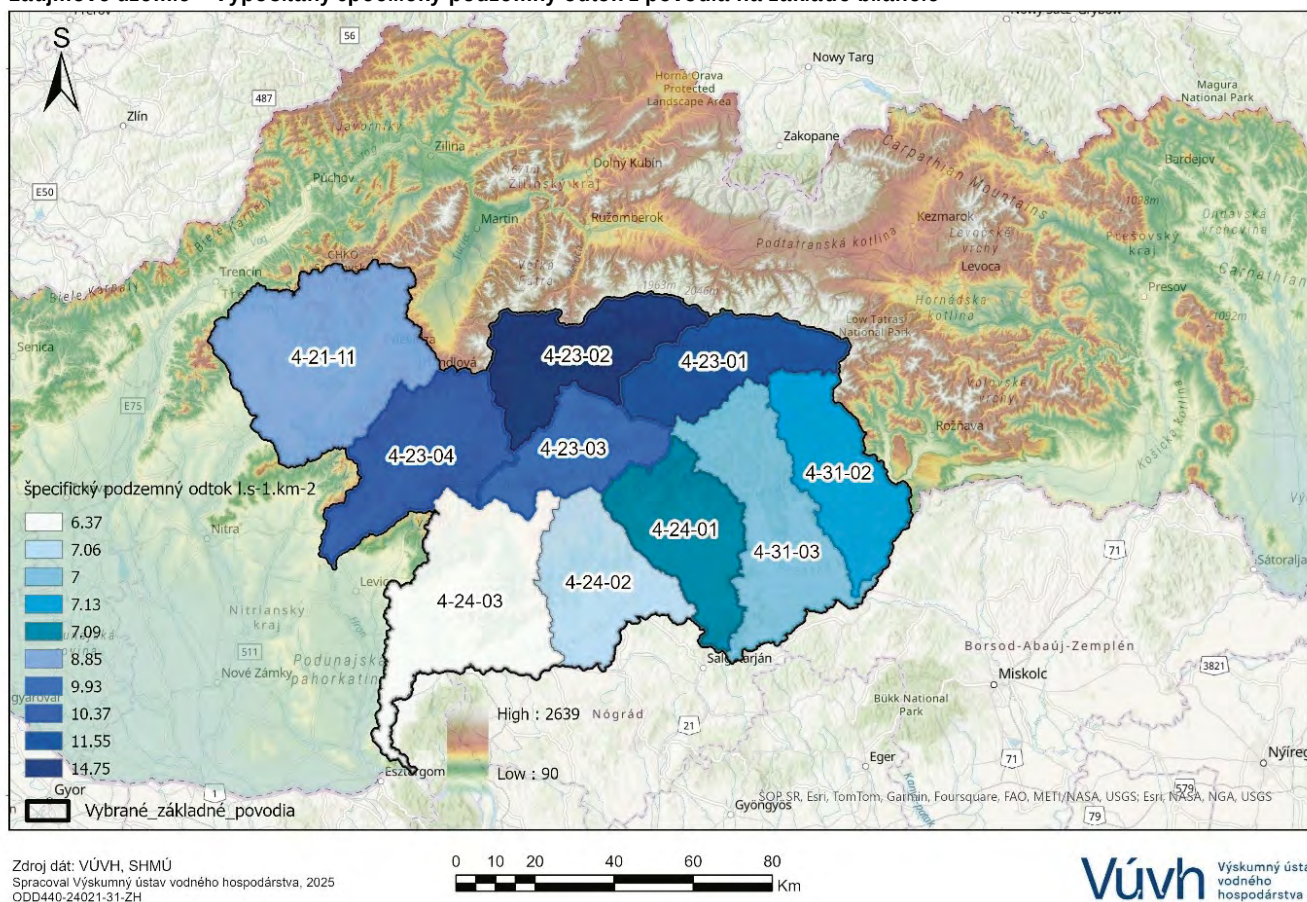
kde: q – je špecifický odtok ($\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$),

Q – je celkový odtok ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$),

A – je plocha povodia (km^2).

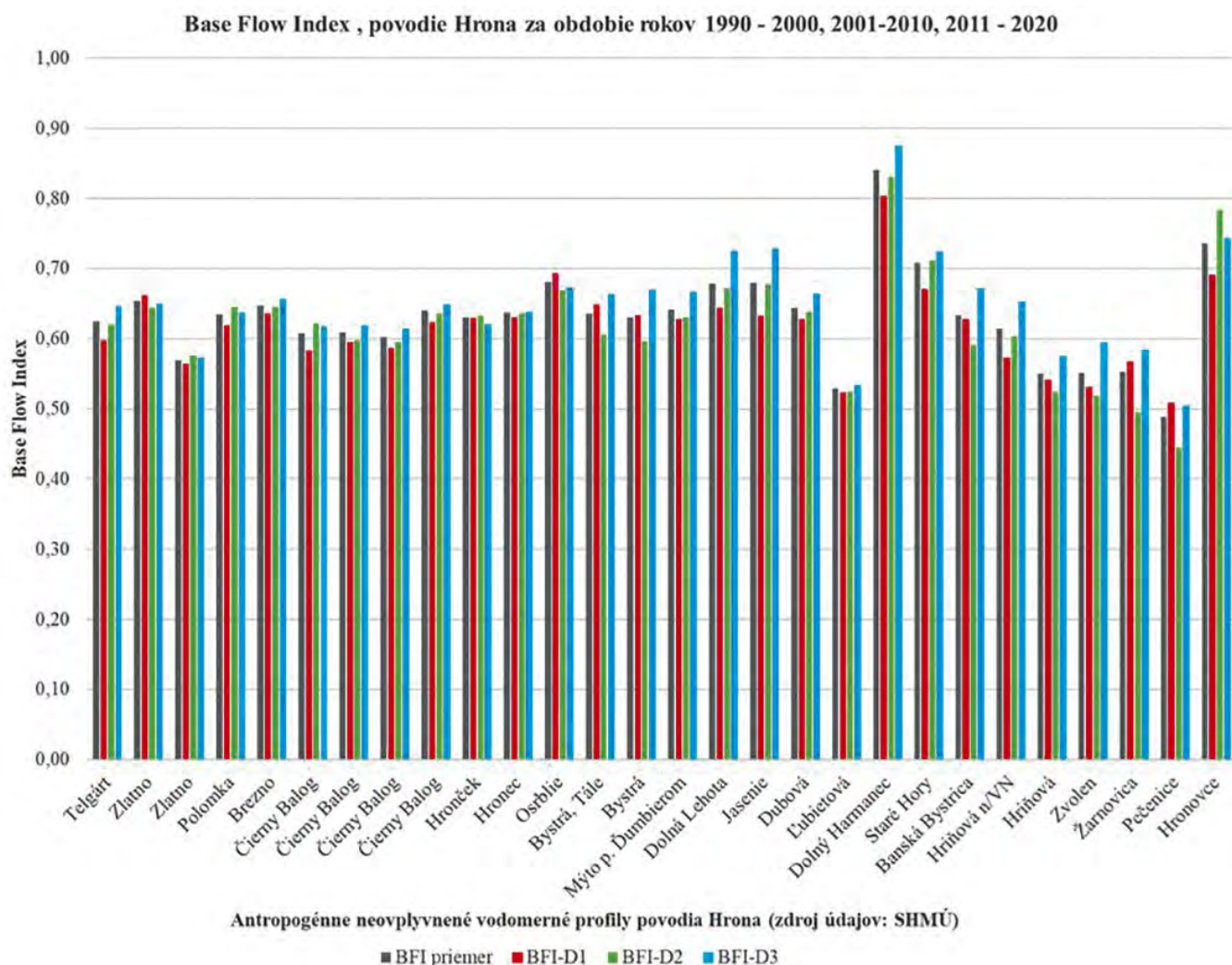
Takto vypočítané hodnoty špecifického podzemného odtoku pre vybrané povodia predstavujú dlhodobu priemernú hodnotu špecifického podzemného odtoku. Nepredstavujú *worst-case* scenár. S cieľom kvantifikovania podielu podzemného odtoku na celkovom odtoku, ako aj zvýšenia spoľahlivosti výsledkov a získania *worst-case* hodnôt podzemného odtoku sme na stanovenie podzemného odtoku okrem bilančnej metódy využili aj ďalšie metódy – metódu Killeho a metódu BFI (*Base Flow Index*). **Killeho metóda** [7] je štandardná a najčastejšie používaná metóda stanovenia

Záujmové územie – Vypočítaný špecifický podzemný odtok z povodia na základe bilancie

Obr. č. 2 Špecifický podzemný odtok vo vybraných základných povodiach záujmového územia (l.s⁻¹.km⁻²)

podzemného odtoku s využitím minimálnych mesačných prietokov. Vychádza z predpokladu, že v čase výskytu najnižších prietokov v toku je tento prietok tvorený prevažne podzemným odtokom. Z údajov o priemerných denných prietokoch sa pre jednotlivé mesiace vyberie najnižšia hodnota priemerného denného prietoku a tieto hodnoty minimálneho mesačného prietoku sa zoradia vzostupne a vynesú v semilogaritmickú mierku. Výsledná krivka sa nazýva čiara prekročenia minimálnych mesačných prietokov. Množina bodov, ktorá je tvorená priamou časťou krivky, je považovaná za čiaru oddeľujúcu podzemný odtok. Ak túto priamku preniesieme do lineárneho zobrazenia, vznikne exponenciála, ktorá vymedzuje spolu s osami celkové množstvo odtčenej podzemnej vody. Z tejto hodnoty môžeme získať priemerný podzemný odtok za hodnotené obdobie. Hodnotené obdobie by malo byť minimálne 10 rokov, optimálne 30. Na výpočet sme použili modul Kille 3.1 [4]. **Metóda BFI** [5] je metóda na výpočet podzemného odtoku, založená na kombinácii analýzy lokálnych miním a čiar vyprázdňovania. Index BFI určuje pomer objemu podzemného odtoku a celkového odtoku. Vyjadruje vplyv geologických pomerov v príslušnom povodí a jeho hodnota je pre každé povodie charakteristická. Na výpočet podzemného odtoku sme použili modul BFI+ 3.0 HydroOffice [3] pre vybrané antropogénne neovplyvnené povodia. Použitím tohto modulu bol pre jednotlivé povodia stanovený na základe hodnôt priemerného ročného podzemného odtoku Q_{pd}

(m³.s⁻¹) a hodnôt priemerného ročného celkového odtoku Q_c (m³.s⁻¹) aj index základného odtoku – BFI index, ktorý predstavuje mieru zastúpenia podzemnej zložky odtoku na celkovom odtoku z povodia v %. Výsledky hodnôt podzemného odtoku a podielu podzemného odtoku na celkovom odtoku, vypočítané jednotlivými metódami Kille 3.1 – lineárny, Kille – exponenciálny a BFI+ 3.0 v rámci hodnotených povodí, boli následne porovnané. Pre možné identifikovanie dopadov klimatickej zmeny, s cieľom zabezpečiť čo najvyššiu spoľahlivosť výsledkov stanovenia ovplyvnenia využiteľných množstiev podzemnej vody klimatickými zmenami, bola ako najspoľahlivejšia hodnota vybratá najnižšia hodnota vypočítaného podzemného odtoku, a to vypočítaná metódou Kille lineárny, ktorá najviac zodpovedá aj hodnote minimálneho podzemného odtoku, ktorý je zabezpečený viac ako 300 dní v roku. Zmena zdrojov podzemnej vody bola vyhodnotená na základe hydrologickej bilančnej rovnice pre hodnotené povodia. Podzemný odtok je priamym ukazovateľom množstva zdrojov podzemnej vody a využiteľných zdrojov podzemnej vody (teda takých, ktoré zabezpečia aj ekologickú funkciu v povodí). Vypočítaný podzemný odtok v rámci povodí kolíše od 7,1 – 16,51 m³.s⁻¹. Z hľadiska porovnania množstva zdrojov podzemnej vody v povodí je však lepším ukazovateľom hodnota špecifického podzemného odtoku. Tieto výsledky ukazujú, že odtok podzemnej vody v hodnotenom území je výrazne rozdelený, v severnej časti dosahuje špecifický podzemný odtok



Obr. č. 3 Priemerný Base flow index, vypočítaný pre jednotlivé vodomerné stanice SHMÚ v povodí rieky Hron, a priemerný Base flow index pre dekady 1990 – 2000, 2001 – 2010, 2011 – 2020)

10 – 15 l.s⁻¹.km⁻², v južnej časti je výrazne nižší, pohybuje sa len od 6 – 7 l.s⁻¹.km⁻² (obr. č. 2).

Štatistickým spracovaním údajov denných prietokov v povrchových tokoch za obdobie 1991 – 2021 v hodnotených vybraných antropogénne neovplyvnených vodomerných staniach/profiloch SHMÚ v povodí sme stanovili hodnoty celkového maximálneho, priemerného a minimálneho odtoku (m³.s⁻¹). Z minimálnych prietokov sme tromi metódami (Kille lineárny, Kille exponenciálny a BFI (Obr.3)) vypočítali hodnoty podzemného odtoku v m³.s⁻¹ pre vodomerné profily v hodnotenom území a stanovili % podiel podzemného odtoku na celkovom odtoku (tab. č. 2). Stanovený podiel podzemného odtoku na celkovom odtoku je vysoký a na celom území predstavuje prakticky viac ako 50%, čo poukazuje na dobré doplňovanie zdrojov podzemných vôd.

Najvyšší podzemný odtok, až 80%, sa nachádza v horských oblastiach Veľkej Fatry a Kremnických vrchov, Starohorských vrchov a Nízkych Tatier, v severozápadnej a severovýchodnej časti hodnoteného územia, budovaných krasovými vápencami a dolomitmi fatrika a hronika. Táto oblasť je aj najpriaznivejšia z hľadiska vodohospodárskeho využitia zdrojov

podzemnej vody. V povodí Nitry v hodnotenom území predstavuje podzemný odtok 47% – 70% celkového odtoku, v povodí Hrona tento podiel dosahuje 48% – 80%, v povodí Ipľa 50% – 69% a v povodí Slanej 56% – 67%.

Pre účel identifikovania vodohospodársky deficitných, alebo naopak, perspektívnych oblastí, boli hodnoty podzemného odtoku prepočítané na špecifický podzemný odtok v l.s⁻¹.km⁻². Špecifický podzemný odtok v hodnotenom území vykazuje vysokú variabilitu v nadväznosti na pestrosť geomorfologických, geologických, hydrologických a klimatických pomerov. Pre výpočet podzemného odtoku je najkonzervatívnejšou metódou metóda Kille (lineárny), vo všeobecnosti sú hodnoty podzemného odtoku a špecifického podzemného odtoku s touto metódou najnižšie (tab. č. 2, obr. č. 4). Naopak, najvyššie hodnoty podzemného odtoku a špecifického podzemného odtoku boli stanovené metódou Baseflow (tab. č. 2). Najvyšší špecifický podzemný odtok je stanovený v povodí Hrona 0,5 – 18,8 l.s⁻¹.km⁻², v povodí Nitry dosahuje 0,7 – 8,1 l.s⁻¹.km⁻². Nižšie hodnoty dosahuje špecifický podzemný odtok v povodí Ipľa 0,7 – 2 l.s⁻¹.km⁻² a najnižší je v povodí Slanej 1,2 – 7,1 l.s⁻¹.km⁻².

Tab. Č. 2 Vypočítané hodnoty podzemného odtoku v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pre vodomerné profily v hodnotenom území a stanovený % podiel podzemného odtoku na celkovom odtoku; vypočítané hodnoty špecifického podzemného odtoku ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$) z prietokov za obdobie rokov 1991 – 2021 na príklade z povodia Nitra a Slanej

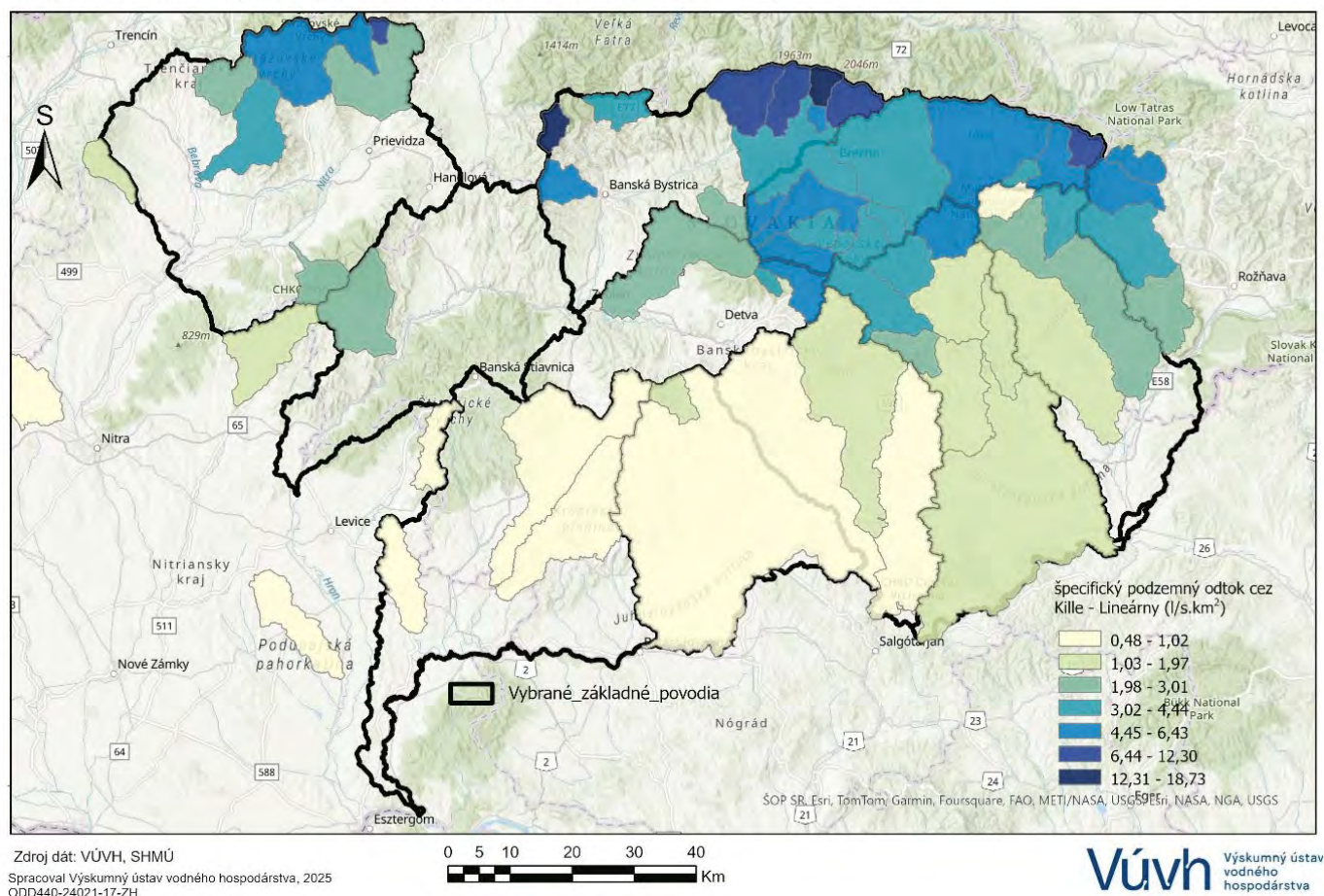
Povodie	Názov	baseflow m^3/s	Kille - Lin m^3/s	Kille - Exp m^3/s	priemerný BFI	špecifický podzemný odtok $[\text{l}/\text{s} \cdot \text{km}^2]$ (baseflow)	špecifický podzemný odtok $[\text{l}/\text{s} \cdot \text{km}^2]$ (kille lin)	špecifický podzemný odtok $[\text{l}/\text{s} \cdot \text{km}^2]$ (kille exp)
Slaná	7658 - Vyšná Slaná tok: Slaná	0,433	0,428	0,488	0,628	6,327	6,246	7,122
	7660 - Dobšiná tok: Dobšinský potok	0,226	0,225	0,243	0,656	6,293	6,271	6,773
	7730 - Štítnik tok: Štítnik	0,517	0,475	0,539	0,661	3,986	3,664	4,157
	7740 - Plešivec tok: Štítnik	0,757	0,716	0,766	0,669	3,428	3,244	3,468
	7800 - Bretka tok: Muráň	1,216	1,165	1,370	0,621	3,095	2,965	3,489
	7762 - Muráň tok: Hrdzavý potok	0,039	0,038	0,048	0,613	1,008	0,966	1,234
	7782 - Revúca tok: Zdychava	0,253	0,235	0,297	0,597	4,373	4,052	5,135
	7810 - Behynce tok: Turiec	0,382	0,366	0,444	0,557	1,267	1,215	1,471
	7830 - Tisovec tok: Rimava	0,355	0,364	0,408	0,616	4,920	5,037	5,653
	7845 - Hnúšťa Likier tok: Rimava	1,043	0,869	1,002	0,669	3,799	3,165	3,652
	7864 - Rimavská Sobota - Sobôtka tok: Rimava	1,737	1,535	1,756	0,643	3,076	2,719	3,111
	7900 - Vlkyňa tok: Rimava	2,501	2,272	2,715	0,627	1,795	1,630	1,948
	7840 - Ráztočné tok: Klenovská Rimava	0,302	0,268	0,328	0,642	4,469	3,965	4,865
	7855 - Kokava nad Rimavicou tok: Rimavica	0,410	0,391	0,459	0,593	4,032	3,842	4,516
	7860 - Lehota nad Rimavicou tok: Rimavica	0,527	0,496	0,595	0,597	3,539	3,329	3,999
	7878 - Driečany tok: Blh	0,150	0,141	0,162	0,607	1,937	1,824	2,092
Nitra	6500 - Kľačno tok: Nitra	0,084	0,083	0,092	0,647	8,237	8,134	8,998
	6540 - Nedožery tok: Nitra	0,742	0,696	0,828	0,603	3,885	3,645	4,337
	6520 - Tužina tok: Tužina	0,172	0,168	0,192	0,577	4,832	4,727	5,402
	6580 - Oslany tok: Oslanský potok	0,122	0,112	0,145	0,572	2,550	2,338	3,030
	6620 - Liešťany tok: Nitríca	0,640	0,668	0,751	0,592	4,635	4,838	5,433
	6670 - Krásna Ves tok: Bebrava	0,194	0,154	0,219	0,609	3,204	2,538	3,612
	6700 - Bánovce nad Bebravou tok: Radiša	0,384	0,386	0,404	0,700	3,536	3,554	3,719
	6720 - Nemečky tok: Chotina	0,091	0,063	0,114	0,470	2,461	1,705	3,065
	6760 - Zbehy tok: Andač	0,062	0,060	0,066	0,713	0,696	0,665	0,734
	6800 - Zlaté Moravce tok: Hostianský potok	0,154	0,159	0,184	0,563	1,311	1,355	1,563

ZÁVER

Na základe hodnotenia klimatických údajov za obdobie 1991 – 2021 v rámci záujmového územia je viditeľný nárast teploty vzduchu vo všetkých klimatických staniaciach o cca 2 °C. Nie je viditeľný výraznejší trend v ročnom úhrne zrážok za obdobie 1991 – 2021, avšak je dokumentovaná sezónna zmena rozloženia zrážok, ktorá ovplyvnila aj režim a doplňovanie podzemných vôd počas roka. Zaznamenaná bola aj viditeľná zmena režimu podzemného odtoku v jednotlivých dekádach. V poslednej dekáde 2011 – 2021 je v mesiacoch január, február a marec výrazne vyšší minimálny odtok oproti ostatným dekádam a v mesiacoch apríl a máj je menší minimálny odtok oproti ostatným dekádam, čo je možné vysvetliť chýbajúcim topiacim sa snehom, ktorý sa roztopil skôr a prejavil sa v odtoku v skorších mesiacoch. Na základe hydrologickej bilančnej rovnice a z nej vypočítaných hodnôt merného špecifického podzemného odtoku možno konštatovať výrazné rozdiely v podzemnom odtoku v hodnotenom území. V severnej časti dosahuje špecifický podzemný odtok až $10,37 - 14,75 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Starohorské vrchy, Nízke Tatry, Veporské vrchy, Veľká Fatra, Kremnické vrchy, Vtáčnik, Pohronský Inovec), v južnej časti je výrazne nižší, pohybuje sa

od $6,37 - 7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Podunajská pahorkatina, Krupinská planina, Burda, Juhoslovenská kotlina, Cerová vrchovina, Ostrôžky, Juhoslovenská kotlina). Špecifický podzemný odtok v hodnotenom území stanovený Killeho metódou vykazuje vysokú variabilitu v závislosti od pestrosti geomorfologických, geologických, hydrologických a klimatických pomerov jednotlivých povodií/oblastí. Najvyšší špecifický podzemný odtok je stanovený v povodí Hrona $0,5 - 18,98 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ a najnižší je v povodí Ipľa $0,83 - 2,12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Na základe výpočtu podzemného odtoku a BFI indexu pomocou HydroOffice z denných prietokov v antropogénne neovplyvnených povodiach počas obdobia 1991 – 2021 možno konštatovať, že podiel podzemného odtoku na celkovom odtoku je vysoký, predstavuje prakticky na celom hodnotenom území viac ako 50%, čo poukazuje na dobré doplňovanie zdrojov podzemných vôd. Najvyšší podzemný odtok, až 80%, je v horských oblastiach v severovýchodnej časti hodnoteného územia, budovaných krasovými vápencami a dolomitmi Veľkej Fatry, Starohorských vrchov, Horehronského podolia, Nízkych Tatier a Muránskej planiny. Táto oblasť je aj najpriaznivejšia z hľadiska vodohospodárskeho využitia zdrojov podzemnej vody a perspektívy na realizáciu nových doplnkových alebo náhradných zdrojov.

Zaujmové územie - Špecifický podzemný odtok na základe Kille lineárny



Obr. č. 4 Špecifický podzemný odtok v zaujmovom území, stanovený metódou Kille (lineárny)

Literatúra:

- [1] Damborská, I., Lapin, M. a Melo, M. (2006) *Možné zmeny počtu dní s charakteristickými dennými priemermi teploty vzduchu a dennými úhrnmi zrážok na Slovensku do roku 2090*. Zborník zo semináru Fenologická odezva proměnlivosti podnebí, Brno, 22.3.2006. Rožnovský, J., Litschmann, T. and Vyskot, I. (eds.) ISBN 80-86690-35-0
- [2] Faško, P., Bochníček, O. a Markovič, O. (2022) *Evolution of the long-term average values of air temperature and atmospheric precipitation in Slovakia*. Meteorologický časopis 22(5), pp. 79 – 88. ISSN 1335-339X.
- [3] Gregor, M., (2010) *BF+ 3.0 User's manual*. HydroOffice Software Package for Water Sciences. Bratislava, 21 s.
- [4] Gregor, M., Fendek, M. (2012) *Kille 3.1 User's manual*. HydroOffice Software Package for Water Sciences. Bratislava, 11 s.
- [5] Gustard, A., Bullock, A., Dixon, J.M. (1992) *Low flow estimation in the United Kingdom*, Report No. 108, Institute of Hydrology, Wallingford, ISBN 0 948540 45 1.
- [6] IPCC (2023) *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- [7] Kille, K. (1970) *Das Verfahren MoMNQ, ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigen Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse*. Z. deutsch. geol. Ges., Sonderh. Hydrogeol. Hydrogeochem., Hannover, pp. 89 – 95.
- [8] Kolláriková, P., Szolgay, J. and Pecho, J. (2013) *Dlhodobé zmeny vybraných charakteristík vlín horúčav na Slovensku*. Meteorologický časopis 16(1), pp. 63 – 69. ISSN 1335-339X
- [9] Krásný, J., Daňková, H., Hanzel, V., Kněžek, M., Matuška, M. a Šuba, J. (1981) *Mapa odtoku podzemní vody ČSSR 1*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, Kartografie.
- [10] Lapin, M. and Damborská, I. (2021) *Úloha vodnej pary v procese zmeny klímy na Slovensku*. Meteorologický časopis 24(2), pp. 67 – 74. ISSN 1335-339X.
- [11] Malik, P., Remšík, A., Bajtoš, P. (2009) *Hydrologická bilancia severnej časti Štiavnických vrchov*. Podzemná voda, 15(2), Bratislava, Univerzita Komenského, s. 149 – 161.
- [12] Melioris, L. (1974) *Niekoľko poznámok k vyčleňovaniu podzemného odtoku*. Mineralia Slovaca, 6(3), pp. 231 – 237.
- [13] MŽP SR (2017) *Siedma národná správa SR o zmene klímy. Podľa rámcového dohovoru OSN o zmene klímy a Kjótskeho protokolu*. Eds. Jana Kianička. Available at: <https://www.minzp.sk/klima/globalna/dokumenty/>.
- [14] Šadlákova, D. (2023) *Zhodnotenie dekádnych trendov vybraných teplotných charakteristík a dní s charakteristickou teplotou vzduchu na Slovensku za obdobie 1951–2020*. Meteorologický časopis 26, pp. 39 – 45. ISSN 1335-339X.
- [15] Švasta, J., Malik, P. (2006) *Priestorové rozloženie priemerných efektívnych zrážok na území Slovenska*. Podzemná voda, 7(1), Bratislava, Univerzita Komenského, s. 65 – 77.
- [16] Švasta, J., Malik, P. (2010) *Workshop o predbežných výsledkoch riešenia projektu ASFEU OP Výskum a vývoj: Priestorové rozloženie podmienok tvorby odtoku a doplnovania podzemných vôd na území Slovenska*. „Výskum dopadu klimatickej zmeny na dostupné množstvá podzemných vôd v SR a vytvorenie expertného GIS“, Banská Štiavnica, 27. – 28. máj 2010. [PDF] Available from: https://www.researchgate.net/publication/339913052_Priestorove_rozlozenie_podmienok_tvorby_odtoku_a_doplnovania_podzemnych_vod_na_uzemi_Slovenska [accessed Oct 20 2024].
- [17] Výberčí, D., Pecho, J., Faško, P. and Bochníček, O. (2018) *Teplé a chladné obdobia na Slovensku (1951–2017) v kontexte klimatickej zmeny*. Meteorologický časopis 21(2), pp. 101 – 108. ISSN 1335-339X.
- [18] www.shmu.sk (n.d.) Slovenský hydrometeorologický ústav. Available at: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1379>.
- [19] Hydrogeologická mapa SR 1:200000, dostupná na: <https://app.geology.sk/hydrogeol/>.

40 rokov od prvého napustenia VS Kráľová

Ing. Ján Kováč, Jozef Kemenský,
SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, štátny podnik,
Povodie dolného Váhu, Prevádzkové stredisko Šaľa

Príprava výstavby významnejších vodohospodárskych stavieb je značne náročná, nakoľko ovplyvňujú celý región. Preto aj pred samotnou výstavbou VD Kráľová najskôr prebehlo komplexné zhodnotenie z hľadiska technického, ako aj ekonomického. Do tohto procesu bola zainteresovaná široká odborná verejnosť a verejnosť dotknutá výstavbou. VD Kráľová bolo posudzované v rámci kaskády stupňov na dolnom Váhu

faktorom bolo aj využiteľnosť štrkopieskov pri budovaní hrádzi a objektov vodnej stavby. V projektovej úlohe z roku 1973 sa rátalo s výkopmi na úrovni 5 712 000 m³ a uložením výkopu do jednotlivých násypov o množstve 5 098 000 m³, 302 000 m³ betónu a železobetónu, 33 000 m³ záhozového kameňa a 212 000 m² podzemnej tesniacej steny. Prebytok výkopu štrkopieskov bol využitý na výrobu betónu. Hrubá výnosovosť



Obr. č. 1 Výstavba PSH VD Kráľová, rok 1976

od zaústenia toku Váh pri Komárne až po Hlohovec v dĺžke cca 103km, pričom bola posudzovaná aj výstavba stupňov pod stupňom VD Kráľová. Jeden z týchto stupňov sa mal vybudovať po vybudovaní VD Kráľová. Pôvodne bolo posudzovaných päť variant nádrže s rôzne situovanými hrádzami od maximálnej zaplavenej plochy 19,2 km² po 12,3 km² pri rôznej maximálnej hydrostatickej hladine vody. Všetky alternatívy boli vyhodnotené na základe objemu nádrže pre kóty 123,00, 124,00 a 125,00 m n. m. a im prislúchajúcim objemom násypov hrádzi. Výsledky boli následne zhodnotené aj ekonomicky, na základe porovnania nákladov a prínosov jednotlivých alternatív. Na základe výsledkov hodnotenia a stanovísk dotknutých organizácií investor rozhodol, aby v rámci projektovej úlohy bola ďalej rozpracovaná alternatíva s kótou maximálnej hydrostatickej hladiny vody v nádrži 124,00 m n. m. Voľba na situovanie VD Kráľová padla aj na základe vhodných geologických pomerov, nakoľko sa nepriepustné podložie nachádza v hĺbke 5 – 15 metrov pod aluviálnymi štrkopieskami. Vhodnosť zvoleného profilu zvyrazňovala aj okolnosť, že pod stupňom vo vzdialenosti cca 4 – 5km končí oblasť vhodného materiálu pre budovanie hrádzi vodnej stavby a nepriepustný neogén sa nachádza v nedosiahnuteľných hĺbkach, čím by bola realizácia tesnenia podložia náročná až nemožná. Významným



Obr. č. 2 Základová jama hydrouzla



Obr. č. 3 Betonárske práce na hydrouzle

vodnej stavby bola určená na 11,84% a doba návratnosti investičných prostriedkov na 10,36 roka. Predpokladané investičné náklady na vybudovanie VD Kráľová boli odhadnuté na úrovni 1 130 mil. Kčs.



Obr. Č. 4 Pohľad na stupeň a zdrž VS Kráľová

Na základe žiadosti VODOHOSPODÁRSKEJ VÝSTAVBY, inžinierskeho podniku, Bratislava, vydal v roku 1973 ONV – odbor výstavby a územného plánovania v Galante územné rozhodnutie pre stavbu vodného diela Kráľová nad Váhom. Priami investori boli určení nasledovne:

- pre vodohospodársku časť – Povodie Váhu, podnik pre správu tokov Piešťany
- pre energetickú časť – Slovenské energetické podniky, generálne riaditeľstvo Bratislava

V roku 1974 bolo ONV v Galante vydané povolenie na stavbu VD Kráľová s povinnosťou zahájiť výstavbu v roku 1975. V prípade, že by výstavba nebola zahájená v roku 1975, povolenie by stratilo platnosť. Projektovú dokumentáciu vypracoval Hydrokonzult Bratislava a hlavným inžinierom projektu bol Ing. Pavel Zvědelík. Za dodávateľov stavby boli stanovení Hydrostav, š. p., a Váhostav, š. p. Dodávateľmi technológií boli ČKD Blansko a Škoda Plzeň. Výstavba VD Kráľová sa zahájila v roku 1975 výstavbou hrádzí nádrže a objektov zariadení staveniska, ako aj odlesnením a úpravou plôch staveniska. V roku 1977 sa zahájila výstavba vodného stupňa výkopom spoločnej jamy pre objekty hate, vodnej elektrárne a plavebnej komory. V roku 1983 sa zahájili betónárske práce na jednotlivých objektoch.

Celá výstavba bola pod dozorom technicko-bezpečnostného dohľadu investora, ako aj stavebného dozoru investora a hlavného inžiniera projektu. V rámci výstavby VD Kráľová bol v 46,200 rkm vybudovaný pevný stupeň, ktorý zabezpečoval minimálnu prevádzkovú hladinu pod vodným dielom. V roku 1985 boli jednotlivé objekty vybudované do takej miery, že dňa 19.4.1985 bolo možné zahájiť plnenie nádrže a prevádzkovať vodné dielo v zmysle dočasného manipulačného poriadku. Úroveň minimálnej prevádzkovej hladiny na úrovni 122,00 m n. m. bola dosiahnutá 8.6.1985. Jednotlivé objekty boli uvedené do dočasného užívania v skúšobnej prevádzke. V roku 1990 rozhodnutím č. PLVH-4/1085/90 bolo vydané povolenie na trvalé užívanie jednotlivých objektov VD Kráľová.

VS Kráľová sú využívané prietoky toku Váh a objem zdrže pre nasledovné účely:

- energetické využitie prietokov
- závlahová voda pre veľkoplošné závlahy s možným priemerným ročným odberom cca 95 mil. m³
- ťažby štrkopieskov
- plavby v zdrži
- zlepšenie negatívneho vplyvu povodňových prietokov pod stupňom vďaka retencii
- rekreačné účely
- výkon rybárskeho práva.

Celý objem zdrže mimo objemu vyťaženého štrkopiesku je nad terénom ohrádzovaný pravostrannou a ľavostrannou hrádzou o celkovej dĺžke 20,300 km, ktoré sú prepojené objektami vodného stupňa, haľou, vodnou elektrárnou, plavebnou komorou a medzi objektovými zemnými násypmi. Celková zaplavená plocha je 10,89 km², pričom maximálna šírka je 2,2 km a dĺžka až 10,0 km. Celkový objem zdrže od kóty 100,40 – 124,00 m n. m. s predpokladaným odťažením ložiska štrkopieskov po úroveň neogénu je 65,47 mil. m³. Maximálna prevádzková hladina je 124,00 m n. m. a minimálna prevádzková hladina je stanovená na úrovni 122,00 m n. m. Úžitkový objem zdrže medzi kótami 122,00 – 124,00 m n. m. je 20,45 mil. m³.

Vodný stupeň je tvorený štvorpolovou haľou, vodnou elektrárnou a plavebnou komorou. Objekty sú navzájom prepojené štrkopieskovými násypmi, pričom sa na plavebnú komoru napája pravostranná hrádza s tesnením a podzemnou tesniacou stenou a na haľ sa napája ľavostranná hrádza s tesnením a podzemnou tesniacou stenou.

Samotná haľ je tvorená štyrmi poľami. Každé haľové pole má svetlosť 16 metrov s pohyblivým hradením, tvoreným zo segmentu a klapky. Dĺžka haľového objektu, kolmá na smer toku, je 84,00 metra. Železobetónová konštrukcia je rozdelená na dva diely dilatčnou škárou, nachádzajúcou sa v strednom pilieri. Celková výška hradiacej konštrukcie je 9,60 m, pričom hradiaca výška segmentu je 6,30 m a hradiaca výška klapky je 3,30 m. Prevýšenie hradiacej konštrukcie nad maximálnou prevádzkovou hladinou je 0,30 m. Pevný prah, na ktorý dosadá hradiaca konštrukcia, sa nachádza na kóte 114,70 m n. m. Vývar má dĺžku 41,40 m a dno vývaru je na kóte

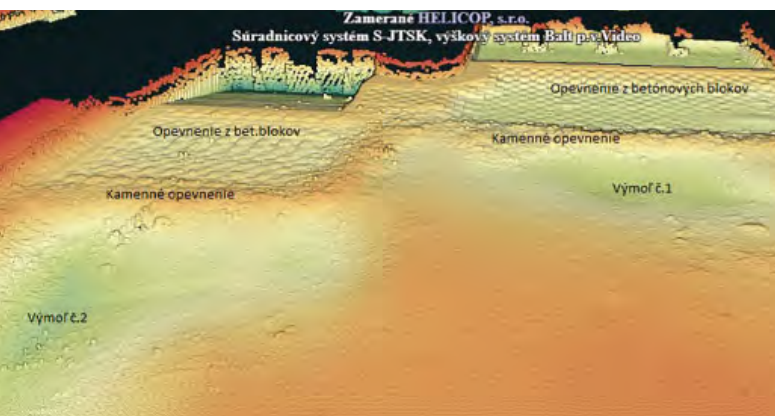
104,00 m n. m. Medzi prahom vývaru a dnom koryta Váhu sa nachádza prechodový úsek, opevnený betónovými blokmi rozdielnej výšky, o dĺžke 38,0 m, ktorý je ukončený kamennou nahádzkou na dĺžke 14,0 m po kótu 107,40 m n. m. Nad opevnením svah pokračuje s sklone 1 : 15 po kótu 108,50 m n. m.

Haťové polia sú premostené oceľovým mostom, po ktorom sa pohybuje žeriav o nosnosti 20 ton. Tento žeriav je využívaný pri osadzovaní provizórneho hradenia haťových polí, vodnej elektrárne a pri vyťahovaní naplavenín spreď hrubých hrabíc. Ovládanie hradiacej konštrukcie je hydraulické.

OPRAVY A REKONŠTRUKCIE NA HATI:

Zameraním podhatia bolo zistené poškodenie svahu a samotného dna koryta Váhu za kamenným opevnením. Pod haťou a vodnou elektrárnou sa vytvorili štyri výmole. Najhlbšie dno bolo zamerané vo výmole č. 2 pod výtokmi VE a dosahovalo hodnotu až 103,87 m n. m.

Postupné zväčšovanie a prehĺbovanie výmolu by mohlo spôsobiť deštrukciu podhatia a následne ohroziť stabilitu haťových polí a vodnej elektrárne. Z tohto dôvodu sa v rámci investičnej akcie zahájila sanácia podhatia vyplnením výmolov nahádzkou lomového kameňa na úroveň projektovaného



Obr. č. 5 Zameranie podhatia (HELICOP, s. r. o.) [3]

dna koryta 108,50 m n. m. V súčasnosti sanácia stále prebieha a ukončená by mala byť v roku 2025.

Pôvodne bolo ovládanie hradiacich konštrukcií iba z miesta. Rozvojom technológií a ich využitím je umožnené ovládať hradiace konštrukcie diaľkovo z manipulačnej budovy plavebnej komory. Manipulácia je kontrolovaná osadenými kamerami. Na hati sa postupne vykonáva antikorózna oprava hradiacich konštrukcií, oprava zábradlia, antikorózna oprava mostovky a iné opravy, ktoré súvisia so starnutím objektu.

Plavebná komora je vybudovaná pre vodnú cestu klasifikačnej triedy VIa. Užitočná dĺžka je 110 m, svetlá šírka je 24,0 m a hĺbka vody nad záporníkom je min. 4,0 m. Výhľadová kapacita plavebnej komory podľa PD je 7,5 mil. t tovaru ročne. Plnenie komory sa uskutočňuje dlhými hornými obtokmi a prázdnenie krátkymi dolnými obtokmi. Hradiacu konštrukciu horného zhlavia tvorí jednoduchý segment o hradiacej výške 6,0 m a šírke 24,0 m. Hradenie dolného zhlavia tvoria oporné vráta o rozmeroch 2 x 15,6 x 12,0 m. Hradenie obtokov zabezpečujú tabuľové



Obr. č. 6 Ukladanie lomového kameňa do výmolu č. 1

stavidlá. Plavebná komora je konštruovaná tak, aby sa dala využívať ako piate haťové pole. Pôvodne sa dolné zhlavie provizórne hradilo plávajúcim tabuľovým hradidlom, čo bolo technicky a personálne značne náročné.

OPRAVY A REKONŠTRUKCIE NA PLAVEBNEJ KOMORE :

V období rokov 2005 – 2006 sa vykonala rekonštrukcia provizórneho hradenia, ktorá spočívala z vyhotovenia drážok a dodania hradenia, tvoreného z deviatich kusov. Celý proces bol značne technologicky náročný, nakoľko bolo potrebné od dolnej vody vybudovať hrádzku s návodným tesnením. Novým provizórnym hradením je možné hradiť plavebnú komoru z hornej aj dolnej vody, ale nie naraz. Manipulácia s deleným provizórnym hradením je výrazne jednoduchšia.

Po prirodzenej konsolidácii násypu pod manipulačnou budovou plavebnej komory sa v roku 1997 vykonala jej komplexná rekonštrukcia. Na hradiacich konštrukciách sa postupne vykonáva antikorózna oprava a aj opatrenia na zamedzenie priesakov cez betónové konštrukcie.



Obr. č. 7 Funkčná skúška provizórneho hradenia PLK

Vodná elektrárň Kráľová sa nachádza medzi plavebnou komorou a haľou. V objekte elektrárne sú osadené dve Kaplanove turbíny s hltnosťou $2 \times 210 \text{ m}^3/\text{s}$ pričom pri poklese spádu pod 9,4 m sa hltnosť pre jednu turbínu zvýši až na $279 \text{ m}^3/\text{s}$. Vtok do turbíny je hradený provizórnym hradením, ktoré sa osádza portálovým žeriavom o nosnosti 20 ton. Pred provizórnym hradením sa nachádzajú hrubé hrablice s roztečou 300 mm a vtok do špirály turbíny je chránený jemnými hrablicami s roztečou 150 mm. Výtoky z turbín majú svetlé otvory $2 \times 7065 \times 7900 \text{ mm}$ a sú hradené stavidlovými tabuľami pomocou portálového žeriavu o nosnosti 63 ton. Minimálny spád je 5,5 m vodného stĺpca a maximálny spád je 12,45 m vodného stĺpca. Priemer obežného kola je 6750 mm a činný výkon jednej turbíny je 22,56 MW. Priemerná ročná výroba 102,4 GWh a využitie v priemernom roku cca 2300 hodín. Vodná elektrárň Kráľová pracuje v bezobslužnom režime. Prevádzku a ovládanie technologického zariadenia diaľkovo zabezpečuje dispečer HED Trenčín.

Pravostranná hrádza má dĺžku 10,00 km so štrkopieskovou stabilizačnou časťou a návodným hlinitým tesnením. Tesnenie je prikryté prísypom so sklonom na návodnej strane 1 : 8, chráneným štrkopieskovou vrstvou hrúbky 50 cm. Hlinité tesnenie hrádze je zaviazané do nepriepustného neogénu podzemnou íľobetónovou stenou. Íľobetónová stena má premenlivú hĺbkú od 11,00 do 16,00 m a hrúbku 0,60 m. Paralelne s hrádzou je vybudovaný pravostranný odvodňovací drén o celkovej dĺžke 11,457 km. Na pravostrannú hrázu v km 10,00 nadväzuje pravostranná ochranná hrádza Váhu, ktorá je ukončená v km 11,267 naviazaním na jestvujúcu ochrannú hrázu v km 75,050.

Ľavostranná hrádza má dĺžku 10,385 km so štrkopieskovou stabilizačnou časťou a návodným hlinitým tesnením. Hlinité tesnenie má v úseku 0,000 – 7,000 hrúbku 11,0 m a úseku 7,000 – 10,000 hrúbku 3,0 m. Návodný svah je opevnený štrkopieskovou vrstvou o hrúbke 0,50 m v sklone 1 : 8. Od km 0,000 – 5,400 je priepustné podložie tesnené íľobetónovou tesniacou stenou, ktorá je zaviazaná do nepriepustného neogénu na hĺbku 0,75 – 1,20 m. Od km 5,752 je návodné tesnenie nadviazané na prirodzenú vrstvu hlin, ktorá tvorí predĺžený horizontálny tesniaci koberec. Priesaky sú gravitačne odvádzané do toku Váh priesakovými rigolmi.

REKONŠTRUKCIE A OPRAVY NA HRÁDZACH:

Už v priebehu prvých rokov prevádzky vodnej stavby dochádzalo k porušovaniu ochranného štrkopieskového prísypu na oboch hrádzach. Hlavnou príčinou bol vietor a s ním súvisiaci vlnový režim, ktorý spôsoboval pozdĺžny transport štrkopieskov a následné zanášanie vtokov pre odberné objekty závlah.

Na elimináciu zanášania vtokov odberných objektov sa vybuvovali smerné stavby, ktoré zamedzili presunu štrkopieskov. Vlnový režim spôsobil poškodenie ochrannej štrkopieskovej vrstvy do takej miery, že v najexponovanejších častiach došlo až k obnaženiu hlinitého tesnenia hrádze.

Na sanáciu poškodeného štrkopieskového prísypu sa použili rôzne technológie ako opevnenie makadámom, opevnenie drôtokamennými matracmi, výhonmi naklonenými



Obr. č. 8 Vlnový režim a jeho vplyv na opevnenie hrádze



Obr. č. 9 Poškodenie štrkopieskového opevnenia so zásahom až do bermy hrádze



Obr. č. 10 Poškodenie drôtokamenných matracov na polostrove medzi VE a PLK



Obr. č. 11 Rekonštrukcia opevnenia PSH a LSH VS Kráľová



Obr. č. 12 Uvoľnenie tlaku ľadovej celiny na hradiace konštrukcie bublinkovou technológiou



Obr. č. 13 Ľadová celina v zdrži



Obr. č. 14 Prepúšťanie povodňových prietokov v roku 2019

v smere prevládajúcich vetrov. Po určitej dobe prevádzky sa však všetky tieto technológie ukázali ako nedostatočné a ťažko udržiavateľné.

Z tohto dôvodu sa v roku 2015 uskutočnila rekonštrukcia oboch hrádzi formou nahádzky lomového kameňa hrúbky min. 0,60 m a veľkosti zrna $d_{50} - 0,35\text{ m}$ v sklone 1 : 8. Pre zabezpečenie prístupu k vode boli vybudované výhony a medzi nimi sa vybuďovala plážová úprava zo štrkopiesku. Celkové náklady na rekonštrukciu oboch hrádzi dosiahli 12,75 mil. €. Aj po desiatich rokoch nevykazuje kamenné opevnenie žiadne viditeľné poruchy a poškodenia. Na hrádzach a rigoloch sa vykonáva pravidelné kosenie a merania TBD. Pri vypustení zdrže v roku 2022 sa vykonalo prečistenie pravostranného priesakového rigola a kontrola technického stavu krytého pravostranného rigola.

Zimné obdobie prináša pre vodné stavby a ich konštrukcie viacero rizík. Jedným z nich je zamŕzanie vodnej hladiny a následný tlak na hradiace konštrukcie a taktiež vplyv na ochranný štrkopieskový prísyp. Na uvoľnenie hradiacich konštrukcií hate a plavebnej komory sa na VD Kráľová využíva technológia bublinkovania.

Z dôvodu netesností tesnení segmentov a klapiek a prešplechovania vody zo zdrže, dochádza k zámruzu ovládacích prvkov (hydraulické valce), ktorých funkčnosť

zabezpečujeme postrekom teplou vodou z vrtu, nachádzajúceho sa v Šali. Najnepriaznivejšia situácia, súvisiaca so zimným režimom, bola evidovaná v mesiaci január 1987, keď došlo k zámruzu hradiacich konštrukcií a zároveň nastala porucha na VE Kráľová, a bola nutná manipulácia. Odstránenie námrazy sa vykonávalo osekávaním námrazy a postrekovaním teplou vodou.

Súčasnou každou vodnej stavby je aj povodňová aktivita a prepúšťanie povodňových prietokov. Prvé preverenie stupňa bolo v roku 1987, keď sa prepúšťal prietok $1\,154\text{ m}^3/\text{s}$ v trvaní 15 hodín. **Maximálny prietok cez stupeň** v trvaní dvoch hodín bol zaznamenaný v roku 1997 s prietokom $1\,550\text{ m}^3/\text{s}$. Zvýšený prietok $1\,315\text{ m}^3/\text{s}$ nás preveril aj v roku 2001 v trvaní 24 hodín.

Za obdobie 40-tich rokov sa postupne získali poznatky z manipulácie počas bežného režimu, povodní alebo počas náročného zimného obdobia. Počas tohto obdobia sa vykonali opravy, a dokonca aj rekonštrukcie niektorých objektov vodnej stavby. Pri tomto type stavby, čo sa týka rozsahu a zložitosti, boli tieto opatrenia súčasťou jej prevádzky. V zásade však môžeme konštatovať, že aj po rokoch prevádzky je vodná stavba v dobrej kondícii a pri dodržaní doterajšej úrovne TBD, včasnom pomenovaní problémov a ich včasnom riešení budeme môcť osláviť aj jej polstoročnicu.

Literatúra:

- [1] Manipulačný poriadok VS Kráľová, 2022
- [2] Projektová úloha VD Kráľová, Bratislava 1973
- [3] Helicop s.r.o., 2017: Zameranie podhátia VS Kráľová

Vodárenská nádrž Bukovec II oslavuje

Ing. Monika Bamhorová,

Ing. Aleš Mazáč,

SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, štátny podnik



V tomto roku si pripomíname 50. výročie uvedenia vodárenskej nádrže Bukovec II do prevádzky. Vodné dielo je situované 15 km západne od Košíc na toku Ida v riečnom kilometri 37,600. Rýchlo sa rozrastajúci priemysel a z toho vyplývajúci aj výrazný rast počtu obyvateľov mesta Košice v päťdesiatych a šesťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia boli dôvodom, ktorý rozhodol o potrebe výstavby vodárenskej nádrže na pokrytie zvýšenej spotreby pitnej vody.

Vodárenská časť vodného diela (priamy odber z toku, úpravňa vody, prírodné potrubie do Košíc) bola postavená v rokoch 1968 – 1974 podľa projektu spoločnosti Hydroprojekt Ostrava v rámci I. stavby. Výstavba priehrady s úpravami v nádrži a v ochranných pásmach sa realizovala v rámci II. stavby v rokoch 1969 – 1976. Projektantom tejto stavby bol Hydroconsult Bratislava a generálnym dodávateľom bol Hydrostav Košice.

Prevažná väčšina povodia nádrže sa nachádza vo Volovských vrchoch, len nepatrná časť na východe patrí ku Košickej kotline. Reliéf terénu povodia sa v prevažnej miere pohybuje od 300 do 640 m n. m. Najvyšším bodom povodia nádrže je Kojšovská hoľa na kóte 1 246 m n. m.

Vodárenská nádrž Bukovec II bola postavená v povodí vodného toku Bodva, kde je vodný tok Ida hlavným tokom, dotujúcim vodárenskú nádrž a prameniáci pod vrchom Kojšovská Hoľa v nadmorskej výške okolo 880 m. Ďalším

zdrojom napájania vodárenskej nádrže je Myslavský potok, ktorý sa nachádza v povodí vodného toku Hornád.

Územie povodia nádrže je budované kryštalicými horninami staršieho paleozoika (skalné podložie) a útvarmi kvartéru (pokryvnými útvarmi).

Podľa klimatickej klasifikácie je územie nádrže zaradené do oblasti mierne teplej a okrsku mierne vlhkého. Priemerný ročný úhrn zrážok v stanici Zlatá Idka za posledný rok predstavuje 834 mm, pričom najviac zrážok – 169 mm – bolo v júni a najmenej – 22 mm – v decembri. S ročným chodom zrážok korešponduje aj priebeh teplôt – priemerná ročná teplota vzduchu bola 12,1 °C, pričom najteplejšie bolo v júli, a priemerná mesačná teplota vzduchu dosiahla 23,8 °C. Najchladnejšie bolo v januári, pričom priemerná mesačná teplota vzduchu dosiahla 0,2 °C. Lesnatosť povodia nádrže je viac ako 90%.

Hlavným účelom vodného diela je:

- zabezpečiť pitnú vodu pre mesto Košice vyrovnávaním kolísavých výdatností zdrojov Košického skupinového vodovodu (priemerný vodárenský odber je 473 l.s⁻¹);
- znížiť povodňové prietoky.

Hlavné parametre vodného diela:

Typ priehrady: kamenitá, sypaná

Parametre priehrady:

výška: 56,00 m

dĺžka: 333,00 m
 šírka v korune: 6,00 m
 Max. retenčná hladina: 417,75 m n. m.
 Max. prevádzková hladina: 416,75 m n. m.
 Min. prevádzková hladina: 380,00 m n. m.
 Celkový objem nádrže 23,4 mil. m³
 z toho stály: 0,90 mil. m³
 zásobný: 21,40 mil. m³
 retenčný: 1,10 mil. m³
 Zatopená plocha: 105,00 ha
 Kóta koruny hrádze: 420,00 m n. m.
 Kóta dna nádrže: 364,00 m n. m.
 Max. povolený odber: 700 l.s⁻¹
 Plocha povodia: 55,36 km²

Zásobná funkcia nádrže bola preverená v extrémne suchých obdobiach rokov 1982 – 1983 a 1986 – 1987. Nízke prítoky do nádrže, malá výdatnosť podzemných zdrojov pitnej vody, a hlavne dlhodobé prekračovanie projektovaného odberu z nádrže (viac ako 700 l.s⁻¹ oproti povolenému 473 l.s⁻¹) spôsobili taký pokles zásob vody, že bolo potrebné v aglomerácii Košíc regulovať dodávku pitnej vody. Tieto situácie preukázali, že nádrž nie je schopná kompenzovať zníženie výdatnosti podzemných zdrojov a môže slúžiť len ako doplnkový zdroj.

Z uvedeného dôvodu, ako aj z dôvodu zabezpečiť pitnú vodu nielen pre aglomeráciu mesta Košice, ale aj pre celý bývalý Východoslovenský kraj, prijal štát rozhodnutie postaviť ďalší zdroj pitnej vody, a to Vodárenskú nádrž Starina.

V súčasnosti sa s výstavbou priemyselného parku Valaliky plánuje aj dodávka upravenej pitnej vody pre priemyselný park práve z vodárenskej nádrže Bukovec v množstve 300 l.s⁻¹.

Počas budovania vodného diela boli jeho jednotlivé objekty postupne vybavované aj zariadeniami na meranie a pozorovanie. Tieto zariadenia poskytujú obraz o stave objektov z pohľadu posudzovania ich bezpečnosti a stability. Vodné dielo Bukovec II je podľa kritérií technicko-bezpečnostného dohľadu zaradené do I. kategórie.

V rámci postupnej modernizácie sa pre celé vodné dielo spracoval návrh automatizovaného zberu, prenosu a vyhodnocovania meraní, zabezpečovaných pre potreby prevádzky a technicko-bezpečnostného dohľadu, vrátane meraní kvality vody na prítokoch a odbere pre úpravňu.

V roku 2004 bol do prevádzky uvedený autonómny systém varovania a vyrozumiení.

V zmysle zákona o vodách č.4 /2004 Z. z. § 49-51 bolo Okresným úradom ŽP Košice – okolie v roku 1993 vydané *Rozhodnutie o ochrane výdatnosti, kvality a zdravotnej nezávadnosti vodárenského zdroja*. V zmysle tohto zákona sú na to určené tzv. ochranné pásma, ktoré sú súčasne pásmami hygienickej ochrany:

V I. OP sa vykonáva pravidelný výrub náletových krovin a tieto miesta sú následne zalesňované ihličnanmi, je tu zakázané rybárčenie, stanovanie, zakladanie ohňov atď.

V II. OP sa zabezpečuje ochrana pred dusičnanmi pri poľnohospodárskej činnosti a vykonáva sa kontrola protieróznej činnosti, aby sa v maximálnej miere zamedzili splachy poľnohospodárskej pôdy do vodárenskej nádrže, ako aj lesohospodárska činnosť v pásmach OP a skládky komunálneho odpadu.

V III. OP sú prijaté také opatrenia v poľnohospodárstve, lesohospodárskej, ako aj v komunálnej činnosti (napr. vývoz žump) či v doprave (posypy), aby tieto činnosti nemali negatívny vplyv na kvalitu vody.

Na zlepšenie celkovej kondície kvality vody v nádrži a slúžiace aj ako bioindikátor kvality vody sú správcom vodárenskej nádrže vysádzané rôzne druhy rýb. A to z čeľade lososovitých: pstruh potočný, zubáč obyčajný; kaprovitých: tolstolobik pestrý, kapor obyčajný, jalec hlavatý; uhrovitých: úhor obyčajný.

Kvalita surovej vody je pomerne vyrovnaná. Problémy vznikajú najmä pri intenzívnom hydrologickom oživení v jarom a jesennom období, keď dochádza k intenzívnemu vertikálnemu premiešaniu vôd v nádrži. Aj tieto stavy sa však dať technológiou úpravne pri sústavnom sledovaní hydrologického oživenia v prevádzkovom laboratóriu úpravne vody vyriešiť a zabezpečiť tak na výstupe vyhovujúcu kvalitu.

Vodárenské odbery sú vybudované v štyroch výškových úrovniach (horizontoch). Každý odber má samostatné potrubie priemeru 600 mm, s výnimkou IV. odberu, ktorý má vzhľadom na požadovanú kapacitu dve potrubia s priemerom 600 mm. Jednotlivé potrubia v strojovni vodárenských odberov záušfujú do spoločného potrubia priemeru 1 000 mm a týmto sa voda privádza do úpravne vody.

Samostatnými objektami, budovanými v rámci výstavby vodárenskej nádrže Bukovec, sú provizórny odber z ldy na konci vzdutia vodárenskej nádrže a prevod Myslavského potoka. Provizórny odber umožňoval do doby napúšťania nádrže odber vody pre úpravňu priamo z ldy. V súčasnosti je ponechaný ako náhradný zdroj pre prípad, ak by odber z nádrže nebol z akýchkoľvek príčin možný.

Prevod Myslavského potoka bol vybudovaný za účelom nadlepšenia vodnej bilancie nádrže. Ide prakticky o prevod časti prietokov z povodia Hornádu do povodia rieky Bodva. Voda z Myslavského potoka sa privádza 1,4 km dlhou štôľňou kruhového profilu o priemere 2,1 – 2,9 m priamo do nádrže. Maximálna prietoková kapacita štôľne je 12,0 m³.s⁻¹.

Vzhľadom na fakt, že vodárenská nádrž Bukovec II slávi svoju 50-ročnicu, už má aj isté nároky na údržbu. Zub času, ako aj poveternostné a hydrologické vplyvy na nej už zanechali stopy, hlavne, čo sa týka betónových častí vodárenskej nádrže (ako napríklad vlnolam a schody na vzdušnej strane hrádze). Preto správca SVP, š. p., Povodia Hornádu Košice, v roku 2023 pristúpil aspoň k čiastočnej rekonštrukcii ZFO.

Technologické časti vodárenskej nádrže sú v plnej prevádzke a zatiaľ plnia svoje funkcie, aj keď aj pri nich bude potrebné uvažovať a plánovať financie na repasáciu jednotlivých technologických častí (vodárenských uzáverov či dnových výpustov). V budúcom roku správca plánuje výmenu gumených kompenzátorov na odbernom potrubí DN 1000, ktoré sú ešte pôvodné z roku 1969.

Vodárenská nádrž Bukovec II má svoje čaro a plní funkcie, na ktoré bola vybudovaná. Preto si zaslúži, aby sme jej venovali patričnú pozornosť ako doteraz, tak aj v budúcnosti.

Čo na záver dodať? Bez vody sa nedá žiť. Preto si ju vážme a chráňme!

Mimoriadne zhoršenia kvality vôd a mimoriadne ohrozenia kvality vôd na Slovensku v roku 2024

Kolektív autorov,
Slovenská inšpekcia životného prostredia

Slovenská inšpekcia životného prostredia, útvar inšpekcie ochrany vôd (ďalej len „inšpekcia“) je odborný kontrolný orgán, prostredníctvom ktorého Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky vykonáva hlavný štátny vodoochranný dozor vo veciach ochrany vôd a hospodárenia s vodami podľa zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (ďalej len „vodný zákon“).

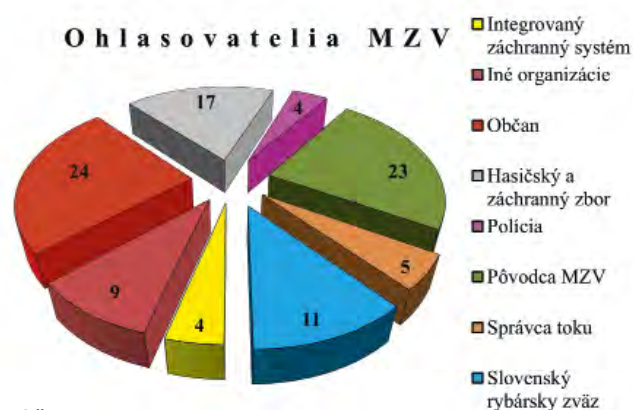
V rámci hlavného štátneho vodoochranného dozoru inšpekcia okrem iného preberá aj hlásenie o mimoriadnych zhoršeniach kvality vôd alebo mimoriadnych ohrozeniach kvality vôd (ďalej len „MZV“). Podľa ustanovenia § 41 ods. 1 vodného zákona MZV je náhle, nepredvídané a závažné zhoršenie alebo závažné ohrozenie kvality vôd spôsobené vypúšťaním odpadových vôd alebo osobitných vôd bez povolenia alebo spôsobené neovládateľným únikom znečisťujúcich látok, ktoré sa prejavujú najmä zafarbením alebo zápachom vody, tukovým povlakom, vytváraním peny na hladine, výskytom uhynutých rýb alebo výskytom znečisťujúcich látok v prostredí súvisiacom s povrchovou vodou alebo podzemnou vodou.

Znečisťujúcou látkou je podľa ustanovenia § 2 písm. aa) vodného zákona akákoľvek látka, ktorá je schopná spôsobiť znečistenie; znečisťujúce látky sú najmä látky uvedené v ZOZNAME I prílohy č. 1 vodného zákona.

Každý, kto zistí príznaky MZV, je povinný bez zbytočného odkladu ohlásiť túto skutočnosť inšpekcii. Inšpekcia prostredníctvom miestnych príslušných odborov inšpekcie ochrany vôd Inšpektorátov životného prostredia (ďalej len „OIOV“) riadi práce pri riešení MZV a je oprávnená v rámci jeho riešenia ustanoviť pracovnú skupinu zo zástupcov orgánov štátnej vodnej správy, pôvodcu MZV, ak je pôvodca známy, správcu vodného toku, užívateľa rybárskeho revíru, poverenej osoby, záchranných zložiek integrovaného záchranného systému, obcí alebo iných právnických osôb a fyzických osôb.

V roku 2024 na základe prijatých hlásení OIOV zaevidovali **160** oznámení o možných príznakoch MZV (čo je v porovnaní s rokom 2023 pokles o 54 oznámení), pričom v **63** prípadoch sa riešením **nezistilo naplnenie znakov MZV** podľa ustanovenia § 41 ods. 1 vodného zákona, a preto boli vyradené z evidencie. Z **97** udalostí, ktoré **naplnili znaky MZV**, sa v **47** prípadoch MZV prejavilo na povrchových vodách a v **50** prípadoch boli znečistené alebo ohrozené podzemné vody.

Z celkového počtu MZV, ktoré naplnili znaky MZV (97), možno konštatovať, že MZV zistili a nahlásili predovšetkým občania SR, a to v **24** prípadoch (24,7 %), pričom veľký podiel na ohlasovaní MZV mali v roku 2024 aj samotní pôvodcovia MZV, t. j. **23** prípadov (23,7 %). Celkový prehľad o tom, kto ohlásil MZV, je uvedený v grafe č. 1.



Graf č. 1

V roku 2024 boli z celkového počtu ohlásených MZV (160), u tých, ktoré naplnili znaky MZV (97), v **80 prípadoch** (82,5%) zistení pôvodcovia MZV. Úspešnosť zistených pôvodcov MZV úzko súvisí so včasným ohlasovaním MZV, bezodkladným riešením MZV zo strany OIOV vďaka výkonu ich nepretržitej služobnej pohotovosti, ako aj vzájomnej spolupráce s inými orgánmi štátnej správy. Jednou z hlavných príčin nezistenia pôvodcu MZV je najmä oneskorené ohlásenie MZV, t. j. po viac ako 6 hodinách od jeho vzniku. V roku 2024 bolo len **7 prípadov** MZV (7,2%) ohlásených po viac ako 6 hodinách od vzniku MZV, čo je výrazné zlepšenie oproti predchádzajúcemu roku. K uvedenému zlepšeniu prispieva aj fungujúca vzájomná spolupráca s jednotlivými orgánmi štátnej správy.

Prehľad časových relácií hlásenia, vzniknutých, resp. zistených MZV na inšpekciu v členení podľa jednotlivých OIOV, je uvedený v grafe č. 2.:

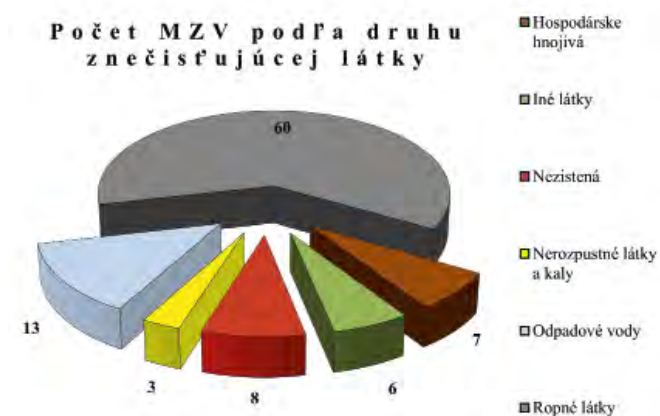


Graf č. 2

Príčinou vzniku MZV v roku 2024 bol predovšetkým únik znečisťujúcich látok do prostredia súvisiaceho s vodou, vrátane vodných ekosystémov a od vôd priamo závislých ekosystémov. Najvýznamnejšia skupina znečisťujúcich látok, ktorá rovnako ako po minulé roky, aj v roku 2024 spôsobila MZV, boli **ropné látky**, a to až v **60** prípadoch (61,9 %). Ďalším významným druhom znečistenia, ktorý sa podieľal na vzniku MZV, boli **odpadové vody** a ich vypúšťanie do povrchových vôd alebo podzemných vôd bez povolenia orgánu štátnej vodnej správy, čo v sledovanom období predstavovalo **13** prípadov MZV (13,4 %).

Celkový prehľad o jednotlivých druhoch znečistenia, ktoré zapríčinili MZV v roku 2024 je uvedený v grafe č. 3.:

Z riešenia MZV v roku 2024 vyplynulo, že medzi najčastejšie príčiny vzniku MZV možno zaradiť **dopravu a prepravu znečisťujúcich látok**, a to v **37** prípadoch (38,1 %) a súčasne

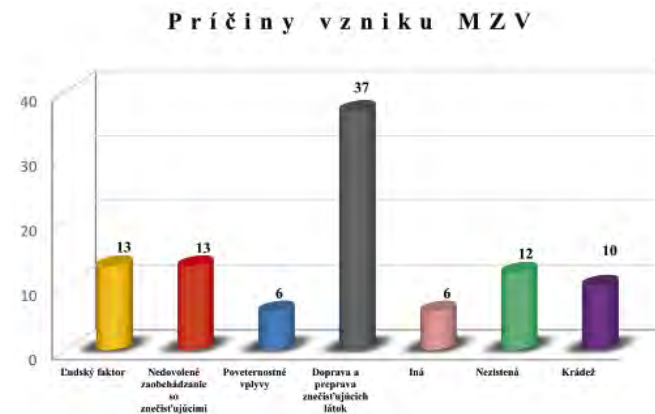


Graf č. 3

nedovolené zaobchádzanie so znečisťujúcimi látkami, ktoré predstavovalo **13** prípadov (13,4 %), pričom išlo najmä o nedostatočnú údržbu a zlý technický stav zariadení na skladovanie znečisťujúcich látok či nevhodné technické riešenie. Podobne, t. j. **13** prípadov MZV (13,4%) bolo zapríčinených **zlyhaním ľudského faktora**, kde šlo najmä o nezodpovednosť a nedodržanie technických postupov pri zaobchádzaní so znečisťujúcimi látkami. Stúpajúci trend oproti roku 2023 mali v hodnotenom období MZV zapríčinené krádežami transformátorov (**10** prípadov). Ďalšie prípady MZV, ktoré boli menej významné z hľadiska počtu MZV, boli zapríčinené poveternostnými vplyvmi (**6** prípadov), resp. vznikli v dôsledku inej príčiny (**6** prípadov). V **12** prípadoch MZV (12,4%) sa **nedala zistiť príčina vzniku MZV**, a to aj v dôsledku oneskoreného hlásenia MZV. V roku 2024 boli evidované aj **2** prípady MZV, ktoré vznikli na hraničných vodných útvaroch, z toho jedno MZV bolo na vodnom toku Dunaj, v k. ú. Štúrovo, t. j. hraničný vodný útvar Slovenskej republiky / Maďarskej republiky, a jedno MZV vzniklo na vodnom toku Lysky, v k. ú. Lysá pod Makytou, t. j. hraničný vodný útvar Slovenskej republiky / Českej republiky. V oboch prípadoch došlo k znečisteniu povrchových vodných tokov ropnými látkami.

Príčiny vzniku MZV za rok 2024 sú uvedené v grafe č. 4.:

V rámci riešenia MZV bolo ďalej zistené, že z celkového počtu **97** MZV, spôsobila **37** prípadov MZV **doprava (dopravná**



Graf č. 4

nehoda, resp. **dopravná udalosť**), pričom z toho automobilová doprava a preprava spôsobila MZV v **32** prípadoch, železničná preprava v **3** prípadoch, v **1** prípade išlo o MZV v dôsledku leteckej nehody (pôvodca MZV z ČR) a v **1** prípade v dôsledku lodnej dopravy (potápanie sa plavidlo). V automobilovej doprave a preprave (**32** MZV) v **19** prípadoch MZV spôsobili slovenskí dopravcovia a prepravcovia a v **13** prípadoch MZV spôsobili zahraniční dopravcovia a prepravcovia. V týchto prípadoch väčšinou práce na odstránení znečistenia z telesa cesty a príslušného kontaminovaného terénu vykonal správca komunikácie prostredníctvom externej spoločnosti, ktorá si vynaložené náklady neskôr uplatnila cez „zelenú kartu“ pôvodcu MZV. V súvislosti s dopravnými nehodami dochádzalo hlavne k úniku pohonných látok a prevádzkových kvapalín – ropných látok (motorová nafta, motorový olej a pod.), ktoré sú podľa vodného zákona znečisťujúce látky. K úniku znečisťujúcich látok dochádzalo na pozemnú komunikáciu, t. j. cestné teleso, a následne na príslušný nespevnený terén, ktoré sú jeho súčasťou (napr. priekopy, rigoly, násypy, zárezy do svahov a pod.). V prípade úniku znečisťujúcich látok na rastlý terén dochádzalo k jeho znečisteniu a následne ku kontaminácii prostredia súvisiaceho s vodou a od vôd priamo závislých ekosystémov.

V roku 2024 došlo v **1** prípade riešeného MZV k obmedzeniu odberu vôd, nakoľko v dôsledku dopravnej nehody motorového vozidla došlo k úniku prevádzkových kvapalín (ropné látky) z poškodenej nádrže havarovaného vozidla do vodného toku Súľovský potok, pričom bolo zistené, že Súľovský potok sa nachádza v ochrannom pásme 1. stupňa a slúži ako vodný zdroj pre Východoslovenskú vodárenskú spoločnosť, a. s., Závod Rožňava.

V kontrolovanom období z celkového počtu riešených MZV, ktoré naplnili znaky MZV (**97**) bol iba v **8** prípadoch MZV zistený úhyn **rýb**, resp. **iných vodných živočíchov** (rakov), čo predstavovalo 8,2%.

Priamo na vodnom toku Dunaj boli v roku 2024 zaevidované len **2** MZV, čo je oproti minulým rokom pozitívne zlepšenie, najmä vo vzťahu k ochrane a zlepšovaniu kvality vody tohto významného medzinárodného vodného toku, ktorý spolu s tokom Malého Dunaja tvorí hlavnú dotáciu vôd pre Chránenú vodohospodársku oblasť Žitný ostrov a ovplyvňuje podzemné vody Žitného ostrova ako najdôležitejšieho zdroja

pitnej vody na Slovensku. Závažnosť jedného MZV však spočívala v skutočnosti, že išlo o hraničný úsek vodného toku Dunaj s Maďarskou republikou, pričom došlo k znečisteniu spôsobenému únikom ropných látok, ktoré bolo pozorované v dĺžke cca 4 km od mosta Márie Valérie v Štúrove nižšie po prúde predmetného vodného toku. Druhé MZV, nahlásené na vodnom toku Dunaj, sa prejavilo taktiež únikom znečisťujúcich látok ropného charakteru, avšak iba v malom množstve, keď z potopeného plavidla unikali znečisťujúce látky do bazény lodenice spoločnosti Slovenská plavba a prístavy, a. s., v k. ú. Bratislava – Vlčie Hrdlo, pričom priamo k znečisteniu vodného toku Dunaj ropnými látkami nedošlo. V tomto prípade bolo MZV riešené aj za účasti Dopravného úradu, divízie vnútrozemskej plavby, Odboru štátneho odborného dozoru Bratislava v zmysle zákona č. 338/2000 Z. z. o vnútrozemskej plavbe a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, ako plavebná nehoda.

V rámci riešenia MZV inšpekcia podľa ustanovenia § 41 ods. 10 vodného zákona je oprávnená vyžadovať spoluprácu orgánov štátnej správy, pôvodcu, ak je známy, správcu vodného toku, záchranných zložiek integrovaného záchranného systému, ako aj iných právnických osôb a fyzických osôb. V rámci tejto spolupráce môže inšpekcia ustanoviť z týchto zástupcov aj pracovnú skupinu. V roku 2024 z celkového počtu 97 evidovaných MZV inšpekcia požiadala o spoluprácu pri riešení MZV, resp. ustanovila pracovnú skupinu, v 72 prípadoch.

Spolupráca orgánov a organizácií, zúčastňujúcich sa riešenia MZV v roku 2024, bola na požadovanej úrovni vzhľadom na dodržiavanie dohodnutých a zaužívaných postupov v rámci riešenia MZV, ako aj vzhľadom k dlhodobej vzájomnej spolupráci. Taktiež spolupracujúce subjekty rešpektovali požiadavky inšpekcie a nevyskytli sa žiadne vážnejšie problémy. Spolupráca so zástupcami Hasičského a záchranného zboru (ďalej len „HaZZ“) a Policajným zborom Slovenskej republiky (ďalej len „PZ“) sa využíva najmä pri MZV vzniknutých v súvislosti s dopravnými nehodami a úmyselným poškodením zariadení, pri ktorom dochádza k úniku znečisťujúcich látok. Osobitne treba vyzdvihnúť spoluprácu s HaZZ, ktorého príslušníci spolupracujú s inšpekciou pri riešení takmer každého MZV, spojeného s únikom znečisťujúcich látok, a pri odstraňovaní škodlivých následkov MZV poskytujú významnú technickú pomoc. Uvedené skutočnosti dobrej a fungujúcej vzájomnej spolupráce s jednotlivými zložkami integrovaného záchranného systému (IZS) podporuje aj ten fakt, že novelou zákona č. 127/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme v marci 2023 sa Slovenská inšpekcia životného prostredia stala menovite ostatnou záchrannou zložkou IZS. V neposlednom rade sa zlepšila aj spolupráca s občanmi SR, a to najmä pri priamom nahlásení MZV inšpekcií, pričom ochotnejšie poskytujú požadované informácie, čo je taktiež dôsledkom dlhodobej informačnej činnosti inšpekcie.

V roku 2024 bola spolupráca na dobrej úrovni aj so správcami vodných tokov – SLOVENSKÝM VODOHOSPODÁRSKYM PODNIKOM, štátnym podnikom, a jeho odštepnými závodmi (ďalej len „SVP, š. p.“), ktorého pracovníci sa zúčastňovali riešenia MZV vzniknutých predovšetkým na vodných tokoch. V rámci ustanovených pracovných skupín sa SVP, š. p.,

prostredníctvom svojich pracovníkov a laboratórií zúčastňoval pri riešení MZV a pre potreby inšpekcie zabezpečoval aj akreditované odbery a analýzy vzoriek odobratých vôd, avšak nie vždy vedel zabezpečiť okamžitý výjazd svojich pracovníkov a následný odber vzoriek vôd, a to nielen počas sviatkov a dní pracovného pokoja, ale ani počas pracovných dní, vzhľadom na skutočnosť, že pracovníci SVP, š. p., nemali v roku 2024 zabezpečenú nepretržitú pracovnú pohotovosť.

Pri riešení MZV inšpekcia zisťuje pôvodcu MZV, a to preukázaním príčinnej súvislosti s prevádzkovaním zariadenia v čase, keď došlo k MZV. Za spôsobené MZV bolo v roku 2024 pôvodcom MZV uložených v správnom konaní 6 pokút v celkovej výške 15 000 € a v roku 2025 v správnom konaní bude 16 pôvodcom MZV uložená pokuta podľa vodného zákona.

VYBRANÉ PRÍPADY MZV, KTORÉ ZAEVIDOVALA INŠPEKCIA V ROKU 2024:

1. Znečistenie vodného toku Súľovský potok v dôsledku úniku prevádzkových kvapalín (motorového oleja) pri dopravnej nehode havarovaného motorového vozidla na ceste II/533 Gemerská Poloma (Podsúľová) – Hnilec, k. ú. Gemerská Poloma, MZV 152-023-2024-SP SNV zo dňa 29.11.2024.

Dňa 29.11.2024 o 09:49 hod. ohlásil pracovník Integrovaného záchranného systému (ďalej len „IZS“) na IŽP Košice, stále pracovisko Spišská Nová Ves, OIOV (ďalej len „OIOV Košice, SP SNV“), únik prevádzkových kvapalín z havarovaného osobného motorového vozidla do vodného toku Súľovský potok na ceste II/533 Gemerská Poloma (Podsúľová) – Hnilec.

Riešením MZV OIOV Košice, SP SNV bolo zistené, že vodič osobného motorového vozidla, zn. Volkswagen Passat, nezvládol riadenie a zišiel mimo vozovku až do koryta vodného toku Súľovský potok. Pri náraze došlo k poškodeniu prednej časti osobného motorového vozidla a následne k úniku znečisťujúcich látok (motorového oleja) v objeme cca 5 litrov.

Na mieste ohláseného MZV zasahovali v súčinnosti s OIOV Košice, SP SNV, príslušníci Okresného riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru Rožňava (ďalej len „OR HaZZ Rožňava“), ktorí vykonali bezprostredné opatrenia na zmiernenie škodlivých následkov, na znečistené miesta aplikovali sorpčný materiál, vo vodnom toku osadili sorpčné hady a vytvorili nornú stenu s cieľom zabrániť šíreniu znečistenia a úniku prevádzkových kvapalín do nižších častí povrchového vodného toku Súľovský potok, nakoľko v čase vzniku MZV pôvodca MZV nebol známy. Následne bolo havarované vozidlo vytiahnuté a uložené na asfaltový povrch vozovky. Na vozidle boli vykonané protipožiarne opatrenia a pod vozidlo boli uložené sorbčné koberce. Taktiež na mieste zasahovali príslušníci Dopravného inšpektorátu oddelenia Policajného zboru Rožňava (ďalej len „PZ Rožňava“), ktorí objasňovali dopravnú nehodu. OIOV Košice, SP SNV bola dňa 06.12.2024 doručená Správa OR HaZZ Rožňava o vykonanom zásahu.

Riešením MZV a obhliadkou širšieho okolia zasiahnutej lokality bolo OIOV Košice, SP SNV taktiež zistené, že vodný tok Súľovský potok sa nachádza v ochrannom pásme 1. stupňa a slúži ako vodný zdroj pre Východoslovenskú vodárenskú spoločnosť, a. s., Závod Rožňava (ďalej len „VVS, a. s., Závod

Rožňava“). Ďalej bolo zistené, že vo vzdialenosti cca 2 000 m od miesta dopravnej nehody sa nachádza úpravňa pitnej vody VVS, a. s., Závod Rožňava. Z uvedeného dôvodu príslušníci OR HaZZ Rožňava informovali o dopravnej nehode dispečing VVS, a. s., Závod Rožňava. Bezodkladne po oznámení pracovníci VVS, a. s., Závod Rožňava prerušili – pozastavili odber vody z vodného toku Súľovský potok do úpravne pitnej vody, ako aj odber vody z úpravne vody do verejnej vodovodnej siete. Následne bolo zabezpečené zásobovanie obcí Gemerská Poloma, Betliar, Nadabula a časť mesta Rožňava z vodojemu Kalvária, z vodárenských zdrojov Slavec. Vzniknutá situácia bola bezodkladne nahlásená Regionálnemu úradu verejného zdravotníctva v Rožňave. Pracovníci VVS, a. s., Závod Rožňava, zabezpečili odber vzoriek vody z viacerých odberných miest, a to Podsúľová surová voda, Podsúľová akumulačná nádrž, vodojem Gemerská Poloma, vodojem Betliar, vodojem Nadabula a vodojem Kalvária. Z vykonaných laboratórnych rozborov odobratých vzoriek vôd bolo zistené prekročenie v ukazovateli TOC (celkový organický uhlík) – medzná hodnota. Z uvedeného dôvodu spoločnosť VVS, a. s., Závod Rožňava, zabezpečovala v dňoch 29.11.2024 – 2.12.2024 čistenie stavidla, filtrov, akumulačnej nádrže na úpravni pitnej vody Podsúľová. Následne boli dňa 3.12.2024 odobraté z úpravne vody Podsúľová kontrolné vzorky s vyhovujúcimi hodnotami všetkých sledovaných ukazovateľov. Dňa 6.12.2024 bola obnovená dodávka pitnej vody z vodárenského zdroja Súľovský potok.

Na základe zistených skutočností a vzhľadom k tomu, že pôvodcom MZV bola fyzická osoba, OIOV SP SNV sankčný postih neuložil, avšak predmetnú vec postúpil na doriešenie Okresnému úradu Rožňava.

V tejto súvislosti inšpekcia zdôrazňuje potrebu vzájomnej súčinnosti a spolupráce jednotlivých orgánov štátnej správy s cieľom zabezpečiť ochranu životného prostredia, ako aj zdravia obyvateľstva.



Obr. č. 1 Znečistenie vodného toku Súľovský potok ropnými látkami, osadenie sorpčných hadov

2. Znečistenie vodného toku Žiarsky kanál v dôsledku nedovoleného vypúšťania odpadových vôd s obsahom znečisťujúcich látok (nerozpustné látky) v lokalite Pod Kortinou, k. ú. Žiar nad Hronom, MZV 053-010-2024-BB zo dňa 2.5.2024.

Dňa 2.5.2024 o cca 9:30 hod. nahlásil člen Miestnej organizácie Slovenského rybárskeho zväzu, Žiar nad Hronom (ďalej len „MO SRZ“), na IŽP Banská Bystrica, OIOV (ďalej len „OIOV Banská Bystrica“) znečistenie vodného toku Žiarsky kanál do biela, v lokalite Pod Kortinou, k. ú. Žiar nad Hronom.

OIOV Banská Bystrica následne požiadal Obvodné oddelenie Policajného zboru, Žiar nad Hronom (ďalej len „OO PZ“) o spoluprácu a v súlade s ustanovením § 41 ods. 10 vodného zákona ustanovil pracovnú skupinu zloženú zo zástupcov SVP, š. p., a OO PZ.

Príslušníci OO PZ spoločne s SVP, š. p., ešte pred príchodom OIOV Banská Bystrica na miesto vzniku MZV vykonali vizuálnu obhliadku vodného toku Žiarsky kanál, pričom zistili, že biele znečistenie vodného toku začína pri miestnom zimnom štadióne a že kanalizačná šachta na parkovisku pred zimným štadiónom bola taktiež bielo zafarbená.

Pracovná skupina za účasti OIOV Banská Bystrica následne vykonala vizuálnu obhliadku zimného štadióna, pričom zistila, že štadión ukončil pred pár dňami zimnú prevádzku (rozpustil ľad) a dňa 2.5.2024 sa vykonávalo čistenie betónovej plochy vnútri zimného štadióna. Bolo zistené, že pred zimnou sezónou sa na betónovú plochu aplikuje biela suspenzia, ktorá slúži na vytvorenie bielej plochy pod ľadom a **následne sa na nej vytvára ľadová plocha**. Riešením bolo zistené, že v roku 2023 bola na betónovú plochu aplikovaná **biela suspenzia True White PREMIUM Ice Paint**, ktorá je vyrábaná v Kanade. Na základe *Karty bezpečnostných údajov* bolo zistené, že True White PREMIUM Ice Paint obsahuje 7 – 13% TiO_2 – minerál (nazývaný aj **titánová beloba**), ktorý je nerozpustný vo vode.

Riešením MZV bolo ďalej zistené, že na zimnom štadióne je vybudovaná sedimentačná nádrž, do ktorej pri roztápaní ľadovej plochy steká odpadová voda s obsahom farbiva a kde dochádza k sedimentácii aplikovaných farieb a suspenzií, pričom takto „odsedimentovaná“ voda sa následne vyčerpáva do verejnej kanalizácie. OIOV Banská Bystrica zistil, že dňa 2.5.2024 na betónovej ploche vo vnútri zimného štadióna sa ľad už nenachádzal, odpadové vody z čistenia betónovej plochy vo vnútri štadióna však neboli vypúšťané do sedimentačnej nádrže.

Následne riešením MZV bolo zistené, že dňa 2.5.2024 bolo vykonávané čistenie betónovej plochy vo vnútri zimného štadióna zametacím strojom, t. j. odpadová voda z čistenia betónovej plochy (obsahujúca bielu suspenziu True White PREMIUM Ice Paint) bola z betónovej plochy odčerpávaná týmto strojom, pričom po ukončení prác následne odpadovú vodu (obsahujúcu bielu suspenziu True White PREMIUM Ice Paint) pracovníci vypustili do šachty na parkovisku zimného štadiónu, nakoľko predpokladali, že ide o šachtu verejnej kanalizácie.

Riešením MZV bolo ďalej zistené, že šachta, do ktorej pracovníci vypustili odpadovú vodu, bola zaústená do vodného toku Žiarsky kanál, ktorý je po 350 m zaústený do vodného toku Hron (rkm 129,599). Okolie šachty na parkovisku bolo taktiež znečistené bielou suspenziou.



Obr. č. 2 Znečistená kanalizačná vpusť bielou nerozpustnou látkou



Obr. č. 3 Znečistený vodný tok Žiarsky kanál

OIOV Banská Bystrica v súčinnosti s pracovníkom SVP, š. p., následne vykonali vizuálnu obhliadku Žiarskeho kanála, ktorou bolo zistené, že vodný tok Žiarsky kanál je až po zaústenie do vodného toku Hron bielo zakalený, pričom intenzita zakalenia postupne klesala. Dňa 2.5.2024 o cca 10:50 hod. už nedochádzalo k vypúšťaniu odpadových vôd

do vodného toku Žiarsky kanál. Znečistenie vodného toku Hron takisto nebolo pozorované, taktiež nebol zaznamenaný úhyn rýb v Žiarskom kanály.

OIOV Banská Bystrica za prítomnosti pracovníka SVP, š. p., vykonal aj odber bodových vzoriek vôd, ktoré boli vyhodnotené v akreditovanom laboratóriu SVP, š. p., pričom na základe predložených laboratórnych výsledkov rozborov odobratých vzoriek vôd bolo zistené, že v dôsledku vzniku MZV došlo vo vodnom toku Žiarsky kanál k 2,3-násobnému zvýšeniu koncentrácie v ukazovateli nerozpustné látky (NL). Riešením MZV bolo jednoznačne zistené, že dňa 2.5.2024 došlo k vypúšťaniu odpadových vôd s obsahom nerozpustných látok (biela suspenzia True White PREMIUM Ice Paint) do vodného toku Žiarsky kanál bez povolenia orgánu štátnej vodnej správy, ktoré sa vo vodnom toku Žiarsky potok prejavilo bielym zafarbením vôd a prítomnosťou nerozpustných látok vo vodnom toku. Za uvedené MZV bola uložená pokuta vo výške 2 000 eur.

3. Ohrozenie podzemných vôd v dôsledku neovládateľného úniku znečisťujúcich látok (jablkovej šfavy) z nákladného priestoru motorového vozidla zahraničného prepravcu na cestné teleso a na nespevnený terén (pôdu) v dôsledku dopravnej nehody, k. ú. Chmeľov, MZV 135-037-2024-KE zo dňa 17.10.2024.

Dňa 17.10.2024 o 10:30 hod. bolo na IŽP Košice, OIOV (ďalej len „OIOV Košice“) ohlásené znečistenie v dôsledku úniku znečisťujúcej látky (100% jablková šfava) značného rozsahu na ceste v extraviláne obce Chmeľov a na priľahlý nespevnený terén (pôdu).

OIOV Košice za účasti príslušníkov HaZZ a PZ SR vykonali vizuálnu obhliadku miesta ohláseného MZV, pričom bolo zistené, že počas jazdy nákladného motorového vozidla zahraničného pôvodcu (Moldavská republika) do kopca došlo k poškodeniu plastového vaku, v ktorom prevážal 20 m³ 100% jablkovej šfavy, a následnému úniku tejto znečisťujúcej látky (jablkovej šfavy) na cestné teleso a jej stekaniu do cestného rigola. Riešením MZV bolo zistené, že pri dopravnej nehode došlo k úniku 100% jablkovej šfavy do pôdy **v množstve cca 5 000 litrov na plochu cca 150 m².**

Príslušníci HaZZ následne vykonali bezprostredné opatrenia na zneškodnenie a odstránenie škodlivých následkov MZV. Na zasiahnuté miesto aplikovali sorpčný materiál, pričom 100% jablková šfava bola z poškodeného vaku prečerpaná do náhradnej autocisterny a odvezená na likvidáciu v zmysle zákona o odpadoch. Vzhľadom na skutočnosť, že pôvodca MZV nemal prostriedky ani sily na odstránenie škodlivých následkov MZV, požiadal o spoluprácu spoločnosť Slovak assistance, s. r. o., aby zabezpečila vykonanie následných opatrení na odstránenie škodlivých následkov MZV a uviedla miesto znečistenia do pôvodného stavu. Dňa 18.10.2024 spoločnosť Slovak assistance, s. r. o., telefonicky informovala OIOV Košice, že miesto dopravnej nehody bolo vyčistené od znečisťujúcich látok a uvedené do pôvodného stavu, pričom boli vykonané opatrenia realizované v plnom rozsahu.

Následne OIOV Košice vizuálnou obhliadkou širšieho okolia zasiahnutej lokality konštatoval, že v blízkosti zasiahnutého miesta MZV nedošlo k znečisteniu povrchových ani podzemných vôd. Miesto vzniku MZV sa nenachádzalo v CHVO



Obr. č. 4 Unikajúca znečisťujúca látka z nákladného motorového vozidla

ani v PHO. Včasnou realizáciou sanačných prác nedošlo k znečisteniu povrchových ani podzemných vôd. Vykonané sanačné práce plne postačovali a OIOV Košice nevydával ďalšie opatrenia.

Na základe výsledkov riešenia MZV bol ako pôvodca MZV jednoznačne identifikovaný zahraničný dopravca, t. j. moldavská spoločnosť, ktorá dňa 17.10.2024 zaobchádzala so znečisťujúcou látkou (jablkovou šťavou)



Obr. č. 5 Záseh príslušníkov HaZZ pri odstraňovaní následkov MZV

v rozpore s ustanovením § 39 ods. 2 vodného zákona, pričom došlo k neovládateľnému úniku tejto znečisťujúcej látky a tým k vzniku MZV podľa ustanovenia § 41 ods. 1 vodného zákona. Pôvodca MZV v dôsledku dopravnej nehody na ceste v extraviláne obce Chmeľov spôsobil MZV, ktoré sa prejavilo únikom znečisťujúcich látok na cestné teleso a následne na nespevnený terén vedľa cesty.

VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA BRATISLAVA
Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
Asociácia vodárenských spoločností
Asociácia čistiarenských expertov SR
Slovenská vodohospodárska spoločnosť, člen ZSVTS
Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri VÚVH Bratislava, člen ZSVTS

vás pozývajú na
14. bienálnu konferenciu s medzinárodnou účasťou

REKONŠTRUKCIE STOKOVÝCH SIETÍ A ČISTIARNÍ ODPADOVÝCH VÔD

PODBANSKÉ, 20. – 22. október 2025

Vybrané tematické okruhy konferencie:

- plnenie záväzkov vyplývajúcich zo smernice Rady 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd
- nové požiadavky podľa smernice EP a Rady (EÚ) 2024/3019 o čistení komunálnych odpadových vôd
- legislatívne a koncepcné východiská pre výstavbu a modernizáciu stokových sietí a ČOV
- financovanie stokových sietí a ČOV vrátane možností čerpania fondov EÚ
- rekonštrukcia, intenzifikácia a obnova stokových sietí a ČOV
- inovatívne metódy čistenia odpadových vôd vrátane prírode blízkych riešení a spracovania kalov
- prevádzkové skúsenosti z rekonštruovaných ČOV a stokových sietí, špecifiká prevádzky priemyselných ČOV
- ďalšie...

Dôležité termíny:

- 07/2025** zverejnenie druhého cirkulára a programu konferencie
do 22. 09. 2025 zaslanie príspevkov a podkladov pre reklamu na uverejnenie v zborníku
do 30. 09. 2025 zaslanie záväzných prihlášok účastníkov a firiem

Pre aktuálne informácie
naskenujte QR kód:



Viac informácií na: www.vuvh.sk



ČESKÉ PLAVEBNÍ A VODOCESTNÉ SDRUŽENÍ
a
SLOVENSKÝ PLAVEBNÝ KONGRES

ve spolupráci se státním podnikem Povodí Labe
pořádají v Litoměřicích ve dnech
23. – 25. září 2025
konferenci s mezinárodní účastí

32. PLAVEBNÍ DNY

pod záštitou
Mgr. Martina Kupky
ministra dopravy
a
Mgr. Marka Výborného
ministra zemědělství



Podrobnější informace na webu www.pla.cz/plavebnidny

Slovenská vodohospodárska spoločnosť, člen ZSVTS
Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri VÚVH
Bratislava, člen ZSVTS
Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava
Národné referenčné laboratórium pre oblasť vód na Slovensku
Slovenská asociácia vodárenských expertov
Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností
Slovenský národný komitét IWA
OS Vodárenstvi pri Asociácii pro vodu Č

ZRUŠENÉ

Vas...
na
XLIII. ročník konferencie
so zahraničnou účasťou
"Nové analytické metódy
v chémii vody"
HYDROCHÉMIA 2025



1. cirkulár
23. 9. – 24. 9. 2025
Bratislava

Bližšie informácie na: www.vuvh.sk

KURZ VODOHOSPODÁROV II.

Termín konania kurzu: 29. 9. – 3. 10. 2025

Cena: 400 Eur / osoba

Miesto konania:

VÚVH, Nábrežie armádneho generála L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava

PROGRAM KURZU:

Kurz je určený na prehĺbovanie poznatkov z vybraných oblastí vodného hospodárstva, pričom sa predpokladá, že účastník má viacročnú prax a odborné vzdelanie vo vodnom hospodárstve alebo absolvoval I. stupeň kurzu vodohospodárov. Kurz má trvanie päť dní, z toho jeden deň je vyhradený na odbornú exkurziu. Po ukončení kurzu účastník získa potvrdenie o absolvovaní kurzu.

Ak má účastník záujem, po absolvovaní Kurzu vodohospodárov II. môže vypracovať prácu, ktorá rieši vybraný problém vysielajúcej organizácie, a po jej obhájení pred komisiou špecialistov získa účastník „Osvedčenie vodohospodára“.

PRIHLÁŠKA:

Záväznú prihlášku prosíme vyplniť najneskôr do 29. 8. 2025 prostredníctvom QR kódu.



Mgr. Adriána Kušnier Palugová
adriana.palugova@vuvh.sk
Tel. č. 02/59 343 371

Ing. Erika Remešicová, PhD.
erika.remesicova@vuvh.sk
Tel. č. 02/59 343 349

Novinky v slovenských technických normách

Mgr. Daša Borovská,
Výskumný ústav vodného hospodárstva

V máji a júni 2025 vyšlo päť nových slovenských technických noriem v oblasti vodného hospodárstva:

STN EN 805: 2025 (75 5403) Vodárenstvo. Požiadavky na systémy a súčasti vodovodov mimo budov

Táto norma je revíziou STN EN 805 z roku 2001. Špecifikuje všeobecné požiadavky na vodárenské systémy mimo budov zahŕňajúce potrubia a prípojky pitnej vody a potrubia surovej vody, pričom do predmetu normy nepatria úpravné vôd. Norma zahŕňa aj všeobecné požiadavky na súčasti potrubí a na ich inštaláciu, skúšanie na mieste a uvedenie do prevádzky. STN EN 805 vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 17899: 2025 (75 7382) Kvalita vody. Spektrofotometrické stanovenie chlorofylu-a použitím extrakcie etanolom na rutinné monitorovanie kvality vody

Táto STN opisuje spektrofotometrickú metódu stanovenia obsahu chlorofylu-a upraveného na feopigmenty ako miery množstva fytoplanktónu, a to pre všetky typy povrchovej vody. Norma vyšla v slovenskom jazyku a ruší anglickú verziu STN EN 17899: 2024.

STN EN 17892: 2025 (75 7568) Kvalita vody. Stanovenie vybraných per- a polyfluóralkylových látok v pitnej vode. Metóda kvapalinovej chromatografie/tandemovej hmotnostnej spektrometrie (LC-MS/MS)

Táto norma špecifikuje metódu stanovenia rozpustenej frakcie vybraných perfluóralkylových a polyfluóralkylových látok (PFAS) v nefiltrovannej pitnej vode pomocou kvapalinovej chromatografie s tandemovou hmotnostnou spektrometriou

(LC-MS/MS). Norma umožňuje analýzu tých 20 PFAS, ktoré sú uvedené v prílohe III smernice EÚ o pitnej vode č. 2020/2184 na účely sledovania limitnej hodnoty pre súčet PFAS. Okrem toho sa môžu pomocou tejto STN analyzovať aj alternatívy a náhrady týchto látok PFAS. Norma vyšla v slovenskom jazyku a ruší anglickú verziu STN EN 17892 z roku 2024.

STN EN 17978: 2025 (75 8130) Výrobky používané na úpravu pitnej vody a vody v bazénoch. Sklenené guľôčky a sklenený granulát

Táto norma sa vzťahuje na sklenené guľôčky a sklenený granulát určené na úpravu vody na ľudskú spotrebu, vody v bazénoch a/alebo kúpeľoch. Opisuje vlastnosti sklenených guľôčok a skleneného granulátu, špecifikuje požiadavky a príslušné skúšobné metódy a všeobecné pravidlá týkajúce sa bezpečnosti. Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 901: 2025 (75 8401) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chlórnan sodný

Táto STN platí na chlórnan sodný, ktorý sa používa pri úprave vody na pitnú vodu. Opisuje charakteristiky chlórnanu sodného a špecifikuje pre tento produkt požiadavky a zodpovedajúce skúšobné metódy. Uvádza pravidlá bezpečnej manipulácie a bezpečného používania tohto produktu. Norma vyšla v anglickom jazyku, pripravuje sa preklad do slovenčiny.



56.

MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA
VODOHOSPODÁROV V PRIEMYSE

10.-12. novembra 2025
Hotel Sitno, Vyhne

www.vodohospodari.sk

50 ROKOV VÝKONU ODBORNÉHO TECHNICKO-BEZPEČNOSTNÉHO DOHL'ADU

**Hotel GRAND Jasná,
Demänovská Dolina
20. – 22. október 2025**

PREDBEŽNÝ PROGRAM KONFERENCIE

20. 10. 2025

- 12.00-13.00 Registrácia
- 13.00-17.00 I. okruh prednášok
- 19.00-23.00 Spoločenský večer

21. 10. 2025

- 9.00-12.00 II. okruh prednášok
- 13.00-17.00 III. okruh prednášok
- 18.00-23.00 Diskusný večer

22. 10. 2025

- 9.00-14.00 Exkurzia

TEMATICKÉ OKRUHY KONFERENCIE

I. História, súčasnosť, perspektívy technicko-bezpečnostného dohľadu

- História TBD a špecializovaných meraní
- Súčasné prístupy k bezpečnosti vodných stavieb
- Skúsenosti z výkonu TBD a dozoru štátnej vodnej správy

II. Aktuálne otázky bezpečnosti vodných stavieb

- Starnutie vodných stavieb, ich technológií a merných zariadení
- Rekonštrukcie vodných stavieb, rekultivácie odkalísk a výkon TBD
- Metódy a postupy monitorovania vodných stavieb a konštrukcií
- Automatizované systémy monitorovania, varovania a vyrozumenia

III. Bezpečnosť vodných stavieb počas povodní

- Posudzovanie bezpečnosti vodných stavieb pri povodňovom zaťažení
- Poznatky z výkonu TBD počas povodňovej aktivity
- Vodné stavby a zmena klímy

Dôležité termíny:

Zaslanie abstraktov 31.3.2025

Akceptácia abstraktov 15.4.2025

Zaslanie príspevkov 15.7.2025

Podrobné informácie o možnosti prihlásenia na konferenciu a o rezervácii ubytovania budú zverejnené v II. cirkulári

Organizátori

Bližšie informácie na:

<https://www.vodohospodari-oz.sk/50tbd/>

