



7-8 / 2022

VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie







Vážení čitatelia,

Vodný plán Slovenska, ktorý schválila vláda SR 11. mája 2022, je hlavným plánovacím nástrojom pri využívaní a ochrane vôd a ide už o druhú aktualizáciu od roku 2009. Jeho jadrom je hodnotenie stavu vôd a program opatrení zameraný na dosiahnutie environmentálnych cieľov.

Slovenská republika má dlhodobý problém v dosahovaní aspoň dobrého stavu vôd. Zo všetkých útvarov podzemnej vody je dnes v dobrom stave 75% a pri povrchových vodách je to dokonca iba 39% vodných útvarov.

Hlavnými príčinami nedosahovania stanovených cieľov sú nedostatočne čistené komunálne odpadové vody či nadmerné používanie hnojív a prostriedkov na ochranu rastlín, alebo ich zlý manažment. Významné zdroje ohrozenia vôd predstavujú aj neriešené environmentálne záťaž a čierne skládky komunálneho odpadu. Zlý ekologický stav vodných tokov spôsobujú najmä v minulosti vykonané úpravy vodných tokov alebo vodné stavby, ktoré sú migračnými bariérami pre živočíchy v tokoch.

Z hodnotenia stavu vôd, analýzy ich príčin, ako aj vinou časovej náročnosti prípravy všetkých potrebných opatrení je zrejmé, že Slovenská republika bude mať veľké ťažkosti s plnením cieľa – dosiahnuť do roku 2027 aspoň dobrý stav vodných útvarov na našom území.

K zásadnému zlepšeniu stavu našich vôd sa môžeme dopracovať iba systematickou činnosťou na základe komplexného prístupu a kombinácie viacerých opatrení na každom vodnom útvare.

Zo všetkých doteraz nesplnených záväzkov vyplývajúcich z európskej legislatívy sme sa zatiaľ najväčmi priblížili k splneniu povinnosti čistenia odpadových vôd v aglomeráciách nad 2 000 obyvateľov. V menších obciach sa podpora štátu na čistenie odpadových vôd bude sústreďovať najmä na dobudovanie infraštruktúry v chránených vodohospodárskych oblastiach a dokončenie rozostavaných akcií.

Z ďalších opatrení sa už dnes zintenzívňujú práce na revitalizáciách tokov, bude pokračovať spriechodňovanie a odstraňovanie bariér na tokoch či obnova mokradí.

Oveľa väčšiu pozornosť bude treba venovať lesohospodárskym činnostiam pre ich vplyv na zvyšovanie povodňových rizík a miestne aj na vodárenské zdroje.

Jednou z príčin, prečo Slovensko dosiaľ nenapredovalo v dosahovaní dobrého stavu vôd, je i fakt, že od roku 2015 neexistoval na politickej úrovni rámcový dokument, ktorý by určil stratégiu vodného hospodárstva. Tento deficit sme napravili vytvorením *Koncepcie vodnej politiky Slovenska*, ktorú prijala vláda SR 1. júna 2022. Keďže sa vodný plán pripravoval paralelne s koncepciou, sú tieto dokumenty zosúladené a spolu tak tvoria základ na vykonávanie potrebných opatrení.

Chcel by som sa poďakovať všetkým kolegyniam, kolegom, expertkám a expertom, zo štátnej sféry, samospráv, z podnikateľského sektora aj občianskej verejnosti, ktorí svojou prácou prispeli k vytvoreniu a prijatiu *Vodného plánu Slovenska* a *Koncepcie vodnej politiky Slovenska*. Vďaka ich zaniu a profesionálnemu prístupu sa nám podarilo položiť nový základ na dlhodobú spoločnú prácu v záujme ochrany a udržateľného využívania vôd

Ing. Roman Havlíček
generálny riaditeľ Sekcie vôd
Ministerstva životného prostredia SR

© Vodohospodársky spravodajca

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 65

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

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

Redakčná rada: Ing. Marián Bocák, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Pavel Hucko, CSc. (predseda), Ing. Tomáš IČ, prof. Ing. Ľuboš Jurík, PhD., Ing. Danica Lešková, PhD., Mgr. Eva Polakovičová, Ing. Jana Poárová, PhD., Ing. Andrej Šille, prof. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Danka Thalmeinerová, CSc., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD.

Dátum vydania: júl 2022

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Rimarčíková

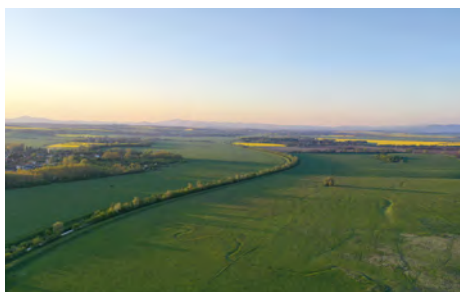
Grafické spracovanie a tlač: Polygrafické centrum, www.polygrafcentrum.sk

Príspevky sú recenzované.

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

Pravidlá písania do Vodohospodárskeho spravodajcu nájdete na www.zzv.sk
Informácie o spracúvaní osobných údajov poskytované podľa čl. 13 a 14 Nariadenia nájdete na stránke www.zzv.sk

Evidenčné číslo: EV 3499/09
ISSN: 0322-886X



- 3** Úvodník
Editorial
R. Havlíček

- 5** Konferencia Nové trendy v úprave vody a v systémoch zásobovania pitnou vodou, Horný Smokovec, Vysoké Tatry
Conference New trends in water treatment and in drinking water supply systems, Horný Smokovec, Vysoké Tatry
D. Barloková, J. Ilavský

- 6** 20. Slovenská hydrogeologická konferencia
20th Slovak Hydrogeological Conference
A. Patschová

- 7** Konferencia Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia
Conference Influence of Anthropogenic Activities on Water Regime of Lowland Territory
Š. Rehák, K. Kňava, D. Abaffy

- 8** Rieka Morava a jej záplavové lúky sú výnimočné.
Chystá sa obnova pôvodných brehov a meandrov
Morava River and its floodplains are exceptional.
Restoration of its shores and meanders will happen.
A. Settey Hajdúchová, M. Bocák

- 10** Všeobecný pohľad na nové ukazovatele pitnej vody
A general view of new indicators for drinking water
J. Ilavský, D. Barloková

- 16** Výskyt siníc na vodárenskej nádrži Turček
Occurrence of cyanobacteria of the Turček water reservoir
P. Mikula

- 24** Obnova mokradí – jazero Veľká Krčava a Žitavský luh
Wetland restoration – Velka Krcava and Zitavsky luh (Acronym: 2WetRest)
E. Kolesárová, K. Farbiaková, S. Varga, J. Gúgh, M. Repel

- 28** Hodnotenie trendov vývoja kvality povrchových vôd v základných ukazovateľoch znečistenia v UP ČPSÚD na Slovensku v období rokov 1989 – 2020, samostatne v období rokov 2011 – 2020 a 2018 – 2020
Evaluation of surface water quality trends in basic indicators of pollution in outfall monitoring sizes of the sub-basin of the Danube river basin district in Slovakia in the period 1989 – 2020, separately in the period 2011 – 2020 and 2018 – 2020
K. Kucman

- 38** Normy STN
Slovak technical standards
D. Borovská

Foto na 1. a 4. strane obálky: Ranná rosa, Oliver Skukálek
Foto na 2. strane obálky: Zelené pleso, M. Rimarčíková

Konferencia Nové trendy v úprave vody a v systémoch zásobovania pitnou vodou, Horný Smokovec, Vysoké Tatry

prof. Ing. Danko Barloková, PhD., prof. Ing. Ján Ilavský, PhD.
Slovenská asociácia vodárenských expertov

V dňoch 6. – 7. apríla 2022 zorganizovala Slovenská asociácia vodárenských expertov (SAVE) konferenciu *Nové trendy v úprave vody a v systémoch zásobovania pitnou vodou*, ktorá bola 8. pokračovaním konferencií *Modernizácia a optimalizácia úpravnej vôd v Slovenskej republike*. Vzhľadom na pandemickú situáciu, keď bola v ostatných 2 rokoch obmedzená komunikácia odborníkov v oblasti pitnej vody, zahŕňala široké spektrum aktuálnych tém.

Konferencia bola určená pracovníkom z odboru vodárenstva, prevádzkovateľom verejných vodovodov aj malých obecných vodovodov, zástupcom obcí, pracovníkom štátnej správy v oblasti životného prostredia a verejného zdravotníctva, vedeckým, odborným a technickým pracovníkom, zástupcom škôl a študentom, ako i ďalším, ktorí sa zaoberajú problematikou pitnej vody.

Záujem o toto podujatie bol veľký, čoho dôkazom je 180 účastníkov. Predvečer konferencie 5. apríla bol venovaný diskusii na tému *Slovensko prijíma nové prístupy k dodávaniu pitnej vody – čo prináša nová smernica prevádzkovateľom vodovodov*, ktorú viedli Ing. Matúš Galík, PhD., z Podtatranskej vodárenskej prevádzkovej spoločnosti, Ing. Karol Munka, PhD., z VÚVH, RNDr. Zuzana Valovičová z ÚVZ SR a Viliam Šimko. Záštitu nad konferenciou prevzal primátor mesta Vysoké Tatry Ing. Ján Mokoš, ktorý sa účastníkom prihovril v úvode konferencie.

Program konferencie bol bohatý na príspevky, 28 prednášok bolo zaradených do niekoľkých tematických okruhov:

- **Požiadavky novej európskej smernice o pitnej vode** a ich implementácia do národných právnych predpisov. Prednášky sa venovali zmenám, ktoré čakajú dodávateľov pitnej vody, všeobecnému pohľadu na nové ukazovatele na pitnú vodu, PFAS v pitných vodách, manažmentu rizík, analýze a posudzovaniu rizík verejných vodovodov a optimalizácii úpravnej vôd na podmienky Smernice EP a Rady EÚ 2020/2184.
- **Vodárenské zdroje a ich ochrana** – trendy vo vývoji kvality a kvantity, riziká znečisťujúcich látok a ich vplyv na kvalitu vody vo vodárenských zdrojoch. V tejto sekcii odzneli prednášky o výskyte siníc v našich vodárenských nádržiach, o problémoch ochranných pásiem a v závere sa podčiarkla nevyhnutnosť kontinuálneho merania kvality vody, ktorá je základným predpokladom výroby zdravotne bezpečnej pitnej vody.
- **Technologické postupy pri úprave a dezinfekcii vody** – v tejto časti konferencie sa so svojimi skúsenosťami s mo-



Účastníci konferencie

dernizáciou úpravnej vôd podelili kolegovia z Česka a niekoľko prednášok sa zaoberalo využitím membránových technológií pri získavaní kvalitnej pitnej vody.

- **Kvalita vody a faktory ovplyvňujúce kvalitu pitnej vody** – tento záverečný blok sa venoval kvalite pitnej vody na Slovensku v roku 2020, ako aj dôležitosti kvality materiálov určených na styk s pitnou vodou.

Súčasnou konferencie boli firemné prezentácie – Envipur, Prominent Slovensko, Eurowater, Eurofins, Merck, ALS Slovakia a posterová sekcia, na 5 posteroch prezentovali svoju prácu mladí pracovníci z Úradu verejného zdravotníctva SR a jeden z RÚVZ Poprad. Najmladším účastníkom prezentujúcim svoju bakalársku prácu bola študentka katedry zdravotného a environmentálneho inžinierstva B. Mlynárčiková.

Spoločenský večer obohatili vystúpenia detského folklórneho súboru Galganečka, ktorý si získal srdcia všetkých účastníkov, ako aj majstrov Slovenska športového tanca Kristíny Bajúsovej a Slavomíra Nálepku.

Účastníci konferencie prostredníctvom dotazníka spokojnosti mohli vyjadriť svoje postrehy o organizácii konferencie, čo môže pomôcť organizátorom v ich ďalšej práci.

Toto podujatie v krásnom prostredí Vysokých Tatier v Grand hoteli Bellevue by nebolo možné zorganizovať bez partnerov, ktorí nás finančne podporili, generálnymi partnermi boli Podtatranská vodárenská spoločnosť, Podtatranská vodárenská prevádzková spoločnosť, Envipur a Prominent, rovnako nám pomohli partneri konferencie ECM Ekomonitoring, Stredoslovenská vodárenská spoločnosť, Eurofins, Terratechnik, Enviroline, Hach Lange, Oravská vodárenská spoločnosť, pričom im aj touto cestou veľmi pekne ďakujeme za pomoc. Pevne veríme, že nám pomôžu i v budúcnosti. **Foto: archív SAVE**

20. Slovenská hydrogeologická konferencia

RNDr. Anna Patschová, PhD.

Výskumný ústav vodného hospodárstva

Po viac ako 3 rokoch sa uskutočnilo jedno z významných podujatí pre odborníkov z oblasti podzemných vôd – jubilejná 20. slovenská hydrogeologická konferencia, ktorú tradične organizuje Slovenská asociácia hydrogeológov. Prvýkrát v dlhodobej histórii tejto konferencie bol jej odborným garantom a spoluorganizátorom práve Výskumný ústav vodného hospodárstva. Ústrednou témou boli *Nové výzvy v manažmente a ochrane vôd v meniacich sa podmienkach v 21. storočí*. Konferencia sa konala v dňoch 23. – 26. mája 2022 v Tatranskej Javorine v hoteli Montfort, v malebnom prostredí Belianskych Tatier oplývajúce prírodnými zdrojmi vôd a chránenými územiami umocnil hlavnú tému ochrany vôd a celkovú príjemnú atmosféru podujatia. Takmer 150 odborníkov zo Slovenska, Česka i Poľska si mohlo počas 2 dní v štyroch prednáškových blokoch vypočuť 30 prednášok vrátane 5 zahraničných príspevkov.

Po úvodných príhovoroch prezidenta Slovenskej asociácie hydrogeológov RNDr. Petra Malíka, CSc., generálneho riaditeľa sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR Ing. Petra Cirjáka, generálneho riaditeľa ŠGÚDŠ RNDr. Igora Slaninku, PhD., a riaditeľa odboru hydrológie a hydrotechniky na VÚVH Ing. Dušana Abaffyho, PhD. (v zastúpení generálnej riaditeľky VÚVH Ing. Kataríny Holubovej, PhD.) nasledovala prvá vyzvaná prednáška prof. RNDr. Martina Bednarika, PhD., venovaná 70. výročiu štúdia inžinierskej geológie a hydrogeológie na PriF UK a súčasnému nepriaznivému stavu vo výchove odborníkov hydrogeológie pre prax.

Prvý blok obsahoval nové informácie v oblasti legislatívy a metodických predpisov, koncepcií a plánov na trvalo udržateľné využívanie a ochranu zdrojov podzemnej vody, ktoré prezentovali zástupcovia MŽP SR, MPRV SR a MZ SR (Úradu verejného zdravotníctva). Súčasťou tohto bloku boli aj 2 prezentácie VÚVH (I. Bajkovičová, M. Bubeníková) ako poverenej organizácie MŽP SR s informáciami o pripravenej aktualizácii Vodného plánu SR.

Druhý odborný blok sa zameriaval na konkrétne problémy podzemnej vody ako jedinečného zdroja pitných vôd, či už z hľadiska globálnych klimatických zmien, dokumentovaným regionálnym antropogénnym zmenám na životné prostredie a ich vplyvu na režim, množstvo a kvalitu podzemných vôd, ale i na problematiku interakcie podzemných vôd a povrchových vôd a suchozemských ekosystémov. Bokom nezostali ani minerálne a geotermálne vody, ich využívanie a ochrana. Súčasťou bloku boli aj prezentácie nových metód výskumu a prieskumu využívaných v praxi.

V treťom bloku *Kvalita vody a jej znečistenie pesticídmi, dusíkatými látkami, farmaceutikami a ostatnými nebezpečnými látkami vzbudzujúcimi obavy* sa séria prednášok VÚVH (K. Kučerová, R. Cibulka, J. Klišťinec, A. Patschová, M. Karácsonyová) venovala výsledkom prác a poznatkom

o významných zdrojoch znečistenia a ich dosahom na kvalitu podzemnej vody.

Prvý deň konferencie nabitý informáciami bol osviežujúco zakončený spoločenským večerom pri vynikajúcom jedle v spoločnosti nových, ako aj dlho nevidených kolegov, za sprievodu slovenskej ľudovej hudby. Súčasťou spoločenského večera bolo i ocenenie práce významných jubilujúcich hydrogeológov a udelenie pamätnej medaily SAH za zásluhy o rozvoj hydrogeológie týmto pracovníkom: RNDr. Ján Antal, RNDr., Anton Auxt, RNDr., Katarína Benková, RNDr., Ján Dzúrik, RNDr., Miroslav Holubec, CSc., Mgr. Miloš Kostolanský, Ing. Ladislav Lučivjanský, Mgr. Eva Méryová, Ing. Július Plško, Mgr. Oľga Pospiechová, RNDr. Svetozár Scherer, PhD., RNDr. Pavol Tupý.

Druhý deň bol určený štvrtému bloku *Kontaminované územia miest, environmentálne záťaž a možnosti ich sanácie*, kde odzneli zaujímavé prezentácie z praxe, ako aj prezentácia Ing. Jaromíra Helmu, PhD., zo SAŽP o prioritácii environmentálnych záťaž a aktualizácia Informačného systému environmentálnych záťaž.

V rámci konferencie sa konala i posterová sekcia a reklamné prezentácie. Diskusia pri posteroch bola tematicky rôznorodá, od modelovania transportu tepla cez hodnotenie izotopového zloženia dusičnanov, hydraulických vzťahov útvarov podzemnej vody, účelovej monitorovacej siete až po chemické a mikrobiálne zloženie vôd Dobšinskej ľadovej jaskyne. Viaceré z konferenčných príspevkov vyšli v 1. čísle časopisu *Podzemná voda* 2022.

Bohatý prednáškový program konferencie doplnili aj odborné aktivity, napr. exkurzia v Belianskej jaskyni, kde sa účastníci dozvedeli zaujímavé informácie z geológie a hydrogeológie a mohli obdivovať krásy a abstrakcie, ktoré vznikli spoločným pôsobením vody a času v horninovom prostredí. Posledný deň konferencie sa uskutočnila celodenná odborná exkurzia, počas ktorej účastníci navštívili najnovšie vzniknuté kúpele „Smerďonka“ Červený Kláštor, ktoré využívajú na liečenie stredne mineralizovanú prírodnú vodu s obsahom minerálnych látok (sodík, horčík, vápnik) a solí, s charakteristickým zápachom po sírovodíku, podľa čoho dostali aj názov. Ďalšou zastávkou odbornej exkurzie bola návšteva realizácie hlbokého geotermálneho vrtu v Kežmarku, ktorý má v budúcnosti slúžiť ako zdroj geotermálnej energie na vykurovanie. Na záver exkurzie si mohli účastníci pozrieť zachytené vodárenské zdroje v Tatranskej kotline, využívané vodárenskou spoločnosťou a obcou Lendak.

Organizačnému výboru VÚVH a SAH sa podarilo pripraviť skutočne zaujímavé a príjemné stretnutie nielen pre hydrogeológov, ale aj pre širokú odbornú verejnosť. Všetci sa budeme tešiť na ďalšiu, 21. slovenskú hydrogeologickú konferenciu.

Viac o konferencii sa dozviete na web stránke SAH (link na archív konferencií: <http://sah-podzemnavoda.sk/cms/page.php?7>).

Konferencia Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia

doc. RNDr. Štefan Rehák, CSc., Ing. Karol Kňava, PhD., Ing. Dušan Abaffy, PhD.
Výskumný ústav vodného hospodárstva

Názov VPLYV ANTROPOGÉNNEJ ČINNOSTI NA VODNÝ REŽIM NÍŽINNÉHO ÚZEMIA niesla XI. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou, a ktorá sa uskutočnila na Zemplínskej šírave 24. – 26. mája 2022.

Konferencia sa zamerala na prezentáciu nových poznatkov o vplyve antropogénnej činnosti na hydrologické procesy prebiehajúce v nížinnom území.

Prezentácia bola rozdelená do štyroch sekcií/tém – Fyzikálne aspekty procesu pohybu vody v pôde; Vplyv antropogénnej činnosti na režim povrchových, pôdných a podzemných vôd v nížinnom území; Prejavy extrémov v hydrologických procesoch a Využívanie a kvalita zdrojov povrchových, pôdných a podzemných vôd.

V tretej sekcii sme mali zaradený príspevok s názvom VO-DOHOSPODÁRSKE OPATRENIA V KRAJINE, REGULUJÚCE ODTOKY VODY A ZABRAŇUJÚCE ŠKODÁM SPÔSOBENÝCH PO-VODŇAMI v podaní autorov Štefan REHÁK, Dušan ABAFFY, Karol KŇAVA z Výskumného ústavu vodného hospodárstva.

Konferencia otvorila veľmi zaujímavé a podnetné témy, ktoré by sa dali využiť ako impulz na vytvorenie spoločných projektov zúčastnených organizácií.



Projektová lokalita Veľká Krčava, archív SOS / BirdLife Slovensko
Obrázok je z príspevku na strane 24

Rieka Morava a jej záplavové lúky sú výnimočné

Chystá sa obnova pôvodných brehov a meandrov

¹ Mgr. Andrea Settey Hajdúchová, ² Ing. Marián Bocák

¹ Svetový fond na ochranu prírody, ² SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, š. p.

Morava patrí medzi najvýznamnejšie toky strednej Európy, vzácna je najmä pre vlhké lúky bohaté na rastliny a živočíchy. Jej obraz však ľudia výrazne zmenili, riekou skrátili, odrezali meandre a zmenšili plochu záplavových lúk. Dnešné

projekty na oboch stranách rieky, vrátane prebiehajúceho IP LIFE NATURA 2000, vracajú krajine pôvodnú podobu. Kľúčová je pri obnove tohto územia medzinárodná spolupráca. Je preto dobrou správou, že spoločný záujem o návrat Moravy



Rieka Morava, Devínske Jazero, Tomáš Hulík

do pôvodného stavu v piatok 20. mája 2022 na stretnutí vyjadřili rakúska ministerka a slovenský minister zodpovední za životné prostredie.

Rieka Morava ešte zhruba do 50. rokov 20. storočia tiekla slobodne, vytvárala výrazné meandre a vylievala sa do okolitej riečnej nivy. Postupne však prešla rozsiahlymi zásahmi, pri ktorých došlo k vyrovnaniu a prehĺbeniu koryta a k jeho skráteniu okolo 20 km. Breh rieky bol spevnený takmer po celej dĺžke prevažne lomovým kameňom a došlo k odrezaniu 23 meandrov na rakúskej i slovenskej strane [1]. Úpravy viedli aj k výraznému zmenšeniu pôvodného záplavového územia. Riečna niva sa dnes zaplavuje najmä v čase väčších povodní, inak trpí suchom, staré ramená sa zanášajú a krajina degraduje.

„Územie Moravy je pre svoje hodnoty zapísané na zoznam medzinárodne významných lokalít, jeho ochrana a obnova by mali byť spoločným úsilím štátov, cez ktorých územie rieka preteká. Vitame preto aktuálne vyjadrenie ministra životného prostredia, že rieka Morava bude vyňatá zo zoznamu dopravných tepien a prioritou bude jej obnova. Dôležitou správou je, že záujem vrátiť túto cezhraničnú rieku prírode vyjadrili spoločne slovenský minister a rakúska ministerka pre životné prostredie,“ hovorí Miroslava Plassmann, riaditeľka WWF Slovensko.

Európske krajiny sa dnes snažia vraciť riekam pôvodnú podobu. Výnimkou nie je ani Slovensko. Práve na územie rieky Moravy sa sústreďuje aktuálny **projekt LIFE IP NATURA 2000** [2], na ktorom v tomto území spolupracujú WWF Slovensko, Štátna ochrana prírody SR a Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Cieľom na vybraných úsekoch je uvoľniť brehy rieky a obnoviť niektoré bočné ramená. Projekt okrem Moravy ráta aj s revitalizačnými prácami na jej najvýznamnejšom prítoku Rudave, kde sa budú obnovovať mokrade, rašeliniská a mokradové lúky.

O nevyhnutnosti cezhraničnej spolupráce hovorí aj ďalší z partnerov projektu, riaditeľ CHKO Záhorie Tomáš Olšovský [3]. „Morava je hraničná rieka, preto by bolo ideálne riešiť Moravu komplexne a pripraviť spoločný medzinárodný plán obnovy, ktorý by ju revitalizoval celú, obnovil odrezané meandre, pustil vodu do pôvodných meandrujúcich úsekov a vrátil rieke dynamiku a život. Krajina sa mení rýchlo, dôsledky zmeny klímy sú rýchle, opatrenia na jej zmiernenie sa musia robiť rýchlejšie.“

Realizáciu naplánovaných revitalizačných aktivít má na starosti Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., ktorého generálny riaditeľ Jozef Krška hovorí: „SVP, š. p., sa zapája do projektov, ktorých cieľom je revitalizácia vodných tokov a obnova mokradí podľa aktuálnej požiadavky spoločnosti, pričom musí brať do úvahy problematiku zabezpečenia ochrany životov, zdravia a majetku občanov. Obnova

inundačných území prispieva k protipovodňovej ochrane a napomáha zadržiavaniu vody v krajine, čím sa dosahuje aj zmiernenie negatívnych vplyvov klimatických zmien na krajinu. Štúdia, ktorú v rámci projektu vypracuje WWF Slovensko, vyhodnotí úseky riek vhodné na revitalizáciu a identifikuje úseky významné z hľadiska protipovodňovej ochrany. Na základe štúdie budú navrhnuté opatrenia s ich následnou realizáciou.“

Revitalizačné aktivity prebiehajú aj na rakúskej strane. Nedávno WWF Rakúsko pri obci Marchegg spolu s vodohospodármi z Viadonau a rybármi z Dolnorakúskeho krajinského združenia rybolovu v rámci projektu LIFE + odstránili lomový kameň z brehov rieky na rakúskej strane, obnovili tak nielen vyše 35 ha záplavových lúk a mokradí, ale i dve bočné ramená [4].

Úsek Moravy od sútoku s Dunajom až po obec Brodské je na zozname území chránených Ramsarským dohovorom ako „Niva rieky Moravy“ [5] – zachovalý komplex riečnych ramien, periodických mlák, druhovo bohatých aluviálnych lúk, ostrovcových porastov, lužných lesov, pasienkov a pieskových dún. Lokalita je územím európskeho významu NATURA 2000 a patrí medzi najdôležitejšie stredoeurópske hniezdiská a zimoviská vtáctva. Zistilo sa tu vyše 200 druhov vtákov.

Pripravované revitalizačné opatrenia nielen obnovia brehovú členitosť, vodný režim v okolí a zlepšia biodiverzitu vodných a na vodu viazaných druhov, ale prispievajú aj k zadržiavaniu vody v krajine a k znižovaniu dosahov klimatickej zmeny.

Literatúra:

- [1] Aluviálne lúky rieky Moravy, význam, obnova a manažment: https://daphne.sk/wp-content/uploads/2013/12/morava_kniha_web.pdf.
- [2] P LIFE NATURA 2000: <https://www.minzp.sk/life-natura/>.
- [3] Rozhovor s T. Olšovským o prírodných hodnotách územia a chystaných opatreniach na WWF blogu: <https://slovakia.panda.org/?uNewsID=6397766>.

- [4] Life+ Rvitalizácia dolnej nivy Moravy: <http://www.life-march.at/sk-en.html>.

- [5] Ramsarské lokality na Slovensku: <http://www.sopsr.sk/publikacie/ramsar.pdf>.

Všeobecný pohľad na nové ukazovatele pitnej vody

prof. Ing. Ján Ilavský, PhD., prof. Ing. Danka Barloková, PhD.
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta

Anotácia

Príspevok obsahuje základné charakteristiky nových parametrov kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, uvedených v smernici Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2020/2184, ktorú schválili 16. decembra 2020 a do platnosti vstúpila 12. januára 2021. Cieľom tejto smernice je ochrániť ľudské zdravie pred nepriaznivými účinkami akejkoľvek kontaminácie vody určenej na ľudskú spotrebu zabezpečením jej zdravotnej bezchybnosti a čistoty a zlepšiť prístup k vode určenej na ľudskú spotrebu pre všetkých v EÚ.

ÚVOD

Dňa 12. januára 2021 vstúpila do platnosti nová smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) pod označením 2020/2184 o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu (po 22 rokoch). Proces jej schvaľovania na úrovni EÚ trval od februára 2018, keď Európska komisia predložila členským štátom únie prvý návrh dokumentu. Smernica 2020/2184 vychádza z prehodnotenia predchádzajúcej smernice rady EÚ č. 98/83/ES o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu a je v súlade s odporúčaniami Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO). Transpozícia do legislatívy Slovenskej republiky by sa mala uskutočniť do dvoch rokov. Zmeny sa dotknú nielen zákona o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia (č. 355/2007 Z. z.) a jeho vykonávacích vyhlášok, ale aj zákona o vodách (č. 364/2004 Z. z.) a zákona o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách (č. 442/2002 Z. z.) a ich vykonávacích vyhlášok.

Nová smernica sa dotkne všetkých, ktorí sa problematikou pitnej vody zaoberajú. Niektoré parametre v nej uvedené už boli zahrnuté v našej legislatíve, napr. vo vyhláske Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 247/2017 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou.

Čo je nové, prípadne zmenené z hľadiska kvality pitnej vody v novej smernici?

V nasledujúcich tabuľkách sú porovnané limitné hodnoty v pôvodnej smernici EÚ č. 98/83/ES z roku 1998, v smernici EÚ č. 2020/2184, schválenej v roku 2020, a vo vyhláske MZ SR č. 247/2017 Z. z.

Zmenila sa hodnota antimónu, pričom došlo k zvýšeniu limitnej hodnoty na úroveň arzenu (10 µg/l) aj vzhľadom na podobné chemické vlastnosti. V prípade bóru sa limitná hodnota 2,4 mg/l uplatňuje vtedy, keď je prevládajúcim zdrojom vody dotknutého systému zásobovania odsolená voda alebo voda ovplyvnená geologickými podmienkami s vyššími hodnotami bóru v podzemnej vode. Aj limitná hodnota 30 µg/l selénu zohľadňuje vplyv geologických podmienok na kvalitu podzemnej vody v danom regióne.

Tab. 1 Zmenené a doplnené chemické parametre

Por. číslo	Parameter		Limitná hodnota		
			98/83/ES	2020/2184	247/2017
1.	Antimón	µg/l	5,0	10	5,0
2.	Bisfenol A	µg/l		2,5	
3.	Bór	mg/l	1,0	1,5 (2,4)	1,0
4.	Bromičnany	µg/l	25	10	10
5.	Chlorečnany	mg/l		0,25 (0,70)	0,20
6.	Chloritany	mg/l		0,25 (0,70)	0,20
7.	Chróom	µg/l	50	50 (25)	50
8.	Olovo	µg/l	10	10 (5)	10
9.	Selén	µg/l	10	20 (30)	10
10.	Urán	µg/l		30	

Nová smernica zvýšila limitnú hodnotu v parametri chloritany a chlorečnany na hodnotu 25 µg/l, pričom je stanovená limitná hodnota 0,70 mg/l pre prípady, keď sa na dezinfekciu vody určenej na ľudskú spotrebu používa dezinfekčná metóda, pri ktorej vznikajú chlorečnany, chloritany a najmä oxid chloričitý. Členské štáty sa tam, kde je to možné, usilujú o dosiahnutie nižšej hodnoty, a to bez ohrozenia účinnosti dezinfekcie. Tieto parametre sa zisťujú len vtedy, keď sa používa na dezinfekciu oxid chloričitý.

Nová smernica sprísňuje limitné hodnoty olova a chrómu, od 12. januára 2036 platí hodnota 5 µg/l pre olovo v mieste dodávky do domového rozvodného systému a od tohto termínu platí hodnota 25 µg/l aj pre chróm.

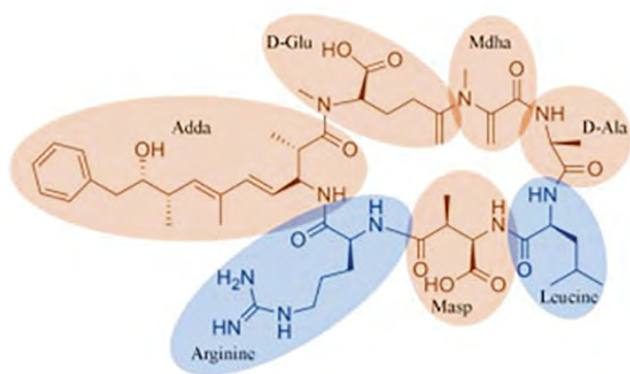
V pitnej vode sa prítomnosť a počet cyanobaktérií zisťuje mikroskopickým stanovením biologického ukazovateľa – živé organizmy, pričom jeho medzná hodnota je 0 jedincov v 1 ml vzorky. Problémom výskytu cyanobaktérií je ich schopnosť tvorby rôznych toxínov (cyanotoxínov). Najviac rozšírenými cyanotoxínmi a zároveň aj najväčšími skúmanými toxínmi siníc sú mikrocystíny. Sú to cyklické heptapeptidy s hepatotoxickými účinkami na ľudí a zvieratá. Ich producentmi sú predovšetkým morfológie rodu *Microcystis*, ale produkuje ich aj mnoho ďalších planktónových rodov, ako napr. *Planktothrix*, *Dolichospermum/Anabaena* a *Woronichinia naegeliana*. Mikrocystíny sú extrémne stabilné vo vode a odolávajú chemikáliám, rozkladu, hydrolýze alebo oxidácii. V typických podmienkach prostredia

Tab. 2 Zmenené a doplnené chemické parametre

Por. číslo	Parameter		Limitná hodnota		
			98/83/ES	2020/2184	247/2017
11.	Halooctové kyseliny (HAA)	µg/l		60	60
	Tento parameter sa zisťuje len vtedy, keď sa na dezinfekciu vody určenej na ľudskú spotrebu použijú dezinfekčné metódy, pri ktorých môžu vzniknúť HAA. Ide o súčet týchto piatich reprezentatívnych látok: kyselina chlóractová, kyselina dichlóractová, kys. trichlóractová, kyselina brómactová a kyselina dibrómactová.				

Tab. 3 Zmenené a doplnené chemické parametre

Por. číslo	Parameter		Limitná hodnota		
			98/83/ES	2020/2184	247/2017
12.	Mikrocystín-LR	µg/l		1,0	1,0
	Tento parameter sa zisťuje len v prípade potenciálneho výskytu vodných kvetov v zdroji vody (rastúca hustota buniek cyanobaktérií alebo potenciál tvorby vodných kvetov).				

Obr. 1 Štruktúra microcystínu-LR (C₄₉H₇₄N₁₀O₁₂, CAS: 101043-37-2)

(považuje sa za potenciálny karcinogén). Zisťuje sa v pitnej vode upravovanej z povrchových vôd z vodárenských nádrží v období očakávaného zvýšeného výskytu cyanobaktérií najmä podľa STN 75 7715. Za zvýšený výskyt sa považuje počet cyanobaktérií nad 20-tisíc buniek/ml v povrchovej vode (vodný stĺpec min. 1 m).

Medzi ochorenia vyvolané cyanobaktériami (sinicami) a cyanotoxínmi patria poruchy tráviaceho traktu, alergické reakcie, respiračné ťažkosti, kontaktné dermatitídy, ochorenia pečene a obličiek, oslabenie imunitného systému, rakovina kože a pečene, ochorenia nervového systému.

Zníženie počtu siníc v surovej vode možno dosiahnuť správnou voľbou predúpravy, napr. vhodným výberom mikrosít v kombinácii s UV žiarením a následnou koaguláciou, keď je



Obr. 2 Sinice vo vodách

Tab. 4 Zmenené a doplnené chemické parametre

Por. číslo	Parameter		Limitná hodnota		
			98/83/ES	2020/2 184	247/2 017
13.	PFAS – spolu	µg/l		0,50	
	„PFASspolu“ je súčet všetkých perfluóralkylovaných a polyfluóralkylovaných látok. Táto parametrická hodnota sa uplatňuje až po vypracovaní technických usmernení na monitorovanie tohto parametra.				
14.	Súčet PFAS	µg/l		0,10	
	„Súčet PFAS“ je súčet perfluóralkylovaných a polyfluóralkylovaných látok, ktoré sa považujú za problematické pre vodu určenú na ľudskú spotrebu a ktoré sa uvádzajú v prílohe III časti B. Ide o podskupinu látok patriacich do skupiny PFAS spolu.				

Členské štáty sa potom môžu rozhodnúť, či budú uplatňovať buď jeden, alebo obidva parametre „PFAS spolu“, alebo „súčet PFAS“.

je polčas rozpadu MC-LR približne 10 týždňov. Slovenská legislatíva pre kontrolu kvality pitnej vody určuje stanovovať iba cyanotoxín – mikrocystín LR, ktorý produkujú predovšetkým druhy cyanobaktérií rodu *Microcystis* a *Woronichinia* [1].

Doteraz poznáme viac ako 80 rôznych mikrocystínov, z toho mikrocystín-LR je najbežnejšia a najtoxickejšia forma

potrebné dávku koagulantu prispôbiť množstvu siníc. Klasická úprava vody dokáže odstrániť až 99% siníc. Na odstránenie siníc z vody sa vyskúšali aj ďalšie možnosti, napr. oxidácia s manganistanom draselným, peroxidom vodíka, UV žiarením, ozónom, ultrazvukom. Membránové procesy majú 99,99% účinnosť odstraňovania siníc. Na odstraňovanie mikrocystínu

LR sa používa adsorpcia na práškové i granulované aktívne uhlie. Povinnosť merať tento ukazovateľ má výrobca vody.

NOVÉ PARAMETRE A ICH CHARAKTERISTIKY

BISFENOL A (BPA) sa považuje za endokrinný disruptor. Jeho uvoľňovanie do pitnej vody je veľkým problémom zo zdravotného hľadiska. Často sa používa ako konzervačný prostriedok na drevo, textilie a kožu. Všeobecne sa používa v liekoch na liečbu chorôb, ako je rakovina, hormonálna nerovnováha, osteoporóza a mnoho ďalších. V kombinácii s inými chemikáliami sa vo veľkej miere používa pri výrobe pesticídov, polykarbonátov a epoxidových živíc [2]. Bisfenol A sa pripravuje chemickou reakciou fenolu s acetónom v kyslom prostredí, chemicky ide o 2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propan.

Používa sa ako monomér pri výrobe polykarbonátov, a tie sa využívajú pri výrobe napr. CD a DVD, dojčenských fliaš, plastových príborov, dóz na potraviny, ale aj v stomatológii, stavebníctve, elektronike alebo medicíne.

Väčšina znečisťujúcich látok BPA sa dostáva do vodného prostredia vypúšťaním odpadových vôd. Znečisťujúce látky BPA sú klasifikované ako chemikálie s nízkym potenciálom bioakumulácie vo vodnom prostredí, môžu však narúšať endokrinné systémy a mať nepriaznivé účinky tak na životné prostredie, ako aj na ľudí už v stopových množstvách [3, 4]. Bisfenol A (a podobne aj triclosan) má negatívne účinky na fungovanie imunitného systému človeka. BPA môže spôsobovať hormonálne závislú rakovinu so súčasným znížením kvality spermií mužov, preto sa BPA považuje za fenolický estrogénový polutant [5 – 7].

Ďalšími zdrojmi bisfenolu A môžu byť vzduch, kozmetika, termopapier, povrchová úprava lakov a náterových kovových obalových materiálov (epoxidové živice), ktorých použitie sa zvyšuje.

Použitie bisfenolu A ako monoméru je obmedzené nariadením Komisie (EÚ) č. 10/2011 o plastových materiáloch a predmetoch určených na styk s potravinami, ktoré ustanovuje špecifický migračný limit (SML) na úrovni 0,6 mg/kg potraviny alebo potravinového simulátora.

Po poslednom prehodnotení vedeckého stanoviska Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA) v roku 2011 sa používanie bisfenolu A zakázalo pri výrobe polykarbonátových (PC) dojčenských fliaš pre deti do 1 roku života.

V roku 2012 sa na žiadosť Európskej komisie začalo nové prehodnotenie vedeckého stanoviska a v roku 2016 vyšlo nové vedecké stanovisko EFSA, pri príprave ktorého sa brali do úvahy nové toxikologické údaje umožňujúce presnejšiu špecifickú extrapoláciu údajov zo zvierat na ľudí. Znížil sa prijateľný denný príjem (TDI) z 50 na 4 µg/kg/bw (telesná hmotnosť). V stanovisku sa uvádza, že najviac rizikové skupiny obyvateľov exponované bisfenolom A zo stravy sú dojčatá, deti a mladiství.

Nariadenie Komisie (EÚ) č. 2018/213 o používaní bisfenolu A v lakoch a náteroch určených na styk s potravinami a o zmene nariadenia (EÚ) č. 10/2011, ak ide o používanie danej látky v plastových materiáloch používaných v styku s potravinami, stanovuje špecifický migračný limit (SML) pre bisfenol A v plastových výrobkoch na úrovni 0,05 mg BPA

na kg potravín, pričom bisfenol A sa nesmie používať na výrobu polykarbonátových (PC) pohárov a fliaš pre dojčatá a malé deti.

Koncentrácie BPA vo vodnom prostredí sa pohybujú v rozsahu ng/l až µg/l. V dôsledku environmentálneho rizika existuje niekoľko oxidačných a adsorpčných metód, napr. ozonizácia, UV žiarenie, pokročilé oxidačné procesy (AOPs), membránová filtrácia, reverzná osmóza, chemická koagulácia, chlorácia a adsorpcia aktívnym uhlím [8 – 11] na odstránenie BPA z vody. Problémom pri odstránení BPA môže byť vysoká chemická stabilita BPA.

Vo všeobecnosti je aktívne uhlie adsorbent, ktorý sa používa na odstraňovanie rôznych organických nečistôt vo vode. Niekoľko autorov dokázalo účinnosť aktívneho uhlia pri odstraňovaní stopových organických polutantov z vody [12 – 15]. Práškové aktívne uhlie (PAC) sa použilo ako adsorbent na odstránenie BPA [16 – 18]. Aktívne uhlie nedosiahlo odstránenie stopového množstva BPA z riečnej vody [14], adsorpcie sa ovplyvnili molekulárnymi interakciami medzi BPA a prirodzeným organickým znečistením (NOM) vo vodných roztokoch prostredníctvom vodíkových väzieb [19].

URÁN

Urán je strieborne lesklý rádioaktívny chemický prvok (protónové číslo 92) patriaci medzi skupinu kovov nazývaných aktinoidy. Prvok objavil Martin Heinrich Klaproth v roku 1789. V čistej forme bol izolovaný až v roku 1841. Urán nie je príliš tvrdý a možno ho valcovať za bežnej teploty. Vo forme prášku je samozápalný. Hustota uránu je 19,01 g/cm³, teda je asi o 70% ťažší ako olovo. Oxidáciou postupne tmavne, pokrýva sa vrstvou oxidov.

V prírode je urán v najrôznejších rudách relatívne častý, ale iba v malých koncentráciách 0,4 – 3%. Vyskytuje sa v nich ako zmes izotopov, ako ²³⁸U (99,276%) a ²³⁵U (0,718%) a iba vo veľmi malom množstve ²³⁴U (0,004%). V pomerne veľkej koncentrácii sa nachádza v morskej slanej vode (3,3 µg/l). V obvyčajnej vode býva jeho obsah značne premenný. V podzemných vodách je obsah uránu vyšší v porovnaní s povrchovými vodami (až stovky µg/l) v dôsledku vplyvu geologického podložia. Priemerné koncentrácie v pitnej vode sú v jednotlivých štátoch odlišné (0,1 – 1,0 µg/l).

Mobilitu uránu vo vodách, ale aj v krajine ovplyvňuje viacero faktorov, hlavne pH, oxidačno-redukčný potenciál, množstvo organických i anorganických látok. Urán je dobre rozpustný vo vode, čo uľahčuje kontamináciu podzemných vôd. Oxidáciou vznikajú dobre rozpustné formy (urán je viazaný ako šesťmocný), redukciou nerozpustné štvormocné formy.

Celkový priemerný denný príjem uránu do organizmu sa pohybuje od 1 do 5 µg, z ovzdušia minimálne (< 2%), z potravín 1 – 4 µg/deň (zelenina, cereálie, vnútornosti, morské plody), z vody 10 – 90% v závislosti od koncentrácie uránu v pitnej vode. Celkový polčas eliminácie uránu z organizmu pri normálnom dennom príjme sa odhaduje na 180 – 360 dní, vylučovanie močom. V krvi sa viaže na erytrocyty a plazmatické bielkoviny alebo vytvára komplexy s bikarbonátmi a citrátmi. Rýchlo sa transportuje krvou, hlavne do ľadvín a kostí.

Uranový ión nahrádza Ca v hydroxyapatitovom komplexe kryštalickej kostnej mriežky. Vykazuje ľahkú prestupnosť placentárnou bariérou.

Z hľadiska toxicity urán spôsobuje nefrotoxicitu (poškodenie ľadvín), proces je reverzibilný, avšak nové bunky môžu byť morfológicky i funkčne odlišné. Vplyv na reprodukčné funkcie sa nedokázal podobne ani genotoxický a karcinogénny účinok pri bežnej expozícii. Vývojová toxicita sa sledovala pri vyšších dávkach (od 2,8 mg U/kg/deň), pričom medzi príznaky poškodenia patria zníženie telesnej hmotnosti, zvýšený výskyt anatomických malformácií a zvýšená úmrtnosť (embryonálna i „novorodenecká“).

Od roku 2004 je odporúčaným limitom uránu v pitnej vode podľa WHO hodnota 15 µg/l, uvedená hodnota platí v Česku, Rakúsku, v USA 30 µg/l, v Kanade 20 µg/l, v Austrálii 20 µg/l, v Nemecku 10 µg/l (ale počas 10 rokov je možné tolerovať prekročenie do 20 µg/l, nad túto hodnotu treba prijať okamžité opatrenia).

Odstraňovanie uránu z vody je pomerne náročný proces. Najmä likvidácia odpadu, odpadovej vody z technológie úpravy prináša ťažkosti. Proces prebieha pomocou iónovej výmeny, ktorej cieľom je podiel rádionuklidov vo vode znížiť alebo ho úplne odstrániť. Na regeneráciu ionexovej náplne sa používa roztok NaCl. Medzi ďalšie postupy patrí adsorpcia (Al_2O_3 , GAU, médiá na báze Fe a Ti, zeolit), extrakcia kvapalinou, koagulácia, zrážanie, reverzná osmóza, elektrodialýza a zmäkčovanie vápnom.

PER/POLYFLUORALKYLOVANÉ ZLÚČENINY („PFAS SPOLU“ A „SÚČET PFAS“)

Per/Polyfluoralkylované zlúčeniny (PFAS) patria medzi perzistentné organické polutanty (POPs) životného prostredia spoločne s pesticídmi, PCB a dioxínmi. V súčasnosti sa uvádza, že existuje viac ako 5-tisíc týchto organických zlúčenín. Tieto látky sú veľmi stabilné a dostávajú sa do rôznych zložiek životného prostredia, kde dochádza k ich akumulácii.

Väčšina PFAS je perzistentných (odolných voči rozkladu) alebo predstavujúcich prekursor perzistentnej zlúčeniny, vysoká odolnosť PFAS je daná prítomnosťou veľmi pevnej chemickej väzby medzi fluórom a uhlíkom. Táto väzba si vyslúžila anglické pomenovanie Forever Chemicals (nesmrteľné chemikálie).

V súčasnosti sa používajú v mnohých priemyselných odvetviach, v potravinárstve, vo farmaceutickom priemysle, pri výrobe pesticídov, ako prísady hasiacich pien a hydraulických kvapalín (v mazivách), pri impregnácii odevov, v rámci elektronického a fotografického vybavenia, vo farbách a v kozmetike, ako aj na odpudenie vody a mastnoty z papierových obalov potravín, outdoorového oblečenia, ochranných odevov, kobercov. Známe sú hlavne vďaka použitiu v teflone a gora-texe.

Perfluorované látky sa do životného prostredia dostávajú pri výrobe, používaní alebo likvidácii produktov, ktoré ich obsahujú. Hlavnými bodovými zdrojmi znečistenia vôd a pôdy sú vojenské cvičiská a letiská, kde sa používajú hasiace peny s obsahom PFAS. Priemyselné závody sú ďalším zdrojom znečistenia vôd. Sú rozpustné vo vode, ktorou sa transportujú

na veľké vzdialenosti a nachádzajú sa i v odľahlých oblastiach Arktídy a Antarktídy. Prchavé skupiny PFAS sa rozptyľujú aj vzdušným prúdením.

Tieto látky sú všadeprítomné – nachádzame ich v povrchových i podzemných vodách, pitnej vode, na čistiarňach odpadových vôd, vo výluhoch zo skládok odpadov, v sedimentoch, pôde, atmosfére, domácom prachu i v živých organizmoch a tele človeka. V ľudskom tele nachádzame PFAS v pečeni, krvnom sére a plazme, ale aj v ľadvinách, moči, placente a dojčenskom mlieku.

Človek PFAS prijme hlavne v potrave a vo vode. Účinkom PFAS je vystavený pri konzumácii kontaminovanej vody, rýb a morských živočíchov. Obavy predstavuje i konzumácia potravín, ktoré sú v kontakte s materiálmi obsahujúcimi PFAS (niektoré potravinové obaly alebo kuchynské náradie).

Aké sú zdravotné riziká PFAS pre človeka? Zvyšujú riziko ochorenia štítnej žľazy, zvyšujú hodnotu cholesterolu v krvi, znižujú účinnosť očkovania, zvyšujú riziko vysokého krvného tlaku v tehotenstve, zvyšujú riziko rakoviny ľadvín, vaječníkov, semenníkov, prostaty, znižujú plodnosť žien, znižujú pôrodnú váhu novorodencov.

Európska direktíva pre pitnú vodu (smernica č. 2020/2184) definuje štandardy kvality pitnej vody pre sumu 20 PFAS (PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTTrDA, PFBS, PFPS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTTrDS) na úrovni 0,1 µg/l. Druhý štandard na úrovni 0,5 µg/l je určený pre sumu všetkých PFAS.

Komisia EÚ vypracuje do 12. januára 2024 technické usmernenia týkajúce sa metód analýzy a monitorovania perfluoralkylovaných a polyfluoralkylovaných látok v parametroch „PFAS spolu“ a „súčet PFAS“ vrátane detekčných limitov, parametrov hodnôt a frekvencie odberu vzoriek.

Ukazovatele „PFAS spolu“ a „súčet PFAS“, ako i ďalšie novozavedené ukazovatele (BPA, chlorečnany, chloritany, haloctové kyseliny, mikrocytín-LR aj urán) v zmysle novej európskej smernice bude povinné sledovať najneskôr od 12. januára 2026. Dovtedy platí prechodné obdobie (článok 25), kde členské štáty EÚ prijímú do 12. januára 2026 opatrenia potrebné na zabezpečenie toho, aby voda určená na ľudskú spotrebu spĺňala stanovené limitné hodnoty.

Na úrovni Európskej únie sa perfluorované látky, resp. perfluoroktansulfónová kyselina a jej deriváty (PFOS) sledujú v povrchových vodách podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2013/39/EU.

Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) stanovuje bezpečnostný limit obsahu štyroch hlavných PFAS, ktoré sa hromadia v ľudskom tele (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS). Akceptovateľný týždenný príjem (TWI) týchto štyroch PFAS je stanovený na 4,4 nanogramu na kilogram ľudskej hmotnosti.

Komisia EÚ prijme vykonávacie akty s cieľom vypracovať a aktualizovať zoznam sledovaných látok alebo zlúčenín, ktoré vo verejnosti alebo vedeckej obci vzbudzujú obavy z hľadiska zdravia (ďalej len „zoznam sledovaných látok“), ako sú napríklad liečivá, endokrinné disruptory a mikroplasty.

Komisia vypracuje do 12. januára 2024 metodiku merania mikroplastov, aby sa po splnení podmienok stanovených v odseku 8 tohto článku zaradili na zoznam sledovaných látok.

Látky a zlúčeniny sa doplnia do zoznamu sledovaných látok, ak je pravdepodobné, že sú prítomné vo vode určenej na ľudskú spotrebu a mohli by predstavovať potenciálne riziko pre ľudské zdravie. Na tento účel sa komisia opiera najmä o vedecký výskum WHO. Doplnenie akejkoľvek novej látky alebo zlúčeniny sa musí riadne odôvodniť podľa článkov 1 a 4. Do prvého zoznamu sledovaných látok sa už zaradili v januári 2022 látky beta-estradiol a nonylfenol vzhľadom na ich vlastnosti endokrinných disruptorov a riziko, ktoré predstavujú pre ľudské zdravie.

Na zozname sledovaných látok sa uvádza odporúčaná hodnota pre každú látku alebo zlúčeninu, a ak je to potrebné, aj možná metóda analýzy, ktorá si nevyžaduje nadmerné náklady.

LEGIONELLA

V novele smernice je predpísané posúdenie rizík v domových rozvodoch vody v prioritných budovách, zamerané na *Legionella* a olovo.

Tab. 5 Parametre relevantné na posúdenie rizika domových rozvodných systémov (časť D)

Por. číslo	Parameter		Limitná hodnota		
			98/83/ES	2020/2184	247/2017
15.	<i>Legionella</i>	KTJ/l		< 1 000	
16.	Pb	µg/l	10	10 (5)	10

Pre baktérie rodu *Legionella* je stanovená hodnota 1 000 KTJ/liter. Základné stanovenie legionel sa robí metódou podľa STN EN ISO 11731.

Pred otvorením novely si EK dala WHO spracovať štúdiu, ktoré ukazovatele by sa mohli zo smernice vypustiť a ktoré, naopak, by sa mali zaradiť ako nové, resp. ktorým ukazovateľom by mala byť upravená limitná hodnota. Vo svojej správe WHO uviedla, že v EÚ sa ročne nahlási okolo 6-tisíc prípadov legionelózy (s 10% úmrtnosťou), aj keď je toto číslo zrejme podhodnotené, legionely stále patria na prvé miesto čo do príčiny úmrtia z ochorenia súvisiaceho s vodou. Baktérie rodu *Legionella* neboli doteraz v smernici uvedené.

Rod *Legionella* získal svoj názov po júli 1976, po záhadnom ochorení, ktoré postihlo 211 osôb, z ktorých 34 zomrelo. Choroba najskôr prepukla u osôb pôsobiacich v organizácii American Legion – asociácii amerických vojenských veteránov v rámci osláv US Bicentennial (200. výročie udalostí, ktoré viedli k nezávislosti USA) vo Filadelfii. Dňa 18. januára 1977 sa ako pôvodca identifikovala dovtedy neznáma baktéria, neskôr nazvaná *Legionella*.

Legionella patrí medzi fakultatívne patogénne baktérie, vyskytuje sa v prirodzených vodných ekosystémoch a v pôde, môže preniknúť do vodovodnej siete, optimálne teplotné rozmedzie rastu je 25 – 43 °C (termotolerancia až do 60 °C), rozmnožuje sa intracelulárne a vo vodách sú jej hostiteľmi améby. Vyvoláva infekčné ochorenie inhaláciou kontaminovaného vodného aerosólu, resp. konzumáciou vody, pričom dochádza k prieniku do lymfatických ciest, pľúc, sleziny a tráviaceho traktu, u ľudí so zníženou imunitou (nemocnice, liečebné zariadenia, detské zariadenia) môže predstavovať smrteľné ochorenie.

Všetky legionely (60 druhov) sú potenciálne patogénne organizmy, 20 druhov legionel spôsobuje epidémie, zdravotne

najzávažnejšia je *L. pneumophila* sérotyp 1. Vyvolávajú 2 druhy ochorení: pontiacku horúčku (ID 5 – 66 hodín, najčastejšie 24 – 48 hodín) a legionelózu (ID 2 – 14 dní, najčastejšie 5 – 6 dní).

Kde sa môžu legionely vyskytovať? Hlavne vo verejných budovách (hotely, ubytovacie zariadenia) pri použití akumulčných ohrievačov teplej úžitkovej vody (TÚV), v rozvodoch a armatúrach TÚV (sprchové ružice, perlátory), v bazénach a vaniach so vzduchovými a vodnými dýzami, v saunách, používaním domácich inhalátorov, rosením vodou v záhradných skleníkoch, aj klimatizačné zariadenia zvyšujú možnosť inhalácie legionel. Ďalej sa môžu vyskytovať v priemyselných budovách a špeciálnych prevádzkach (chladiace veže, mycie linky áut a biologické čistiarne s prevzdušňovaním, rozstrekovaná voda z rôznych brusiarní, skrúpané filtre, vodné kúpele s ohrievanou vodou), v zdravotníckych zariadeniach (nemocnice, stomatologické jednotky), sociálne zariadenia (LDCH).

Medzi podmienky podporujúce rozvoj legionel patrí voda v teplotnom rozmedzí 20 °C – 50 °C, stagnácia vody (slepé ra-

mená, nepoužívané kohútiky, biofilmy, inkrusty vo vodovodnom potrubí, materiály rozvodov (hrdza) a sprievodná mikrofóra (prvky).

Účinným opatrením proti výskytu legionel je vyregulovanie systému rozvodu TÚV, pričom musí spĺňať určité teplotné a tlakové charakteristiky (zabezpečenie teploty teplej vody na všetkých výstupoch ideálne na 55 °C, vyrovnaný tlak TÚV na všetkých miestach odberu vody), technické úpravy distribučného systému (čistenie, výmena zanesených rozvodov), v systéme cirkulujúcej teplej vody nesmie poklesnúť teplota recirkulovanej vody, vstupujúcej do ohrevu oproti výstupu z ohrevu o viac ako 5 °C, dezinfekcia rozvodov použitím chlórových preparátov, biocídne prípravky proti biofilmom, termodezinfekcia opakovaným prehrievaním vody, ohrev vody minimálne na 70 °C, resp. kombinácia týchto postupov, čistením perlátorov, sprchových hlavíc, vydezinfikovaním vodovodných kohútikov (SAVO), pred použitím teplú aj pitnú vodu odpúšťať.

ZÁKAL

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2020/2184 zo 16. decembra 2020 o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu sprisťuje pravidelnú kontrolu účinnosti separácie pevnej formy. Prevádzkovateľ musí monitorovať aj parameter „zákal“ upravenej vody, v prípade ktorého je nutné spĺňať výrazne sprísnenú, referenčnú hodnotu pre zákal 0,3 NTU v 95% vzoriek, pričom ani jedna nepresahuje 1 NTU (neuplatňuje sa na zdroje podzemných vôd, v prípade ktorých je zákal spôsobený železom a mangánom).

Minimálna frekvencia odberu vzoriek a analýz závisí od objemu vody (m^3) distribuovanej alebo vyrábanej denne, pri $\leq 1\,000\text{ m}^3$ – týždenne, $> 1\,000 \leq 10\,000$ – denne, $> 10\,000$ – nepretržitý monitoring.

Túto novú smernicu musí Slovenská republika implementovať do 10 rokov. Prevažná väčšina úpravni vôd na Slovensku však nedisponuje takým separačným stupňom, ktorý by dokázal splniť vyššie uvedenú požiadavku, a preto bude potrebná ich modernizácia. Vzhľadom na relatívne krátky implementačný čas a vysoký počet úpravni, ktoré si budú vyžadovať modernizáciu technológie, je nevyhnutné začať bezodkladne s ich postupnou rekonštrukciou. Sú dve cesty. Optimalizovať súčasnú technológiu úpravy vody alebo použiť membránové technológie. Napríklad, ultrafiltrácia zaručuje zákal upravenej vody pod 0,2 NTU.

Ultrafiltrácia je neselektívna metóda separácie nerozpustených látok prítomných vo vode. To znamená, že látky väčšie ako 0,03 mikrometrov sa efektívne zachytia a nepreniknú do upravenej vody. Tento faktor poskytuje veľmi vysokú mieru záruky kvality vody. Kvalita upravenej vody je nezávislá od veľkosti zákalu surovej vody, t. j. zostáva nezmenená aj pri zvyšujúcom sa zákale, čo nemožno povedať o úprave vody pomocou pieskových filtrov.

ZÁVER

Článok uvádza bližšie charakteristiky nových ukazovateľov pitnej vody, ktoré schválila smernica Európskeho parlamentu a Rada (EÚ) č. 2020/2184 v súlade s najnovšími odporúčaniami WHO. Zmeny kritérií na kvalitu pitnej vody sa dotkli najmä chemických ukazovateľov, ktoré sú v Slovenskej republike

limitované najvyššou medznou hodnotou – ich prekročenie vylučuje použitie vody ako pitnej.

Viaceré ukazovatele sú úplne nové, na ich monitoring a analýzu treba vypracovať príslušnú metodiku merania (do 12. januára 2024). Niektoré parametre uvedené v smernici už boli zahrnuté v našej legislatíve, napr. vo vyhláške Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 247/2017 Z. z.

Smernica zaviedla do kritérií na kontrolu zdravotnej bezpečnosti pitnej vody aj systém, ktorým sa budú dopĺňať do požiadaviek ďalšie látky alebo zlúčeniny, ktoré vzbudzujú obavy z hľadiska zdravia. Zoznam sledovaných látok alebo zlúčenín a ich odporúčané hodnoty, tzv. Watch List, sa bude priebežne dopĺňať vykonávacími rozhodnutiami, ktoré vydá Európska komisia. Prvé vykonávacie rozhodnutie ustanovujúce zoznam sledovaných látok a zlúčenín vzbudzujúcich obavy pre vodu určenú na ľudskú spotrebu v zmysle smernice (EÚ) 2020/2184 EÚ a Rady bolo zverejnené už v januári 2022 a zaviedlo monitorovanie 2 látok typu endokrinných disruptorov: 17-beta-estradiol a nonylfenol. V roku 2024 by mali do zoznamu pribudnúť aj mikroplasty. Požiadavky na monitorovanie uvedených látok sa budú uplatňovať v súlade s manažmentom rizík celého dodávateľského systému iba na príslušné body. Monitoring nových ukazovateľov nie je povinný do 12. januára 2026.

Členské krajiny Európskej únie sú povinné transponovať smernicu do národných legislatív do dvoch rokov. Jej zavedenie do praxe sa v porovnaní so súčasne platnou smernicou považuje za obsiahlejší a efektívnejší nástroj na zabezpečenie zdravotnej bezchybnosti a čistoty vody určenej na ľudskú spotrebu.

Literatúra:

- [1] NAGYOVÁ, V., CHOMOVÁ, L. Cyanobaktérie v slovenských vodárenských nádržiach stále aktuálne. In *Zborník prednášok z XVIII. konferencie s medzinárodnou účasťou Pitná voda 2019*, Trenčianske Teplice, 8. – 10. októbra 2019, s. 79 – 86, ISBN 978-80-971272-7-5.
- [2] LUO, Y., GUO, W., NGO, H.H., NGHIEM, L.D., HAI, F.I., ZHANG, J., LIANG, S., WANG, X.C., 2014. A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. *Sci. Total Environ.*, 473 – 474, 619 – 641.
- [3] ROCHESTER, J.R., 2013. Bisphenol A and human health: a review of the literature. *Reprod. Toxicol.*, 42, 132 – 155.
- [4] TEEGUARDEN, J.G., HANSON-DRURY, S., 2013. A systematic review of Bisphenol A "low dose" studies in the context of human exposure: a case for establishing standards for reporting "low-dose" effects of chemicals. *Food Chem. Toxicol.*, 62, 935 – 948.
- [5] LEE, B.E., PARK, H., HONG, Y.C., HA, M., KIM, Y., CHANG, N., KIM, B.N., KIM, Y.J., YU, S.D., HA, E.H., 2014. Prenatal bisphenol A and birth outcomes: MOCEH (Mothers and Children's Environmental Health) study. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 217, 328 – 334.
- [6] SOTO, A.M., SONNENSCHNEIN, C., 2010. Environmental causes of cancer: endocrine disruptors as carcinogens. *Nat. Rev. Endocrinol.*, 6, 139 – 177.
- [7] VANDENBERG, L.N., HAUSER, R., MARCUS, M., OLEA, N., WELSHONS, W.V., 2007. Review: human exposure to bisphenol A (BPA). *Reprod. Toxicol.*, 24, 13.
- [8] PARK, H.S., KODURU, J.R., CHOO, K.H., LEE, B.W., 2015. Activated carbons impregnated with iron oxide nanoparticles for enhanced removal of bisphenol A and natural organic matter. *J. Hazard. Mater.*, 286, 315 – 324.
- [9] UMAR, M., RODDICK, F., FAN, L., AZIZ, H.D., 2013. Application of ozone for the removal of bisphenol A from water and wastewater – a review. *Chemosphere*, 90 (8), 2197 – 2207.
- [10] YU, L., WANG, C., REN, X., SUN, H., 2014a. Catalytic oxidative degradation of bisphenol A using an ultrasonic-assisted tourmaline-based system: influence factors and mechanism study. *Chem. Eng. J.*, 252, 346 – 354.
- [11] WIRASNITA, R., HADIBARATA, T., MOHD YUSOFF, A.R., YUSOP, Z., 2014. Removal of Bisphenol A from aqueous solution by activated carbon derived from oil palm empty fruit bunch. *Water Air Soil Pollut.*, 225, 2 148 – 2 157.
- [12] YU, J.G., ZHAO, X.H., YANG, H., CHEN, X.H., YANG, Q., YU, L.Y., JIANG, J.H., CHEN, X.Q., 2014b. Aqueous adsorption and removal of organic contaminants by carbon nanotubes. *Sci. Total Environ.*, 482 – 483, 241 – 251.
- [13] YOON, Y., WESTERHOFF, P., SNYDER, S.A., ESPARZA, M., 2003. HPLC-fluorescence detection and adsorption of bisphenol A, 17-estradiol, and 17-ethynyl estradiol on powdered activated carbon. *Water Res.*, 37 (14), 3 530 – 3 537.
- [14] CHOI, K.J., KIM, S.G., KIM, C.W., PARK, J.K., 2006. Removal efficiencies of endocrine disrupting chemicals by coagulation/flocculation, ozonation, powdered/granular activated carbon adsorption, and chlorination. *Korean J. Chem. Eng.*, 23, 399 – 408.
- [15] CHOI, K.J., KIM, S.G., KIM, C.W., KIM, S.H., 2005. Effects of activated carbon types and service life on removal of endocrine disrupting chemicals: amitrole, nonylphenol, and bisphenol-A. *Chemosphere*, 58 (11), 1 535 – 1 545.
- [16] BAUTISTA-TOLEDO, I., FERRO-GARCIA, M.A., RIVERA-UTRILLA, J., MORENO-CASTILLA, C., VEGAS FERNANDEZ, F.J., 2005. Bisphenol A removal from water by activated carbon. Effects of carbon characteristics and solution chemistry. *Environ. Sci. Technol.*, 39, 6 246 – 6 250.
- [17] SUDHAKAR, P., MALL, I.D., SRIVASTAVA, V.M., 2016. Adsorptive removal of bisphenol-A by rice husk ash and granular activated carbon – a comparative study. *Desalin. Water Treat.*, 57 (26), 12 375 – 12 384.
- [18] XIAO, D.W., YU, F.X., 2013. Removal of the endocrine disrupting chemical bisphenol A from water by activated carbon. *Adv. Mater. Res.*, 671 – 674, 2 726 – 2 731.
- [19] ZHU, F.D., CHOO, K.H., CHANG, H.S., LEE, B., 2012. Interaction of bisphenol A with dissolved organic matter in extractive and adsorptive removal processes. *Chemosphere*, 87 (8), 857 – 864.

Výskyt siníc na vodárenskej nádrži Turček

Ing. Pavol Mikula

SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, š. p.

Anotácia

Vodná nádrž Turček zabezpečuje akumuláciu vody na úpravu na pitnú vodu. Napriek priaznivej lokalizácii nádrže a nízkej dotácii nutrientov a znečistenia zo zberného územia sa zaznamenalo v posledných rokoch zvýšené oživenie sinicami s výraznou dominanciou druhu *Planktothrix rubescens*. Táto metalimnická sinica sa adaptovala na podmienky v nádrži, má schopnosť celoročne v nej prežívať aj v nižších vrstvách pod hladinou v koncentráciách 30 000 – 50 000 buniek/ml (ďalej b/ml). Ovplyvňuje chemické vlastnosti vody prirodzenými asimilačnými procesmi a v miestach maximálneho výskytu môže zmeniť prostredie tak, že je nezlučiteľné s jej prežitím. Po úhyne a následnom rozklade siníc môže dôjsť lokálne k výraznému zhoršeniu kvality surovej vody. Sinice komplikujú procesy úpravy vody a vytvárajú potenciálne riziko ohrozenia kvality pitnej vody. Príspevok sa zaoberá distribúciou siníc v nádrži v rokoch 2020 – 2021 a ich vplyvom na vodárenskú nádrž.

ÚVOD

Vodárenská nádrž (VN) Turček sa nachádza nad obcou Turček v okrese Turčianske Teplice, celková plocha nádrže je 54 ha, celkový objem 10,8 mil/m³. Zabezpečený vodárenský odber je 500 l/s. Slúži na akumuláciu vody na výrobu pitnej vody pre okresy Prievidza, Žiar nad Hronom a Martin. Nachádza sa v lesnom prostredí a jej zberné územie neohrozuje osídlenie, priemysel ani intenzívne poľnohospodárstvo. Správcom nádrže je Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. V rámci svojej činnosti zabezpečuje prevádzku a údržbu nádrže a zároveň monitoruje kvalitu vody od jej uvedenia do prevádzky v roku 1996.

MONITOROVANIE PRÍTOMNOSTI SINÍC VO VN TURČEK

Kvalita vody sa monitoruje na stabilných monitorovacích miestach v nádrži v horizontálnom aj vertikálnom smere na 4 – 5 monitorovacích miestach (obr. 1), s odberom vzoriek po 5 m hĺbky a in situ meraniami (pH, rozpustený kyslík, vodivosť, teplota vody) po každom metri hĺbky. V nádrži sa monitoruje 3x ročne (jar, leto, jeseň) vybraný rozsah fyzikálno-chemických, mikrobiologických a hydrobiologických ukazovateľov. V mesačných intervaloch sa monitoruje kvalita vody na úrovni každého odberného horizontu vodárenského odberu (H1, H2, H3). Pravidelne sa meria aj kvalita prítokov nádrže (Turiec,



Obr. 1 Vodárenská nádrž Turček s rozmiestnením trvalých monitorovacích miest

Javorovec, Kaltwasser). Tento príspevok sa zameriava iba na sinice a ich rozšírenie v nádrži.

VÝSLEDKY MONITOROVANIA PRÍTOMNOSTI SINÍC

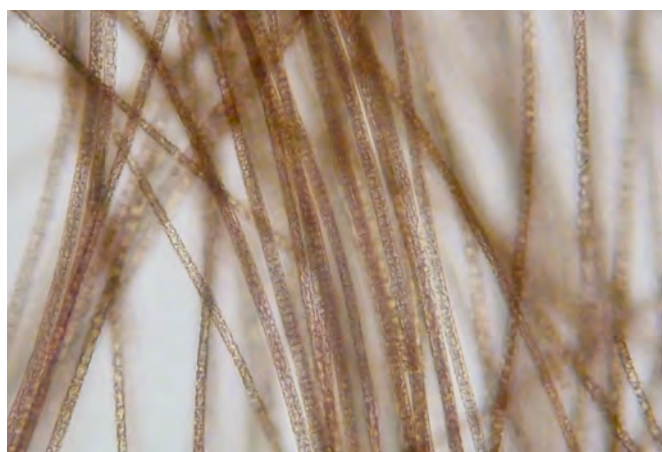
Vodárenská nádrž Turček je mezotrofná nádrž s nízkym prísunom nutrientov (tab. 1) a s veľmi nízkou mineralizáciou. Napriek tomu v nej dochádza v posledných rokoch k významnému rozvoju siníc.

podmienky tejto nádrže a existujúce podmienky jej vyhovujú na rast a rozmnožovanie. Počas letnej stratifikácie nádrže sa dokáže lokálne skoncentrovať v metalimniu v hĺbkach 8 – 13 m s nižším prienikom slnečného svitu, pričom na hladine nádrže nie je vizuálne pozorovateľná. V jarnom a jesennom období vplyvom cirkulácie vodnej masy dochádza k vertikálnej distribúcii sinice v celom vodnom stĺpci vo významných počtoch. V zime sa aktívne presúva k hladine a môže na nádrži spôsobiť lokálne sfarbenie ľadovej pokrývky do ru-

Tab. 1 Obsah nutrientov a mineralizácia surovej vody v horizontoch VN Turček za r. 2021

Ukazovateľ	Jedn.	H1			H2			H3		
		Priem	Min	Max	Priem	Min	Max	Priem	Min	Max
Dusík organický	mg/l	0,26	0,11	0,51	0,24	0,12	0,53	0,27	0,14	0,45
Dusík celkový	mg/l	1,04	1,00	1,10	1,00	1,00	1,00	1,10	1,00	1,20
Fosfor celkový	mg/l	0,022	0,011	0,031	0,015	0,013	0,020	0,014	0,011	0,018
Vápnik	mg/l	11,8	10,6	12,8	11,5	10,4	12,6	14,4	10,5	26,5
Horčík	mg/l	2,6	2,2	2,9	2,6	2,2	3,0	2,7	2,3	4,3
Vodivosť	mS/m	9,3	8,9	10,3	9,1	8,8	9,4	11,2	8,8	24,3
Rozpustené látky	mg/l	77,2	60,0	95,0	76,6	60,0	103,0	84,9	65,0	130,0

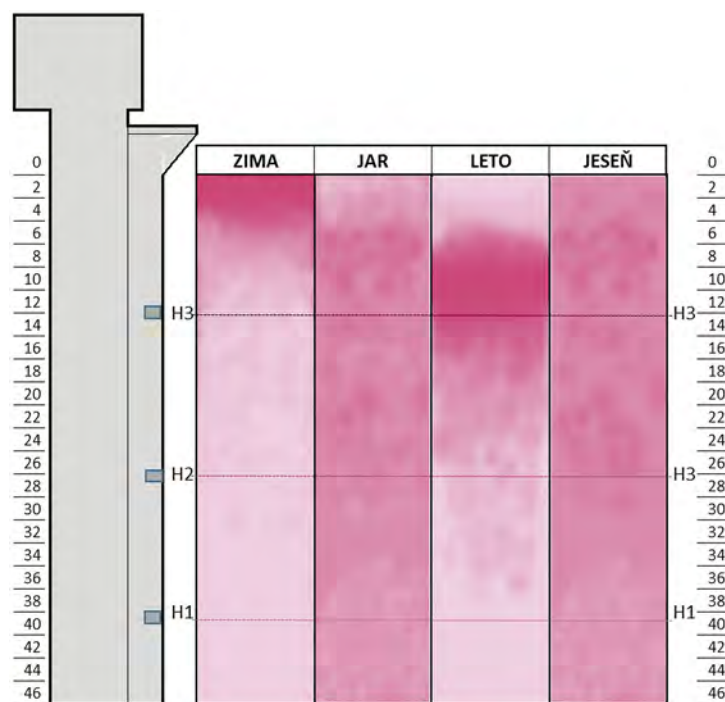
Sinice v nevýznamných až zanedbateľných koncentráciách boli sporadicky súčasťou oživenia nádrže od jej napustenia. Od roku 2015 je prítomnosť sinice *P. rubescens* trvalá a mala rastúci trend. Počnúc rokom 2019 sa zistila zvýšená intenzita výskytu tejto sinice a vykonávalo sa monitorovanie siníc v celej nádrži, ako aj na úrovni odberných horizontov vodárenského odberu H1 – H3. Monitorovanie sa robí celoročne, počas prirodzených cyklických zmien, ktoré v nádrži prebiehajú. Druh *Planktothrix rubescens* (obr. 2) je chladomilná metalimnická vláknitá sinica, má nízke nároky na intenzitu slnečného svitu a v nádrži sa vyskytuje vo vysokom počte aj pod eufotickou vrstvou.



Obr. 2 Cyanobaktéria *Planktothrix rubescens*

V rokoch 2020 a 2021 sa zistilo intenzívne rozšírenie siníc v celej nádrži s výraznou dominanciou sinice rodu *Planktothrix rubescens*. V roku 2020 sa zaznamenalo aj zvýšené rozšírenie sinice *Aphanizomenon flos-aquae*. Sinica *P. rubescens* úspešne preživa vo vode s nízkym obsahom nutrientov na báze fosforu a dusíka a darí sa jej aj v podmienkach čistých vôd s nízkym stupňom znečisťovania. V podmienkach VN Turček preživa celoročne, adaptovala sa na klimatické a hydrologické

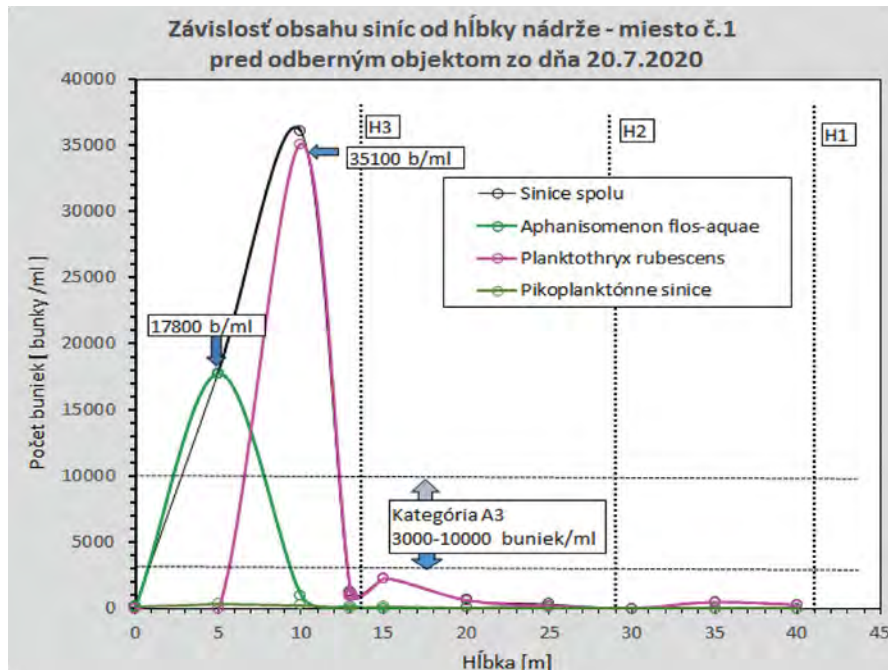
žova až fialova. Celoročná distribúcia sinice v nádrži je schematicky znázornená na obr. 3.



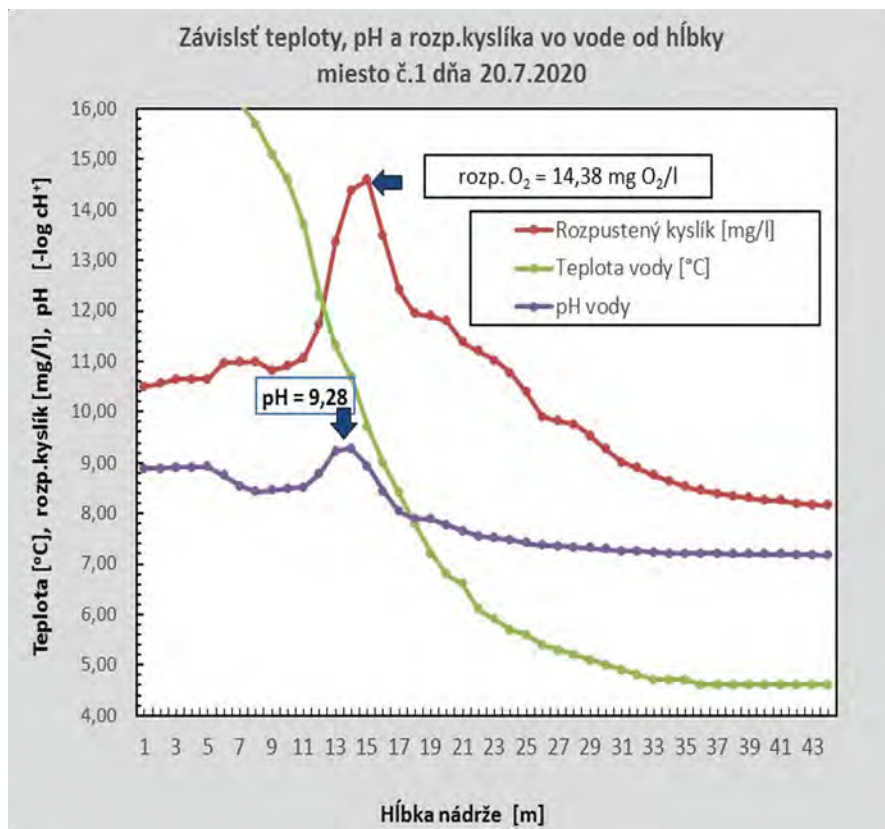
Obr. 3 Schéma distribúcie siníc *Planktothrix rubescens* vo VN Turček počas roka

VÝSKYT SINÍC VO VN TURČEK V ROKU 2020

V jarnom období (monitorovanie zo dňa 29. 4.) sa sinice rozptýlili horizontálne aj vertikálne v celej nádrži vplyvom jarnej cirkulácie a ich množstvo v analyzovaných vzorkách bolo od cca 300 – 1 580 b/ml (kategória A2, podľa NV SR č. 269/2010 Z. z., príloha 2). V letnom období (graf 1) sa vo zvýšených počtoch objavili aj sinice *Aphanizomenon flos-aquae*. Celkový obsah siníc v lete výrazne stúpol a ich



Graf 1 Vertikálna distribúcia siníc pred odberným objektom dňa 20. júla 2020



Graf 2 Distribúcia siníc v nádrži pred odberným objektom počas roka 2021

distribúcia vykazovala výraznú stratifikáciu. Pre sinice *Planktothrix rubescens* v hĺbke cca 10 m (max. 35 100 b/ml v mieste 1/10 m) a sinice *Aphanisomenon flos-aquae* v hĺbke cca 5 m (max. 17 800 b/ml v 1/5 m). Zistila sa aj prítomnosť pikoplanktónnych kokálnych foriem siníc (Chlorococcales). Maximum 340 zhlukov/ml sa našlo v monitorovacom mieste č. 1 a hĺbke 5 m.

Smerom k prítokom sa ich obsah znižoval, napriek tomu sa v miestach č. 1, 2 a 4 zistili hodnoty > 10 000 b/ml. V jesennom období obsah siníc klesol. Maximálny zistený počet siníc v nádrži bol 4 280 b/ml (miesto č. 1 v hĺbke 10 m) a zastúpené boli výlučne len sinice *P. rubescens*. Sinice sa vyskytovali roku 2020 celoročne v surovej vode na úrovni odberných horizontov.

Maximálna hodnota hustoty oživenia sinicami za rok 2020 sa namerala v mesiaci jún (8. 6. 2020, 17 600 b/ml) na úrovni horizontu H3. Na úrovni horizontu H2 sa zistilo prekročenie hodnoty 3 000 buniek len v novembri, keď došlo k vertikálnej distribúcii siníc v celom vodnom stĺpci vplyvom jesennej cirkulácie nádrže (3 480 b/ml v H2 9. 11. 2020). Takmer po celý rok teda obsah siníc na úrovni horizontu H2 (využívaného na vodárenský odber) predstavoval kvalitu zodpovedajúcu kategórii A2. V období letnej stagnácie nádrže dochádzalo v metalimnickej oblasti nádrže k lokálnemu zvýšeniu obsahu rozpusteného kyslíka, vplyvom asimilácie voľného CO₂ z vody, a následne došlo i k nárastu pH. Nízka mineralizácia vody má za následok zníženú tlmiť kapacitu vody, ktorá je tak väčšmi náchylná na zmeny pH. Maximálna zaznamenaná hodnota pH bola 9,28 a obsah rozpusteného kyslíka 14,4 mg/l. Náhle zvýšenie obsahu rozpusteného kyslíka v metalimnickej oblasti nádrže indikovalo oblasť so zvýšenou hustotou oživenia sinicami *P. rubescens*.

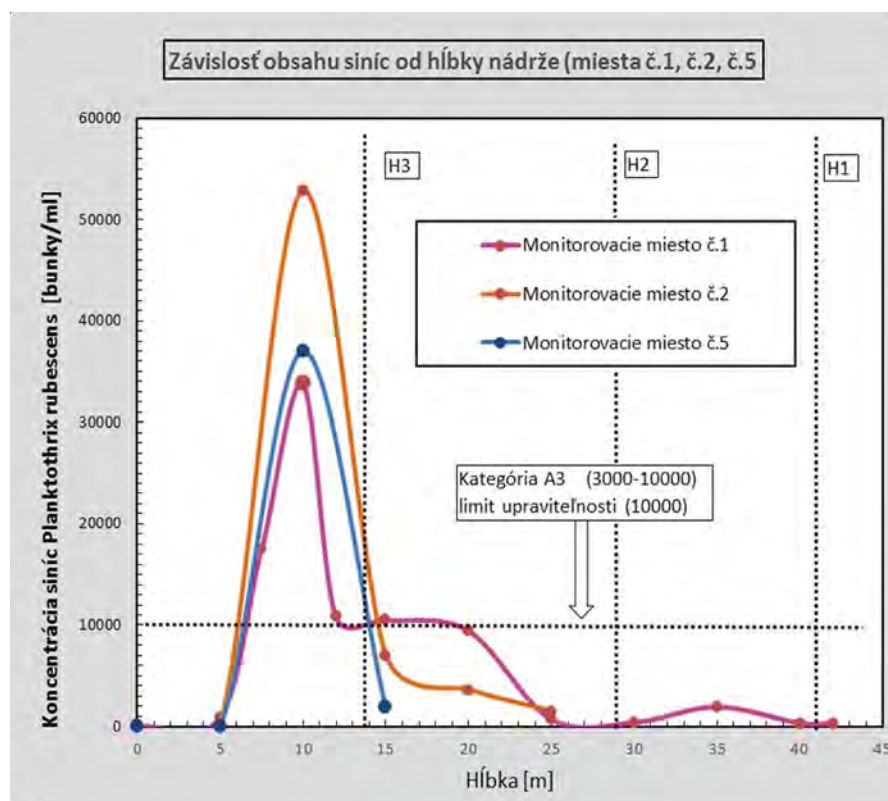
VÝSKYT SINÍC VO VN TURČEK V ROKU 2021

Obsah siníc v nádrži bol vysoký už v jarnom období roku 2021 (graf 2, 26. 4. 2021). Oproti jeseni z roku 2020 bolo oživenie sinicami na všetkých monitorovacích miestach výrazne zvýšené a takmer výlučne zastúpené rodom *P. rubescens*. V celom monitorovanom objeme nádrže sa namerali hodnoty nad 10 000 b/ml. V mieste č. 1 pred odberným objektom kolísala hustota ožive-

nia v rozmedzí 7 760 – 34 680 b/ml. Maximum výskytu na jar sa zistilo v hĺbke 7,5 m. Obsah siníc oproti jesenným meraniam z roku 2020 (max. 4 280 b/ml) významne stúpol a nádrž obsahovala dovtedy najvyššie oživenie sinicami. V zimnom období roku 2020 teda došlo k neočakávanému zvýšeniu obsahu siníc, čo dokumentuje fakt, že sú veľmi dobre adaptabilné aj na zimné podmienky, aké sú v oblasti VN Turček.

Tab. 2 Prítomnosť siníc na úrovni horizontov vodárenského odberu počas roka 2020

	Výsledky hydrobiologických skúšok za rok 2020											
	<i>P. rubescens</i>			<i>Aphanizomenon</i> sp.			Chromophyta (rozsievky)			počet autotrofných org.		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
13. 01. 2020	1 320	1 400	1 480	360	320	320	30	18	29	1 719	1 753	1 837
03. 02. 2020	1 000	720	1 400	160	20	40	34	20	100	1 194	747	1 553
02. 03. 2020	960	1 400	1 040	80	280	200	480	850	1 200	1 530	2 530	2 440
27. 04. 2020	2 680	3 000	3 720	0	40	120	480	850	1 200	1 530	2 530	2 440
18. 05. 2020	320	1 560	4 200	0	0	0	331	282	1 353	658	1 846	5 557
08. 06. 2020	240	880	17 600	0	0	0	210	280	666	464	1 088	18 278
20. 07. 2020	520	200	3 320	0	80	160	0	19	87	520	301	3 579
10. 08. 2020	640	700	4 740	0	0	0	94	120	22	747	833	4 798
21. 09. 2020	1 080	1 120	740	0	80	20	4	16	166	1 092	1 249	932
12. 10. 2020	160	320	1 640	0	0	0	4	16	166	1 092	1 249	932
11. 09. 2020	80	3 480	3 200	0	0	0	27	43	33	107	3 525	3 240
30. 11. 2020	3 240	2 160	1 880	0	0	0	50	26	4	3 292	2 786	1 884
Kategória A3							19,40%	Prekročenie kategórie A3				2,80%



Graf 3 Distribúcia siníc v nádrži počas letnej stagnácie v roku 2021

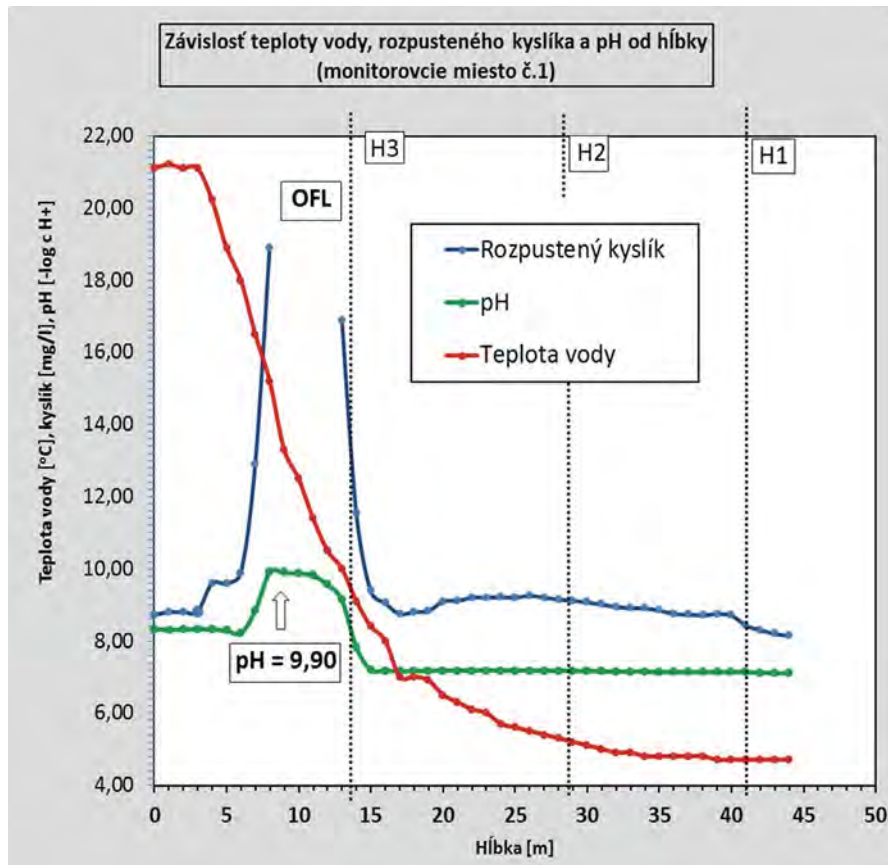
Počas letnej stagnácie nádrže v r. 2021 došlo k stratifikácii a zahusteniu obsahu siníc v úzkej oblasti s maximom výskytu v hĺbke cca 10 m. V monitorovacom mieste č. 1 pred odberným objektom sa namerala najvyššia hodnota v nádrži (33 760 b/ml). Maximum výskytu sa nachádzalo cca 3 – 4 m nad úrovňou horizontu H3. V oblasti pod 25 m hĺbky sa našli sinice pod hodnotou 2 000 b/ml. V iných miestach nádrže (monitorovacie miesta č. 2 a č. 5) bola vertikálna distribúcia siníc počas letného obdobia podobná ako v mieste č. 1 v najhlbšej časti nádrže a zistili sa ešte vyššie koncentrácie siníc. V monitorovacom mieste č. 2 v ramene prítoku Turiec sa namerlal obsah siníc *P. rubescens* 52 800 b/ml a v mieste č. 5 v ramene prítoku Javorovec (Ružová) obsah siníc dosiahol hodnotu 37 000 b/ml.

Detailné in situ merania pomocou hĺbkovej multimetrickej sondy v letnom období potvrdili, že v mieste s maximom výskytu siníc došlo k nebyvalému nárastu obsahu rozpusteného O_2 (až mimo meraciu schopnosť zariadenia) a zároveň k extrémnemu nárastu pH až na hodnotu 9,90 v hĺbke 8 – 12 m. Vplyv siníc na hodnoty pH a obsah kyslíka sa prejavil výraznejšie ako v roku 2020.

V jesennom období (8. 11. 2021) sa zaznamenal v nádrži už nižší výskyt siníc ako v letnom období. V čase odberu prebiehala jesenná cirkulácia nádrže. Teplota vrstvy vody v hĺbke 0 – 25 m bola vyrovnaná a kolísala v rozmedzí 11,0 – 11,8 °C. Obsah siníc *P. rubescens*, ktoré boli dominantným druhom, sa premiešaním objemu nádrže viac vyrovnal a najvyššia zistená hodnota v mieste č. 1 poklesla na úroveň 5 300 b/ml (graf 2). Celoročné monitorovanie obsahu siníc v surovej vode na úrovni odberných horizontov potvrdilo zvýšenú hustotu výskytu oproti roku 2020 (tab. 2 a 3). Vysoký obsah siníc sa zistil v apríli, keď vo všetkých horizontoch ich obsah prekročil hodnotu 10 000 b/ml a vplyvom jarnej cirkulácie bol pomerne rovnomerný (15 360 – 18 360 b/ml).

Najvyššie oživenie sinicami za príslušné mesiace sa vo väčšine prípadov zistilo v horizonte H3, kde sa až v 50 % vzoriek namerali hustoty výskytu nad 10 000 b/ml.

Najvyššie hodnoty obsahu siníc sa našli v novembri, keď došlo k jesennej cirkulácii nádrže. V horizonte H2, ktorý sa najväčšmi využíva na vodárenské odbery, bol obsah *P. rubescens* 40 640 b/ml. V mesiaci október sa zistil stav, keď v horizonte H3 nebolo v analyzovanej vzorke výnimočne žiadne oživenie sinicami a neboli tam ani iné organizmy, ktoré sú tradične zložkami biosetónu v nádrži. Mimoriadne nízke oživenie sa v tom čase zistilo aj na úrovni ostatných horizontov. Oživenie na úrovni horizontov extrémne rýchlo vzrastalo. V mesiaci december



Graf 4 Pozn.: OFL v tabuľke znamená obsah kyslíka nad merací rozsah prístroja

najvýraznejší v októbri, keď zároveň došlo k extrémnemu zhoršeniu kvality surovej vody v tejto oblasti.

V letnom období roku 2021 pri skoncentrovaní siníc v metalimniu v oblasti cca 10 m (graf 3) postupne došlo k asimilácii CO₂ a zvyšovaniu obsahu kyslíka a zároveň k nárastu pH (graf 4) na úroveň blízku pH 10. Extrémne chemické podmienky dosiahli kritické hranice, ktoré tak limitovali sinice, že vo vrstve s maximom výskytu zapríčinili ich úhyn, následný rozklad a výrazné chemické zmeny, ktoré sa prejavili v najvyššej miere na úrovni horizontu H3. Extrémne nárasty koncentrácií sa prejavili len v najvyššom horizonte H3, v ostatných horizontoch bolo ovplyvnenie výrazne nižšie. Chemické zmeny sa ukázali v najvyššej miere v náraste koncentrácií železa. Objavilo sa až cca 200-násobné zvýšenie oproti bežným hodnotám, keď max. hodnota bola až 8,08 mg/l. Takýto stav v nádrži neexistoval ani po jej napustení. Rádové zvýšenie koncentrácií sa zistilo aj pri farbe (max. 190 mg Pt/l), mangáne (max. 1,1 mg/l) a amoniakálnom dusíku. V priebehu novembra už fyzikálno-chemické parametre v oblasti všetkých ho-

Tab. 3 Prítomnosť siníc na úrovni horizontov vodárenského odberu počas roka 2021

	Výsledky hydrobiologických skúšok za rok 2021											
	P. rubescens			Aphanizomenon sp.			Chromophyta (rozsievky)			počet autotrofných org.		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
18. 01. 2021	2 400	6 360	8 480	0	0	0	17	7	32	2 424	6 367	8 523
15. 02. 2021	960	1 360	4 800	0	0	0	24	24	12	986	1 384	4 812
01. 03. 2021	2 320	1 480	1 800	0	0	0	2	10	2	2 326	1 490	1 804
26. 04. 2021	16 280	18 360	15 360	0	0	0	184	230	230	16 464	18 590	15 590
17. 05. 2021	4 400	8 040	34 680	0	0	0	157	155	128	4 561	8 197	34 872
07. 06. 2021	2 720	3 080	14 560	0	0	0	60	31	166	2 788	3 113	14 726
12. 07. 2021	360	1 480	12 480	0	0	0	56	98	60	416	1 580	12 546
02. 08. 2021	440	1 080	16 360	0	0	0	127	120	47	585	1 202	16 422
06. 09. 2021	400	2 080	1 160	0	0	0	17	66	0	424	2 153	1 160
18. 10. 2021	400	600	0	0	0	0	30	30	0	434	636	0
08. 11. 2021	0	13 720	15 802	0	0	0	0	16	142	2	13 748	15 996
13. 12. 2021	20 720	40 640	8 440	0	120	80	67	50	7	20 827	40 843	8 574
Kategória A3							19,4%	Prekročenie kategórie A3				30,6%

sa namerala na úrovni horizontu H2 hodnota 40 760 b/ml, čo je doteraz najvyššia hodnota zistená na úrovni horizontov vodárenského odberu. Chemické analýzy surovej vody na úrovni odberných horizontov ukázali, že v období mesiacov august – október došlo k extrémnemu nárastu hodnôt predovšetkým v ukazovateľoch farba, železo, mangán, amoniakálny dusík, a zároveň k zásadnému a atypickému poklesu a deficitu obsahu rozpusteného kyslíka v horizonte H3, kde predtým kyslík vykazoval maximálne hodnoty (tab. 4). Objavil sa aj cudzorodý zápach vzorky z horizontu H3 a zvýšené hodnoty mikrobiologických ukazovateľov. Pokles oživenia v horizonte H3 bol

rizontov dosiahli normálne hodnoty. Došlo však k opätovnému nárastu výskytu siníc. Zaznamenali sme celoročnú maximálnu hodnotu 40 760 b/ml v horizonte H2 (13. 12. 2021). Horizont H2 sa štandardne využíva na vodárenský odber. Výrazný nárast obsahu siníc koncom roka 2021 spôsobila prítomnosť chemických faktorov, ktoré mali pôvod v rozkladných produktoch siníc z jesenného obdobia.

V jarom období roku 2022 sa sinice sústredili v povrchových vrstvách a spôsobili zafarbenie ľadovej pokrývky nádrže. Je predpoklad, že intenzívne oživenie VN Turček sinicami *P. rubescens* bude pokračovať aj v roku 2022.

Tab. 4 Vplyv rozkladných procesov siníc na kvalitu vody v horizonte H3

Ukazovateľ	Jedn.	17.05.2021	07.06.2021	12.07.2021	02.08.2021	06.09.2021	18.10.2021	08.11.2021	13.12.2021
Farba	mg Pt/l	20,0	17,0	28,0	34,0	160,0	190,0	13,0	9,0
Amoniakálny dusík	mg/l	< 0,01	0,02	0,02	0,11	0,09	0,88	0,02	0,020
Železo	mg/l	0,03	0,06	< 0,03	1,90	7,45	8,08	0,07	0,05
Mangán	mg/l	< 0,01	0,01	0,01	0,39	1,10	0,91	0,03	0,01
Rozpustený kyslík	mg/l	11,5	11,1	10,4	10,3	2,8	3,6	9,0	9,5
pH		7,63	7,48	7,95	8,82	6,70	6,62	7,66	7,660
Vodivosť	mS/m	8,86	8,81	8,75	9,26	20,80	24,30	9,10	8,820
Koliformné baktérie	KTJ/100 ml	0	9	7	17	3	0	3	2
Kultivovateľné b. pri 22 °C	KTJ/ml	49	60	69	269	45	5	71	55
Kultivovateľné b. pri 36 °C	KTJ/ml	7	7	1	243	7	0	7	4
<i>Planktothrix rubescens</i>	b/ml	34 680	14 560	12 480	16 360	1 160	0	15 800	34 680
		mimoriadne zhoršené výsledky					náhly pokles oživenia		

Obr. 4 – 5 Sfarbenie ľadovej pokrývky sinicami *Planktothrix rubescens*

ZÁVER

Výsledky monitorovania nádrže a surovej vody z odberných horizontov na VN Turček potvrdzujú niekoľkoročnú dominantnú prítomnosť metalimnických vláknitých siníc druhu *Planktothrix rubescens*. Sinice sa adaptovali na klimatické a hydrologické podmienky VN Turček a sú v nej celoročne prítomné vo významných koncentráciách. Počas letnej stratifikácie vytvárajú v hĺbkach 8 – 12 m vrstvu vysokej hustoty (30 000 – 50 000 b/ml). Vysoká hustota siníc sa vyskytuje aj na úrovni odberných horizontov. V roku 2021 až 50 % výsledkov presiahlo limitnú hodnotu 3 000 b/ml, pre kategóriu A3 pre upraviteľnosť (podľa NV SR č. 269/2010 Z. z., príloha 2). Maximálna hodnota cca 40 600 b/ml sa zistila v decembri 2021.

Najvyššie obsahy na úrovni horizontov sa vyskytujú v období jarnej a jesennej cirkulácie a často prevyšujú hodnoty 10 000 b/ml. V miestach maximálneho výskytu môže sinica ovplyvniť prostredie tak, že nie je zlučiteľné s jej prežitím a rozkladné produkty siníc môžu potom ohroziť kvalitu surovej vody a komplikovať technologické postupy pri úprave vody. Je potrebné sústrediť úsilie na zistenie skutočných príčin rozvoja sinice *P. rubescens* a posúdenie prípadných rizík adaptácie tejto sinice aj na iných vodárenských nádržiach. Bude treba riešiť problematiku zavedenia vhodných monitorovacích systémov siníc *P. rubescens* pred odberom na úpravu vody a hľadať možnosti redukcie obsahu siníc priamo v nádrži.

Foto: I. Kmeť



Obnovené rameno rieky Morava v Rakúsku, archív Viadonau
Obrázok je z príspevku na strane 8



Obnova mokradí – jazero Veľká Krčava a Žitavský luh

¹ Ing. Eva Kolesárová, ¹ Ing. Katarína Farbiaková, PhD., ¹ Ing. Silvester Varga, ² Mgr. Ján Gúgh, PhD.,

² Ing. Matej Repel, PhD.

¹ SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, š. p.,

² Slovenská ornitologická spoločnosť/BirdLife Slovensko

*Projekt sa realizuje v rámci programu **Zmierňovanie a prispôsobovanie sa zmene klímy (SK-Klíma)** spolufinancovaného z Nórskeho finančného mechanizmu 2014 – 2021 a štátneho rozpočtu Slovenskej republiky.*

Anotácia

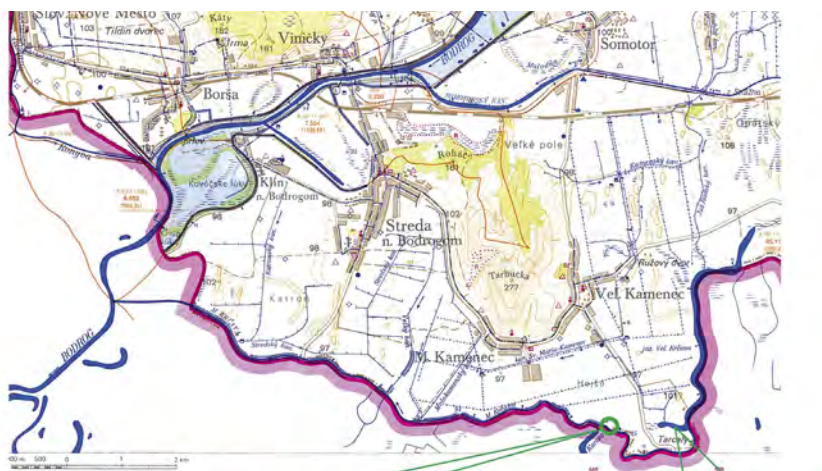
Projekt sa zameriava na obnovu dvoch významných mokradí v dvoch lokalitách južného Slovenska – jazero Veľká Krčava a Žitavský luh, ktoré sú znehodnoteného následkom vodohospodárskych úprav v minulosti a celkovej zmeny krajiny a jej využívania. Predmetné mokrade majú veľký potenciál a význam z hľadiska zadržiavania vody v krajine, ochrany proti suchu a ochrany biodiverzity, avšak v súčasnosti sú ohrozené zazemňovaním, zarastaním a vysychaním. V rámci projektu sa budú uplatňovať také technické opatrenia, ktoré utvoria podmienky na zavodnenie a zadržiavanie vody v mokradiach, a to predovšetkým v období dostatočných prietokov na vodných tokoch. Ďalším cieľom projektu je dosiahnuť laterálnu konektivitu mokradí a zabránenie odtoku vody zachytávannej mokradami. Celkové riešenia a realizácia všetkých častí revitalizácie reprezentuje komplexný prístup k revitalizácii územia a zahŕňa všetky elementy a súčasné výzvy ochrany biodiverzity, zlepšenia priaznivého stavu územia NATURA 2000 a zabezpečuje zadržiavanie vody v krajine v súvislosti s výzvami, ktoré prináša zmena klímy.

SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, štátny podnik (ďalej SVP, š. p.), v pozícii prijímateľa, a Slovenská ornitologická spoločnosť/BirdLife Slovensko, občianske združenie (ďalej SOS/BirdLife Slovensko), v pozícii projektového partnera, participujú v období 02/2022 – 04/2024 na projekte, ktorý rieši problematiku integrovaného prístupu v manažmente povodí, a to prepojenie revitalizácie mokrade s implementáciou zelenej protipovodňovej ochrany sprístupnením inundačného územia a zadržiavania vody tam, kde neohrozuje intravilány obcí.

Plán obnovy znehodnoteného ekosystému mokrade zahŕňa dve lokality – jazero Veľká Krčava nachádzajúce sa v Chránenom vtáčom území Medzibodrožie v okrese Trebišov na juhovýchode Slovenska a prírodnú rezerváciu Žitavský luh v rovnomennom chránenom vtáčom území v okrese Nové Zámky a Nitra na juhu západného Slovenska. Projekt výraznou mierou prispieva k chápaniu mokradí ako významných ekosystémov pre obyvateľov v oboch regiónoch, k efektívnejšej ochrane pred povodňami a manažmentu vôd, zároveň k zmierňovaniu následkov sucha, napríklad vysychaniu studní, ako aj k filtračnej schopnosti mokradí a zachytávaniu znečisťujúcich látok. Všetky tieto aspekty prinesú značný benefit pre obyvateľstvo a zároveň prispievajú k ochrane a zachovaniu biologickej rozmanitosti.

Krčava je pozostatok rieky spred 200 rokov, ktorá meandrovala a rozvetkovala sa do mnohých ramien. Dobová literatúra opisovala toto územie ako aluviálnu, močaristú a lesnatú nivu zaplavovanú vodami Tisy, Bodrogu, Latorice a Laborca,

pričom naprieč územím Medzibodrožia vtedy pretekali rieky Tice a Krčava. V dávnej minulosti sa využívala dokonca na prepravu tovaru na člnoch a lodiach, napríklad soli. V súčasnosti tvorí hranicu medzi Slovenskom a Maďarskom. Prvé technické opatrenia na zníženie rizika častých, pravidelných a pomerne dlhotrvajúcich povodní a následných epidémií, za účelom zlepšenia podmienok plavby, ako aj poľnohospodárskeho využitia tohto často zaplavovaného územia sa začali v Medzibodroží realizovať už v 19. storočí. V 60. rokoch 20. storočia sa založila efektívna sieť odvodňovacích kanálov a čerpacích staníc. Dobudovali sa ochranné hrádze, čím sa na území dramaticky zmenil vodný režim. Aj napriek mnohým nepriaznivým dosahom vodohospodárskych úprav, aplikovaných v minulosti, Medzibodrožie ešte vždy disponuje značným potenciálom jednak prírodných hodnôt, jednak potenciálom pre retenciu a zadržiavanie vody v krajine. Jedným z takýchto území je časť rieky s názvom Veľká Krčava (obr. 1 na strane 7.), ktorá sa zachovala ako jazero a najväčšia stojatá vodná plocha v území, ktorá patrí do CHVÚ Medzibodrožie. Trpí však nedostatkom vody. V rámci projektu sa na reguláciu vody na hraničnom vodnom toku Malá Krčava postaví stavidlo, ktorým bude možné regulovať vodu v jazere Veľká Krčava, napúšťať a zadržať vodu z jarných záplav na Bodrogu. Lokalizáciu na mape a vizualizáciu navrhovaného stavidla vidíme na obr. 2. Cieľom tohto technicky pomerne jednoduchého opatrenia je zadržiavanie dostatočného objemu vody v krajine, čo úzko súvisí so zmierňovaním vplyvu klimatických zmien, ktorých následky obyvateľia regiónu



PRÍNOSY PROJEKTU

Hraničný vodný tok Malá Krčava sa tiahne od zaistenia do Bodrogu, v maďarskej obci Felsőberek, pozdĺž Slovensko-Maďarskej hranice cez k. ú. Klin nad Bodrogom, Streda nad Bodrogom, Malý Kamenec, Veľký Kamenec, Strážne, Veľký Horeš pričom približne v úseku rkm 11,300 až 15,000 tvorí jazero Veľká Krčava.

Výstavbou stavidla v rkm 8,700 na hraničnom vodnom toku Malá Krčava v k. ú. Veľký Kamenec bude možné regulovať odtok vody z jazera Veľká Krčava a zároveň v prípade požiadavky z maďarskej strany bude umožnené zavodňovať mŕtve rameno Karesa na maďarskej strane, ktoré je súčasťou územia európskeho významu Pácinó-Mosona Erdő. Na slovenskej strane je časť Malej Krčavy a jazero Veľká Krčava súčasťou chráneného vtáčieho územia Medzibodrozie.

TECHNICKÉ PARAMETRE

NAVRHOVANÉHO STAVIDLA

Typ: obdĺžnikový prierez 3,0 x 2,5 m

Stanovený prietok: 3,00 m³/s

Hĺbka vody: 3,00 m

Šírka dna: 2,50 m

Dĺžka objektu: 20,000 m

Prietoková plocha: 7,50 m²

Omočený obvod: 11,00 m

Hydraulický rádius: 0,68 m

Koeficient hydraulického drsnosti: 2,00 mm

Kinematická viskozita: $1,31 \times 10^{-6}$ m²/s

Obr. 2 Veľká Krčava – vizualizácia navrhovaného stavidla v rkm 8,700, archív SVP, š. p.

už pocifujú najmä vo forme zvyšujúcich sa teplôt, nedostatku zrážok, častých a dlhotrvajúcich období sucha. Uvedené opatrenie zabezpečí vhodné podmienky na hniezdenie belušej veľkej (obr. 3), volavky purpurovej (obr. 4) a ďalších druhov vtákov európskeho významu.



Obr. 3 Beluša veľká, Ervín Hrtan



Obr. 4 Volavka purpurová, Ervín Hrtan

Prírodnú rezerváciu Žitavský luh (zároveň aj Chránené vtáčie územie) (obr. 5) predstavujú zachovalé aluviálne lúky a pôvodné meandre rieky Žitava, ktorá sa v tomto úseku regulovala relatívne nedávno, a to v rokoch 1979 – 1982. Stredom najcennejších lúk vyhlbili nový tok rieky a väčšina lúk, ktoré sa tu nachádzali, odvodnili a rozorali. Zachovalú časť pôvodných mokrých lúk v rámci prírodnej rezervácie môžeme označiť za najvýznamnejšie v severnej časti Požitia. Žitavský luh je zaradený medzi územia NATURA 2000 a hoci rozlohou patrí medzi menšie, významom patrí z niekoľkých hľadísk medzi dôležité nížinné územia pre výskyt vzácných druhov flóry a fauny. Ako jediné územie poskytuje v rámci juhozápadného Slovenska pravidelné vhodné hniezdne možnosti pre kačicu chrapačku (obr. 6) a chriašťa bodkovaného (obr. 7). Územie je dôležité aj pre migráciu a hniezdenie bahniakov. Pravidelne tu hniezdi napríklad kaľužiak červenonohý (obr. 8) a vyskytujú sa breháre čiernochvosté a mnohé iné. Hlavným problémom územia z hľadiska hospodárenia s vodou je zastaraný a nevhodný stav existujúcich technických vodohospodárskych objektov, ktoré zabezpečujú vodný režim územia. Stav stavidiel neumožňuje vhodne reagovať a citlivo manažovať vodný režim podľa potrieb ochrany prírody či ochrany území pred povodňami. Zároveň súčasné riešenie vodného režimu spôsobuje nedostatočné dotovanie časti lúk vodou, čo spôsobuje degradáciu pôvodných aluviálnych lúk a ich vysychanie, a privádza vodu cez pôvodné rameno Žitavy a kanál Martinová-Maňa cez obce,

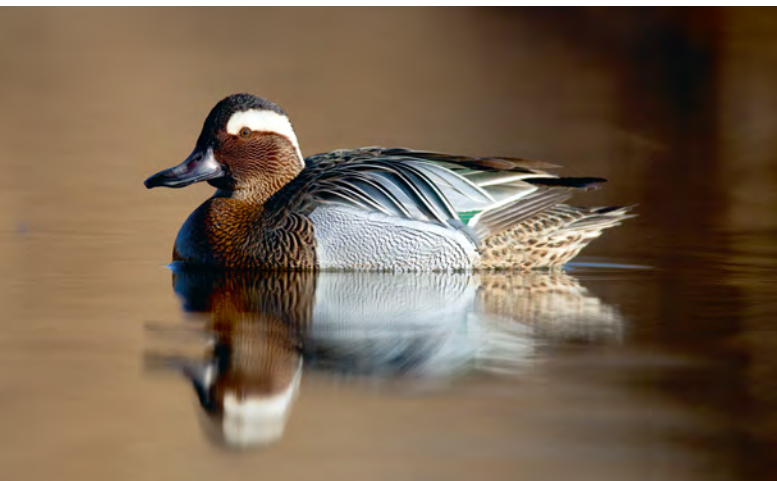


Obr. 5 Projektová lokalita Žitavský luh, archív SOS/BirdLife Slovensko

čo v prípade povodňových stavov a extrémnych zrážok môže spôsobovať kolízne stavy.

Projekt *Obnova mokradí – jazero Velká Krčava a Žitavský luh* zabezpečí financovanie výstavby nového nápuštného objektu priamo v priestore Prírodnej rezervácie Žitavský luh (ďalej PR Žitavský luh), čím sa umožní vhodné prevedenie vodného režimu, obnova laterálnej konektivity vodného

toku so zachovalými ramenami v inundácii, výrazne sa zlepši vodný režim zasiahnutých aluviálnych lúk a zvýši sa ochrana pred povodňami. Realizáciu revitalizačných opatrení v kombinácii s ďalšími úpravami (oprava výpustného objektu, oprava povodňovej ochrannej hrádze v južnej časti prírodnej rezervácie, odstránenie sedimentov zo zazemneného ramena) demonštrujú a implementujú reálne zelené opatrenia



Obr. 6 Kačica chrapačka, Andrej Chudý



Obr. 7 Chriašf bodkovaný, Jozef Lengyel

podporujúce vodozádržné aktivity v súvislosti s adaptáciou na klimatické zmeny, ochranu pred povodňami za súčasnej ochrany prírody a biologickej rozmanitosti. Revitalizačné aktivity majú výrazný integrujúci charakter a riešia zároveň ochranu prírody a protipovodňové opatrenia.

V rámci projektu sa financuje realizácia vybudovania:

SO 02 Odberný objekt s úpravou Novej Žitavy

Predmetom úprav je zabezpečenie odberu vody na oživenie obnovených ramien vodou z koryta Žitavy pre PR Žitavský luh (obr. 9, na strane 37). Úpravy predstavujú odberný objekt v ľavostrannej ochrannnej hrádzi, sklz na vytvorenie vzdutia na odber, úpravu koruny hrádze na zabezpečenie vyššej úrovne protipovodňovej ochrany pre nižšie položené sídla. Odberný objekt bude tvoriť priepust 1 000 x 1 000 mm so stavidlom v uzáverovej šachte s manuálnym ovládaním a hrablicami na vtoku. Súčasťou SO 02 je vybudovanie sklzu potrebného na vzdutie hladiny. Celokorytový sklz bude v tvare „V“ opevnený dlažbou z lomového kameňa. Spodnú časť vlastne tvorí 185m rybovod. Vplyvom vzdutia v dne Žitavy bude potrebné navýšenie ochranných hrádzi Žitavy



Obr. 8 Kalužiak červenonohý, Andrej Chudý

v dĺžke 800 m. Na ľavostrannej hrádzi sa navrhuje bočný prepad s výtokom do Žitavského luhu. Dĺžka zníženia je 10 m pri hĺbke zníženia 0,80 m.

Súčasťou revitalizačných opatrení, ktoré sa na Žitavskom luhu zrealizujú a budú sa financovať v rámci projektu LIFE12 NAT/SK/000488 Integrovaný manažment riečnych ekosystémov na južnom Slovensku v Žitavskom luhu, sú ďalšie dva stavebné objekty:

SO 01 Obnova ramien Starej Žitavy

Účelom je udržiavanie a zlepšenie stavu, druhov a biotopov viazaných na alúvium rieky Žitavy. Zlepšenie riešenia privádzania vody do prírodnej rezervácie cestou nového odberného objektu z koryta Novej Žitavy. Revitalizácia sa zakladá na obnovení starých ramien, ich vzájomného spojenia s hlavnými ramenami. Šírka obnovených ramien bude cca 3 – 5 m pri hĺbke 0,5 – 0,6 m, sklony svahov 1 : 5 až 1 : 3. Vykopaná zemina sa deponuje a použije na úpravu priečnej hrádze PR Žitavský luh.

SO 03 Oprava priečnej koruny hrádze a výpustného objektu

Predmetom tohto objektu je výmena uzáverovej šachty so stavidlom, situovanej na priečnej hrádzi Žitavského luhu, a dosyp koruny priečnej hrádze v dĺžke 925 m pri šírke koruny 3 – 4 m a sklone svahov 1 : 3. Priemer vypúšťacieho potrubia zostáva 1 000 mm, stavidlo sa bude ovládať manuálne kanalizačným stavidlom DN 1 000 mm (EROX). Prístup do uzáverovej šachty umožňuje vstupný otvor 800 x 800 mm s uzamykateľným poklopom. Priečna hrádza bude dosypaná na kótu 133,50 m, čo predstavuje kótu ľavej hrádze Žitavy v mieste napojenia oboch zemných hrádzi.

Realizáciou uvedených stavebných objektov sa zabezpečí komplexná revitalizácia územia.

Ďalšie informácie o projekte sú dostupné na stránke *Obnova mokradí – jazero Veľká Krčava a Žitavský luh* | SVP

Hodnotenie trendov vývoja kvality povrchových vôd v základných ukazovateľoch znečistenia v UP ČPSÚD na Slovensku v období rokov 1989 – 2020, samostatne v období rokov 2011 – 2020 a 2018 – 2020

Ing. Karol Kucman, CSc.

Výskumný ústav vodného hospodárstva

ÚVOD

Posúdenie vývoja kvality povrchových vôd na území Slovenska za obdobie posledných 30 rokov predstavuje mimoriadne komplexnú úlohu pre jej splnenie, čo možno uskutočniť prakticky len čiastočne cez ohraničený a dostupný výber systematicky hodnotených riečnych profilov a pomocou výberu pravidelne dlhodobo systematicky posudzovaných zdrojov znečistenia. V tomto smere poskytuje publikácia zjednodušený obmedzený obraz hodnotenia časového vývoja kvality vôd pomocou analýzy časových radov údajov výberu prirodzených a zároveň antropogénnych parametrov znečistenia povrchových vôd v uzáverových profiloch. Prístup a spôsob v hodnotení vývoja kvality povrchových vôd sú podmienené účelom tohto hodnotenia. Preto významne záleží nielen na výbere matematických metód analýzy časových radov, na vymedzení miesta a posudzovaných parametroch, ale i na vymedzení časových intervalov [1 – 3]. Z tohto dôvodu nájdeme v predloženej práci vyhodnotenia a obrázky, ktoré súvisia jednak s celým posudzovaným obdobím 1989 – 2020, jednak so záverečným desaťročím, ako aj s obdobím posledných troch rokov.

HLAVNÉ CIELE

Výsledky predchádzajúcich prác trendovej analýzy vývoja kvality v uzáverovom profile čiastkového povodia v správnom území povodia Dunaja (UP ČPSÚPD) na Slovensku [4 – 8], ktoré súviseli s hodnoteniami z obdobia 90. rokov 20. storočia – 1. desaťročie po r. 2000 poukázalo na to, že najvýznamnejšie zmeny vývoja kvality v UP ČPSÚPD sa diali hneď na začiatku 90. rokov 20. storočia nasledovaným postupným znižovaním koncentrácií základných parametrov organického znečistenia, nutričov dusíka a fosforu po roku 2000 do obdobia finančnej krízy v roku 2008. Z uvedených výsledkov možno usudzovať, že zaznamenaný vývoj prevažne smerujúci k zlepšeniu kvality povrchových vôd v základných prírodno-antropogénnych zložkách znečistenia v tejto etape významne ovplyvňovala likvidácia pôvodného spracovateľského priemyslu potravín a prírodných surovín, s výnimkou niektorých

druhov výroby, napr. výroba a spracovanie celulózy a papiera. Novovybudované, predovšetkým strojárske priemyselné podniky sa prakticky všetky uvádzali do prevádzky už s funkčnými čistiacimi zariadeniami.

Ciele aktuálnej poslednej analýzy vývoja kvality v základných parametroch znečistenia v UP ČPSÚPD do roku 2020 boli sformované takto:

Posúdenie vývoja kvality v 11 uzáverových profiloch čiastkových povodií správneho územia povodia Dunaja na Slovensku v 6 posudzovaných parametroch znečistenia za posledné tri desaťročia.

Vyhodnotenie veľkosti a štatistickej významnosti trendových zložiek (TZ), trendovo-cyklických zložiek vývoja (TCZ) v celom posudzovanom období a samostatne za posledné desaťročie.

Stanovenie priemerných veľkostí tendencie trendového vývoja (TTV) za posledné tri roky s predikciou na budúci rok.

SPÔSOB SPLNENIA UVEDENÝCH CIEĽOV

Vypracovanie komplexu grafických priebehov konsolidovaných údajov v transformovanej a netransformovanej (logaritmovaných údajov) forme zobrazení časových radov (TS) posudzovaných parametrov znečistenia v UP ČPSÚPD v období 1989 – 2020.

Súbežne určenie a zobrazenie trendovo-cyklických zložiek vývoja (TCZ) posudzovaných súborov dát.

Určenie štatistickej významnosti a variability podielov stanovených priebehov TCZ z celkovej variability TS transformovaných údajov za obdobie 1989 – 2020.

Určenie prevažujúcej orientácie a štatistickej významnosti prítomnosti trendových zložiek vývoja v UP ČPSÚPD pre celé posudzované obdobie 1989 – 2020.

Určenie orientácie a štatistickej významnosti prítomnosti TZ vývoja v TS (rastúci, klesajúci stagnujúci trend) v UP ČPSÚPD na obdobie posledných 10 rokov, teda za obdobie 2011 – 2020.

Vyhľadanie časových priebehov pôvodných údajov TS na úroveň charakterizovanú ako priebeh trendového vývoja (TV). Vyhľadania priebehov TV by mali zahŕňať okrem

trendovej zložky (TZ) i podiel časti variability vytvorenej dlhodobými cyklickými vplyvmi, presahujúcimi často časové úseky 10 a viac rokov. Do týchto meniacich sa vplyvov pri vývoji TS sa nepremietajú zmeny nielen krátkodobých sezónnych, ale ani krátkodobých cyklických zmien časových úsekov 2 – 4 roky.

POSUDZOVANÉ PARAMETRE KVALITY

Pri posudzovaní vývoja kvality vody v povrchových tokoch v uzáverových profiloch čiastkových povodií správneho územia povodia *Dunaja* sa okruh trendovej analýzy týkal výberu ukazovateľov znečistenia: CHSK_{Cr} , N-NH_4 , N-NO_3 , N_{cel} , P_{cel} (mg/l) a merná vodivosť EK (mS/m).

PRIESTOROVÉ VYMEDZENIE

Na trendovú analýzu sa vybralo 11 monitorovacích miest, z toho 10 *UP ČPSUPD*. K *UP* bolo priradené i monitorovacie miesto *Dunaj – Bratislava – stred*, ktoré definuje vstup na územie Slovenska a nepriamo reprezentuje významnú časť povodia *Dunaja* na území Európy. Posudzovanie sa týkalo okrem profilu *Dunaj – Bratislava – stred UP*: *Morava – Devín*, *Dunaj – Szob – stred*, *Váh – Komárno*, *Nitra – Komoča*, *Hron – Kamenica*, *Ipeľ – Salka*, *Hornád – Hidasnémeti*, *Slaná – Sajópuspoki*, *Bodva – Hosfóvce*, *Bodrog – Streda nad Bodrogom*.

ČASOVÉ VYMEDZENIE ZDROJOV DÁT

Pôvodné údaje sa získali z monitorovania povrchových vôd vykonávaného SVP, š. p., a od roku 2007 v súlade s Programom monitorovania vôd na Slovensku realizovaným SVP, š. p., a *VÚVH Bratislava*.

Posudzovanie trendového vývoja kvality povrchových vôd z hľadiska štatisticko-matematického aparátu a interpretácie výsledkov významne závisí od veľkosti časového vymedzenia. Z tohto dôvodu sa zvolili tri vzájomne sa prekrývajúce časové vymedzenia.

Celé obdobie hodnotenia sa vymedzilo od 1. januára 1989. V ideálnych prípadoch to predstavovalo 396 mesiacov a údajov. Všetkým súborom konsolidovaných údajov sa priradila spoločná poradová os, ktorá sa začínala prvým dňom 1. januára 1989 a končila sa 11 688. dňom 31. decembra 2020. Pre neúplnosť pri niektorých súboroch sa analýzy a výsledné zobrazenia začínajú vyššou poradovou hodnotou, než je 1. január 1989.

Obdobie hodnotenia a analýzy časových radov za roky 2011 – 2020. Posúdenie vývoja kvality vo výbere parametrov znečistenia povrchových vôd sa zvolilo s ohľadom na obdobie, keď sa už končili aj významnejšie sociálno-ekonomické zmeny spojené s 90. rokmi uplynulého storočia a pretrvávajúce ešte do prvého desaťročia po roku 2000.

Obdobie špecifického hodnotenia a analýzy časových radov za **posledné 3 roky 2018 – 2020** spojené s vyhodnotením stredných veľkostí aktuálnych tendencií trendového vývoja (TTV,) teda za posledných 36 mesiacov (1 461 dní).

Obdobie predikcie priebehu exponenciálneho vyrovnávania časových radov sa zvolilo na **obdobie roka 2021**.

ÚDAJE V DATABÁZE A ICH KONSOLIDÁCIA

Dostupnosť údajov zo súhrnnej databázy základných a doplnkových údajov je miestami čiastočne obmedzená. Súbor údajov na spracovanie jednorozmerných časových radov nie sú pri každom parametri alebo *UP* úplné. Podľa potreby sa preto pri konsolidácii použili doplnenia adaptácie na vytvorenie korektných TS.

V miestach, kde nebola splnená ani približne časová pravidelnosť, sme chýbajúce údaje nahradili aproximáciou podľa údajov z predchádzajúceho a nasledujúceho roka.

Dostupnosť údajov v celom hodnotenom období poukazuje na to, že z hľadiska časového sa hlavne v minulosti často nerobil monitoring ukazovateľov kvality pri základných druhoch znečistenia dostatočne pravidelne. Dostupnosť údajov postupne od začiatku posudzovania vykazuje väčšiu úplnosť, no v roku 2020 sa v oblasti monitoringu kvality povrchových vôd opäť objavili obmedzenia. Zníženie dostupnosti údajov z tohto roka sa v predmetnej štúdii dotklo vybraných posudzovaných parametrov znečistenia v profile *Dunaj – Szob* v čase *apríl – december 2020* z dôvodu obmedzenia odberov a spracovania vzoriek vinou vírusovej infekcie *Covid 19*.

Základné východisko na ďalšiu činnosť trendovej analýzy časových radov predstavuje konsolidácia pôvodných údajov databázy.

Údaje z centrálnej databázy sa podľa profilov a parametrov filtrovali a následne previedli z textového do numerického formátu. Vyskytujúce sa cenzurované údaje v záznamoch nahradili počítateľné numerické údaje. Obmedzený počet cenzurovaných údajov, ktoré zodpovedali koncentráciám pod limitom kvantifikácie (LOQ), sa upravili na polovičnú hodnotu.

METÓDY A PROSTRIEDKY TRENDOVEJ ANALÝZY

Odfiltrovanie časti variability zo súborov TS transformovaných údajov do podoby *TCZ* sa realizovalo adaptívnou metódou vyhladenia pomocou *Fourierovej* transformácie logaritmovaných údajov s *Bartlettovým filtrom*, so šírkou okna $n = 49$, čo zodpovedalo prakticky 49 mesiacom. Po vyhladení v transformovanej forme priebehu sa retransformácie dali do pôvodného rozmerového zobrazenia TS údajov.

Na štatistickú významnosť alebo nevýznamnosť *TCZ* oproti údajom TS v logaritmovaných údajoch TS voči časovým údajom sa použili metódy *LRA* a *ANOVA* so stanovením koeficientov determinácie R^2 a štatistické parametre F a t s ich porovnaním s tabulkovými kritickými hodnotami.

Okrem metódy *LRA* pre transformované údaje sa pri analýze stanovenia významnosti/nevýznamnosti dôkazu nuluových hodnôt TZ v časových radoch netransformovaných údajov použili i neparametrické testy: *Pearsonov koeficient R*, *Goodmanova-Kruskalova gamma*, *Kenadallovo τ* , pozri súčasť softvéru *Statistica 10*.

V prípade, že z výsledkov analýzy rozptylu alebo z neparametrických testov vychádzala hodnota významnosti na hladine $\alpha \leq 5\%$, do úvahy sa bral predpoklad, že uvedený súbor

údajov vykazuje štatisticky významnú úroveň dôkazu (ŠVÚD).

Ak bola hodnota významnosti $\alpha > 5\%$, výsledky *LRA* alebo neparametrických korelačných testov sa považovali za štatisticky nevýznamnú úroveň dôkazu (ŠNÚD).

Okrem metódy vyhladenia pôvodných logaritmovaných údajov *TS* pomocou *Fourierovej transformácie* a *Bartlettovho filtra* sa na vyhladenie priebehov charakterizovaných ako tendencia trendového vývoja *TTV* použili tieto metódy: *MNŠ vážených vzdialeností* logaritmovaných údajov; metóda exponenciálneho vyrovnania logaritmovaných údajov *TS* s predikciou na rok 2021. Po získaní vyhladenia priebehov oboma metódami sa tieto priebehy retransformovali do prirodzeného rozmerového zobrazenia.

Ďalej sa okrem vyššie použitých metód trendovej analýzy pri posudzovaní významnosti zmien použili porovnania veľkosti smerodajných odchýlok a koeficientov variability priebehov retransformovaných priebehov vyhladenia logaritmovaných údajov *MNŠ vážených vzdialeností* na stanovenie skóre. Určením skóre bolo možné stanoviť vzájomnú mieru významnosti vo veľkosti zmien jednak medzi jednotlivými *UP*, *jednak* medzi samotnými parametrami znečistenia.

Spracovanie dát a realizovanie trendovej analýzy sa uskutočnilo pomocou softvérových nástrojov: **STATISTICA 10** s programovým vybavením funkcií na pokročilú analýzu časových radov, neparametrické štatistické testy korelácií, vytváranie grafov a prekladanie kriviek rôznymi metódami a pomocou **Windows 10 Microsoft Excel 2020** – Analýza dát s lineárnou regresnou analýzou.

Významná časť výsledkov analýzy trendového vývoja je vyjadrená v grafických zobrazeniach, a to pre všetky parametre v 11 riečnych profiloch na 120 grafických obrázkoch, v ktorých sa nachádza 330 analytických grafických zobrazení. Každému parametru a riečnemu profilu v celom časovom

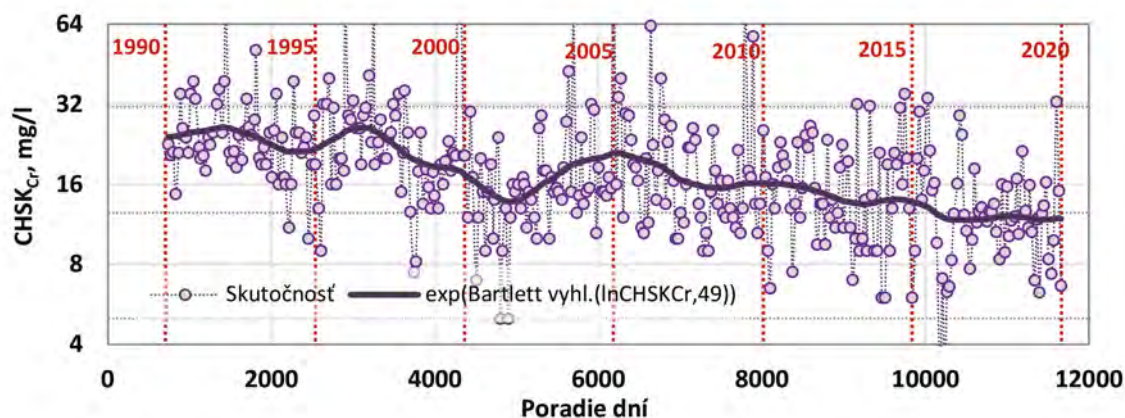
sledovaní pritom prináleží 5 zobrazení vyjadrujúcich vývojový trend analyzovaného parametra v čase.

- Zobrazenie *TS* konsolidovaných údajov v semilogaritmickom zobrazení, teda *TS* v grafickom zobrazení s osami: (*lny*, *poradie*).
- Zobrazenie vyhladeného priebehu *TCZ* v semilogaritmickom grafe, získanom pomocou *Fourierovej transformácie* logaritmovaných údajov s vyhladením *Bartlettovým filtrom*, s oknom filtra $n = 49$, teda *TS* priebehu *TCZ* v grafickom zobrazení s osami: (*lny*, *poradie*).
- Zobrazenie vyhladeného priebehu *TCZ* po retransformácii, získaného pomocou *Fourierovej transformácie* logaritmovaných údajov s vyhladením *Bartlettovým filtrom*, s oknom filtra $n = 49$ v grafickom zobrazení s osami: (*y*, *poradie*).
- Zobrazenie vyhladeného priebehu po retransformácii získaného pomocou metódy najmenších štvorcov vážených vzdialeností logaritmovaných údajov *TS* v grafickom zobrazení s osami: (*y*, *poradie*).
- Zobrazenie retransformovaného priebehu exponenciálneho vyrovnania logaritmovaných údajov *TS* s predikciou na rok 2021 v grafickom zobrazení s osami: (*y*, *poradie*).

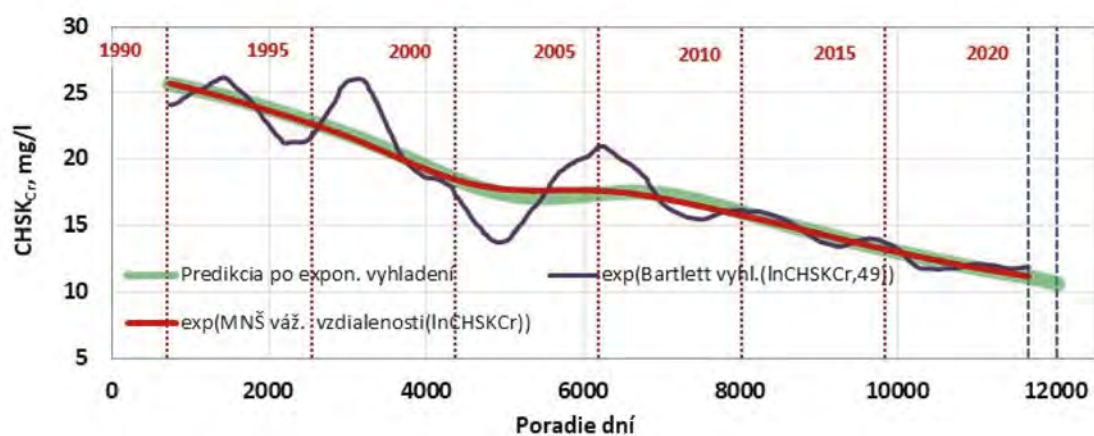
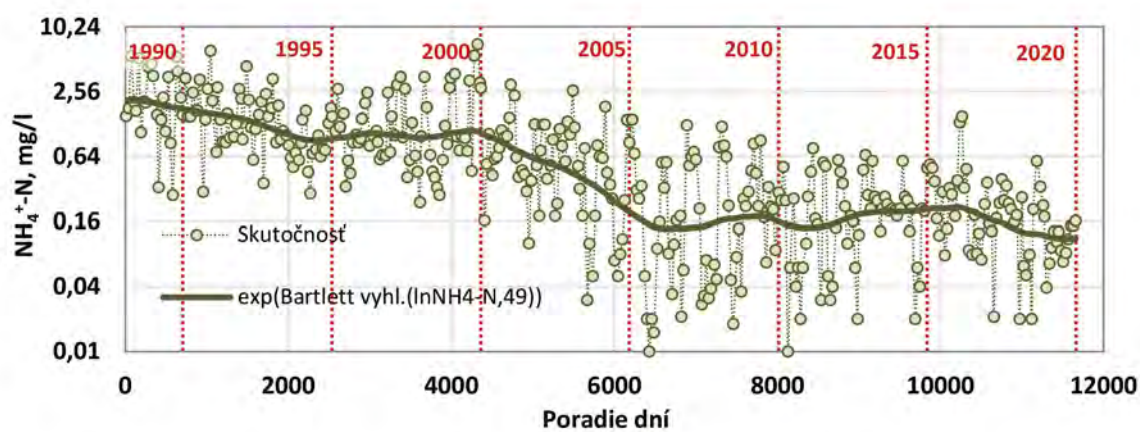
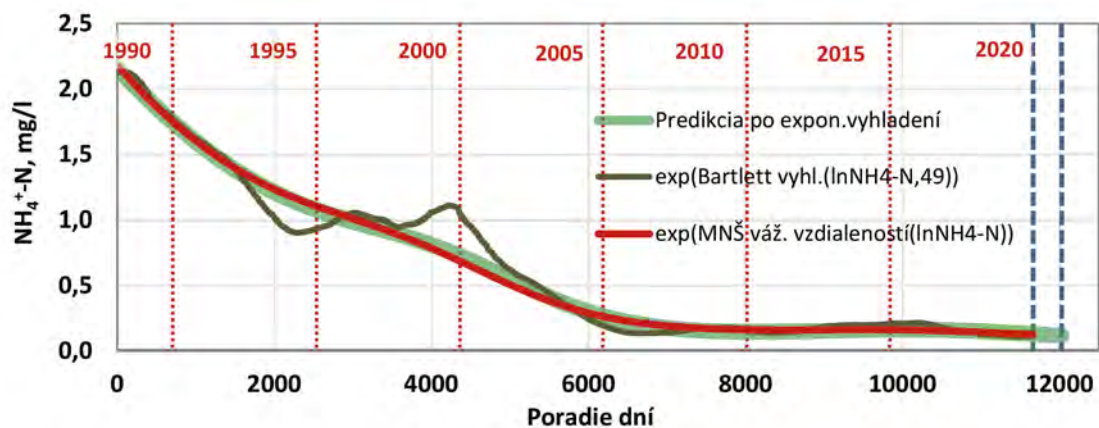
Tabulková časť výsledkov predstavuje:

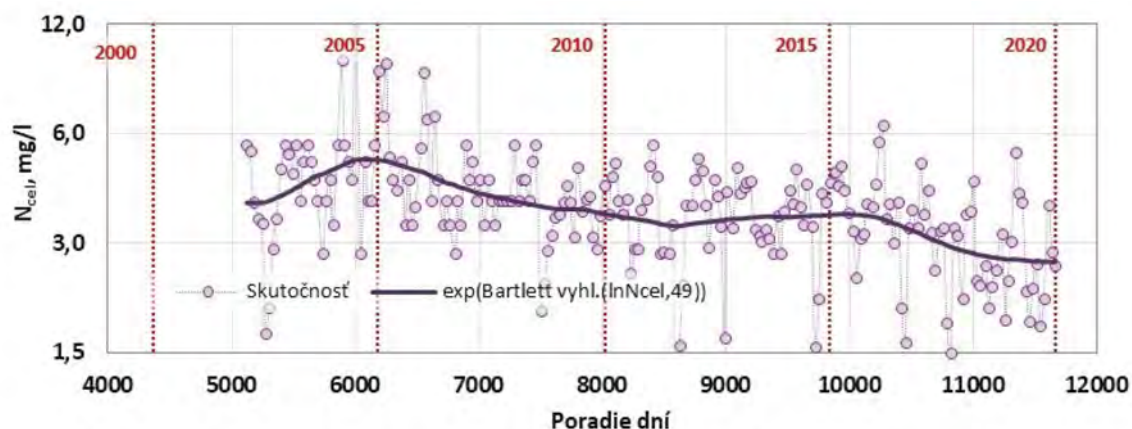
- hodnoty koeficientov determinácie, znakové identifikátory preukázania nenulových hodnôt trendov alebo stagnácie s orientáciou rastu, klesania, alebo stagnácie;
- stredné hodnoty trendovej tendencie vývoja *TTV* za posledné tri roky;
- skóre určujúce vzájomnú mieru významnosti trendových zmien medzi jednotlivými uzáverovými profilmi a jednotlivými posudzovanými parametrami.

VÝSLEDKY TRENDOVEJ ANALÝZY

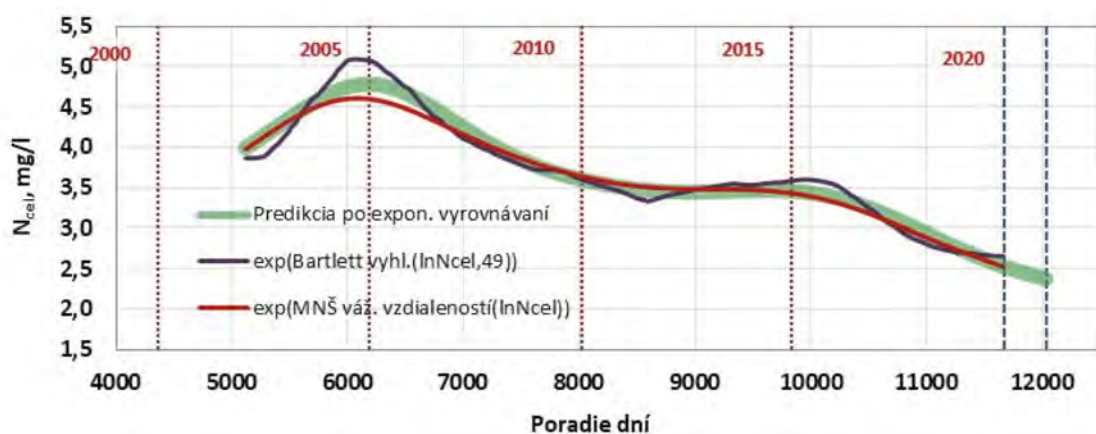


Obr. 1 $CHSK_{Cr}$ a *TCZ* v *UP* Nitra – Komoča v rokoch 1991 – 2020

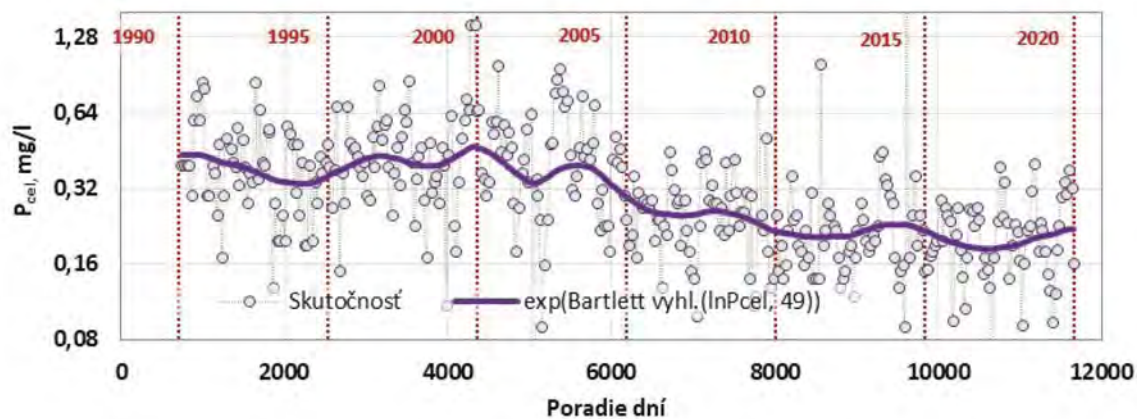
Obr. 2 VP a TCZ CHSK_{Cr} v UP Nitra – Komoča v rokoch 1991 – 2020Obr. 3 N-NH_4 a TCZ v UP Nitra – Komoča v rokoch 1989 – 2020Obr. 4 VP a TCZ N-NH_4 v UP Nitra – Komoča v rokoch 1989 – 2020



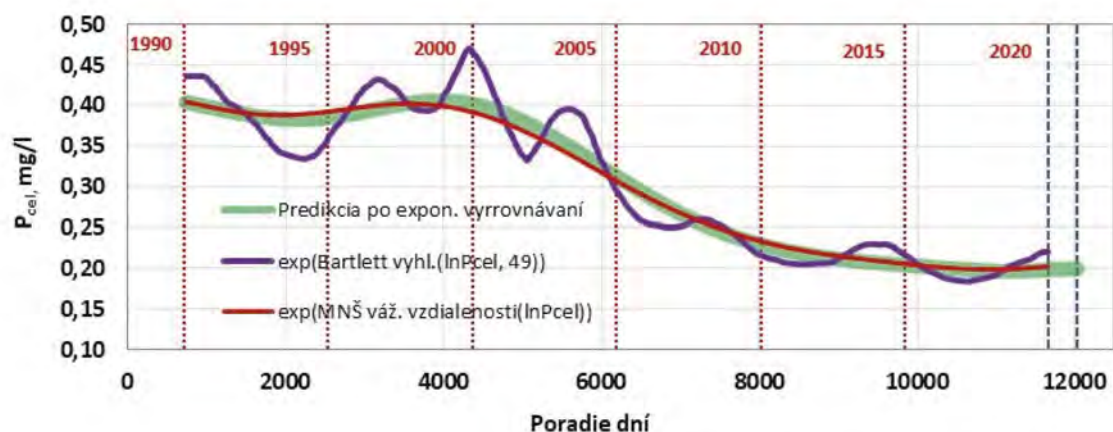
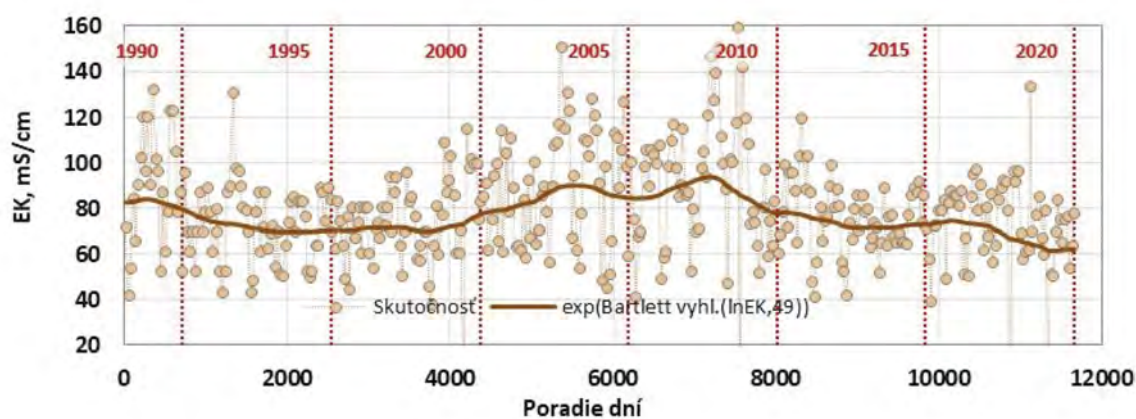
Obr. 5 N_{cel} a TCZ v UP Nitra – Komoča v rokoch 2003 – 2020



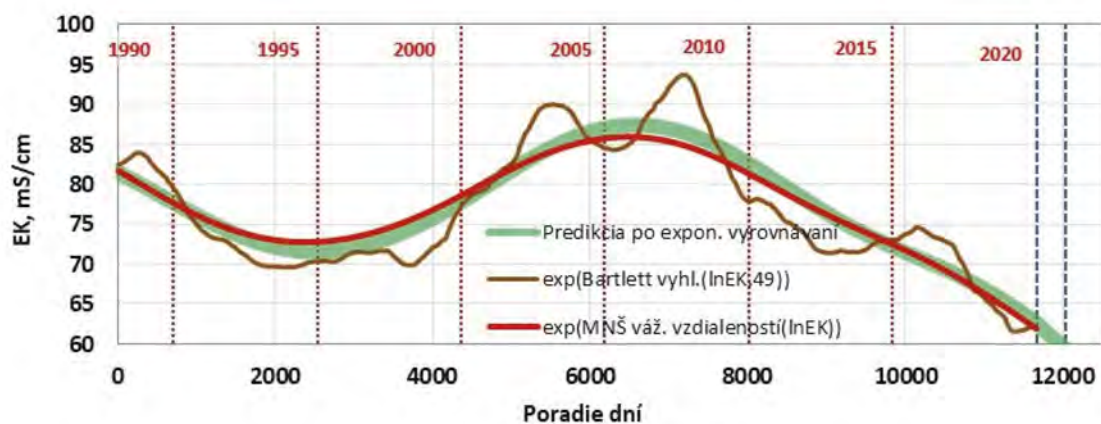
Obr. 6 VP a TCZ N_{cel} v UP Nitra – Komoča v rokoch 2003 – 2020



Obr. 7 P_{cel} a TCZ v UP Nitra – Komoča v rokoch 1991 – 2020

Obr. 8 VP a TCZ P_{cel} v UP Nitra – Komoča v rokoch 1991 – 2020

Obr. 9 EK a TCZ v UP Nitra – Komoča v rokoch 1989 – 2020



Obr. 10 VP a TCZ EK v UP Nitra – Komoča v rokoch 1989 – 2020

Tabuľka 1 Veľkosti koeficientov determinácie vyjadrené v % 100. R². TCZ logaritmovaných hodnôt parametrov znečistenia TCZ(lny) vo vzťahu k logaritmovaným hodnotám parametrov znečistenia údajov (lny). Percentuálne podiely z celkovej variability súborov lny vyjadrené TCZ(lny).

Parameter	Dunaj - Bratislava -stred	Dunaj - Szob	Morava - Devín	Váh - Komárno	Nitra - Komoča	Hron - Kamenica	Ipeľ - Salka	Slaná - Sajopospoki	Homád - Hidasnémety	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Bodva - Hosfove
CHSK _{Cr}	22,26	19,22	22,66	31,06	27,89	13,33	13,77	19,62	19,62	7,72	7,32
N-NH ₄	69,92	49,65	23,86	55,95	54,29	52,63	41,69	33,91	54,41	30,33	18,53
N-NO ₃	17,23	14,25	11,27	18,89	16,34	19,73	9,86	15,71	46,71	24,01	13,34
N _{cel}	22,22	16,42	13,29	34,81	27,8	25,82	14,25	11,33	27,47	15,26	20,67
P _{cel}	15,08	13,41	10,62	38,95	31,01	31,93	17,01	6,12	31,83	27,03	31,74
EK	10,9	12,54	14,27	8,9	10,65	7,5	9,2	20,44	15,3	9,05	12,22

Tabuľka 2 Súhrnné grafické zobrazenia významnosti a orientácie trendového vývoja pre jednotlivé posudzované parametre znečistenia a UP ČPSÚP Dunaja za posudzované obdobia

Obdobie rokov	Parameter	Dunaj - Bratislava -stred	Dunaj - Szob	Morava - Devín	Váh - Komárno	Nitra - Komoča	Hron - Kamenica	Ipeľ - Salka	Slaná - Sajopospoki	Homád - Hidasnémety	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Bodva - Hosfove
1989 – 2020	CHSK _{Cr}	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↗	↘
	N-NH ₄	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	N-NO ₃	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	N _{cel}	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	P _{cel}	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	EK	↗	↗	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↗	↘	↗
2011 – 2020	CHSK _{Cr}	↔	↘	↔	↘	↘	↘	↔	↔	↔	↔	↔
	N-NH ₄	↔	↗	↔	↔	↘	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	N-NO ₃	↘	↔	↔	↘	↔	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	N _{cel}	↘	↔	↔	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	P _{cel}	↔	↔	↔	↔	↘	↔	↗	↔	↔	↔	↔
	EK	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

↘	Klesajúci trend preukázaný na štatisticky významnej úrovni pravdepodobnosti
↗	Rastúci trend preukázaný na štatisticky významnej úrovni pravdepodobnosti
↔	Stagnujúci trend – nenulová hodnota nie je preukázateľná na štatisticky významnej úrovni

Tabuľka 3 Relatívna významnosť veľkosti TCZ za posudzované obdobie rokov 1989 – 2020 pri jednotlivých UP ČPSÚP Dunaja celkovo a pri jednotlivých posudzovaných parametroch

Parameter	Skóre v zozname 11 UP	Dunaj - Bratislava -stred	Dunaj - Szob	Morava - Devín	Váh - Komárno	Nitra - Komoča	Hron - Kamenica	Ipeľ - Salka	Slaná - Sajopospoki	Homád - Hidasnémety	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Bodva - Hosfove
CHSK _{Cr}	poradie	7	10	3	4	1	8	5	6	2	9	11
N-NH ₄	poradie	7	10	9	3	1	4	5	6	2	8	11
N-NO ₃	poradie	8	6	4	9	2	10	5	11	1	7	3
N _{cel}	poradie	4	6	8	2	1	7	5	11	3	10	9
P _{cel}	poradie	11	9	6	5	1	3	8	10	2	7	4
EK	poradie	7	6	3	11	1	10	5	4	2	8	9
Suma čiastkových skóre		44	47	33	34	7	42	33	48	12	49	47
Skóre významnosti TCZ		7	8	3	5	1	6	4	10	2	11	9

Tabuľka 4 Skóre významnosti koeficientov variability TCZ z obdobia rokov 1989 – 2020.

Parameter	Celkové skóre významnosti koeficientov variability pri parametroch	Dunaj - Bratislava - stred	Dunaj - Szob	Morava - Devín	Váh - Komárno	Nitra - Komoča	Hron - Kamenica	Ipeľ - Salka	Slaná - Sajópuspoki	Hornád - Hidasnémeti	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Bodva - Hosťovce
CHSK _{Cr}	4 (40)	3	4	2	3	3	5	4	2	4	5	5
N-NH ₄	1 (11)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N-NO ₃	3 (37)	4	2	3	5	4	4	2	4	3	3	3
N _{cel}	5 (43)	2	3	5	4	5	3	3	5	5	4	4
P _{cel}	2 (34)	5	5	4	2	2	2	5	3	2	2	2
EK	6 (66)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Tabuľka 5 Veľkosť stredných hodnôt trendovej tendencie prisúdennej obdobiu posledných troch rokov 2018 – 2020 na základe priebehu vyhladenia transformovaných časových radov posudzovaných parametrov metódou najmenších štvorcov vážených vzdialeností a následnou retransformáciou

Parameter	Jednotky	Dunaj - Bratislava - stred	Dunaj - Szob	Morava - Devín	Váh - Komárno	Nitra - Komoča	Hron - Kamenica	Ipeľ - Salka	Slaná - Sajópuspoki	Hornád - Hidasnémeti	Bodrog - Streda nad Bodrogom	Bodva - Hosťovce
CHSK _{Cr}	mg/l/rok	-0,1025	-0,137	0,4437	-0,116	-0,057	0,328	-0,102	-0,289	-0,5218	-0,3433	-0,0976
N-NH ₄	mg/l/rok	0,0033	0,0054	-0,01091	-0,0012	-0,0439	0,0056	0,0036	0,0035	0,0008	-0,0018	0,0078
N-NO ₃	mg/l/rok	-0,0549	-0,0452	0,1329	-0,0572	-0,0099	-0,0482	-0,1036	-0,0202	-0,0552	-0,0356	-0,098
N _{cel}	mg/l/rok	-0,0544	-0,0439	0,1843	-0,0677	-0,068	-0,0426	-0,0950	-0,0466	-0,1066	-0,0725	-0,279
P _{cel}	mg/l/rok	-0,0040	-0,0035	-0,0099	-0,0069	-0,0271	-0,0044	-0,0007	0,0024	-0,0021	-0,0010	0,0036
EK	mS/m/rok	-0,2911	-1,118	-1,7555	-0,415	-0,0005	-0,0470	-0,3667	0,0231	-0,1123	-0,0513	0,1146

Tabuľka 6 UP ČPŠÚP Dunaja s najvýznamnejšími strednými hodnotami trendovej tendencie zmien vývoja za posledné tri roky 2018 – 2020 pre uvedené posudzované parametre.

Parameter	Max. hodnota poklesu	Max. hodnota nárastu
CHSK _{Cr}	Dunaj - Bratislava - stred	Morava - Devín
N-NH ₄	Nitra - Komoča	Dunaj - Szob
N-NO ₃	Bodva - Hosťovce	Morava - Devín
N _{cel}	Bodva - Hosťovce	Morava - Devín
P _{cel}	Nitra - Komoča	Bodva - Hosťovce
EK	Morava - Devín	Bodva - Hosťovce

Poznámka: Napísané **boldom** – dôkazy na úrovni ŠVÚD. Napísané *kurzívou* – dôkazy na úrovni ŠNÚD

ZÁVERY

Z výsledkov adaptívneho vyhladenia posudzovaných parametrov v transformovaných TS *Fourierovou* transformáciou a *Bartlettovým filtrom* sme získali TCZ, kde sa pri každom dala preukázať korelácia s transformovanými údajmi TS na štatisticky významnej úrovni dôkazu. Najvyššie hodnoty koeficientov determinácie R^2 pritom vykazovali zobrazenia TCZ pri parametroch N-NH₄, P_{cel} a CHSK_{Cr}. Ide o parametre v UP, v ktorých sa dlhodobý a/alebo často prejavovali výrazné zmeny vývoja v intervaloch presahujúcich viac ako 4 roky. Grafické priebehy TCZ pri jednotlivých parametroch a UP v transformovanej i netransformovanej forme je možné považovať

za rozhodujúce výsledky vykonanej trendovej analýzy vývoja kvality v UP ČPDSÚD nielen za celé posudzované obdobie, ale i jej samostatné etapy.

Z výsledkov trendovej analýzy za obdobie rokov 1989 – 2020 ďalej možno ukázať, že počet preukázateľne nenulových hodnôt TZ v jednotlivých uzávierových profiloch sa dosiahol počtom 5 x TZ (t. j. pre 5 hodnotených ukazovateľov) v UP: Dunaj – Bratislava – stred, Dunaj – Szob, Hornád – Hidasnémeti: (4x klesajúci + 1x rastúci trend) a Bodrog – Streda nad Bodrogom (3x klesajúci + 2x rastúci trend).

Významná miera stagnácie vývoja za celé posudzované obdobie rokov 1989 – 2020 sa zistila v dvoch posudzovaných parametroch v UP Morava – Devín (N-NH₄, EK), Nitra – Komoča (N-NO₃, EK), Slaná – Sajópuspoki (CHSK_{Cr}, EK) a Bodva – Hosťovce (CHSK_{Cr}, EK).

Ak ide o hodnotenie za obdobie rokov 1989 – 2020, tak z analýzy vyhladených priebehov TCZ pre jednotlivé zložky znečistenia v UP vyplýva takéto poradie podľa významnosti vo veľkosti variability: Nitra – Komoča > Hornád – Hidasnémeti > Morava – Devín > Ipeľ – Salka > Váh – Komárno > Hornád – Kamenica > Dunaj – Bratislava – stred > Dunaj – Szob > Bodva – Hosťovce > Slaná – Sajópuspoki > Bodrog – Streda nad Bodrogom. Inak povedané, veľkosť rozsahu zmien vo vývoji kvality vody zobrazený priebehom trendovo-cyklických zmien bol najvýznamnejší v zmysle poradia pri UP: Nitra – Komoča, Hornád – Hidasnémeti, Morava – Devín atď.

Pri uvedených prvých 2 – 3 uzáverových profilov ide o riečne profily, ktoré vykazovali na začiatku obdobia vyhodnocovania zároveň najvyššiu mieru znečistenia. Preto sa i zmeny vedúce k zníženiu znečisťovania tokov v týchto UP prejavili najvýznamnejšou mierou vo veľkosti variability TCZ za posudzované obdobie od roku 1989 – 2020. To však neznamená, že by na konci posudzovaného obdobia dosiahla voda v týchto profiloch najlepšiu kvalitu, ba ani to, že by povrchová voda v UP z konca poradia Bodva – Hosťovce > Slaná – Sajópuspóki > Bodrog – Streda nad Bodrogom vykazovala v okruhu posudzovaných parametrov znečistenia od počiatku posudzovania tú najlepšiu kvalitu, hoci určitá tendencia tu existuje.

Z výsledkov trendovej analýzy ďalej možno poukázať na to, že najvýznamnejšie relatívne zmeny variability trendovo cyklických priebehov bolo možné z okruhu posudzovaných parametrov priradiť v každom UP najviac parametru $N-NH_4$ a najmenej mernej vodivosti EK. Z celkovej analýzy TCZ a ich koeficientov variability vyplýva, že významnosť relatívnej miery variability za obdobie rokov 1989 – 2020 vykazuje poradie s klesajúcou významnosťou: $N-NH_4 > P_{celk} > N-NO_3 > CHSK_{Cr} > N_{celk} > EK$.

Podľa výsledkov neparametrickej trendovej analýzy za obdobie posledných 10 rokov 2011–2020 môžeme povedať, že počet nenulových hodnôt TZ preukázaných pri ŠVÚD v UP sa dosiahol počtom: 4 x TZ (t. j. pre 4 hodnotené ukazovatele) v UP Nitra – Komoča: (4x klesajúci trend); počtom 3 x TZ (pre 3 hodnotené ukazovatele) bol preukázaný v UP Váh Komárno (3x klesajúci trend), Hron – Kamenica (3x klesajúci trend), Ipeľ – Salka (2x klesajúci + 1x rastúci trend) a Bodrog – Streda nad Bodrogom (3x klesajúci trend). Po dvoch parametroch sa preukázala nenulová hodnota TZ pri ŠVÚD v troch profiloch: Dunaj – Bratislava – stred (2x klesajúci trend), Dunaj – Szob (1x klesajúci + 1x rastúci trend). Rovnako po dva parametre s klesajúcim trendom sa zistili pri ŠVÚD v UP: Slaná – Sajópuspóki, Hornád – Hidasnémeti a Bodva – Hosťovce. Z výsledkov neparametrickej trendovej analýzy ďalej vyplýva, že pri posudzovanom desaťročnom období rokov 2011 – 2020 sa pri UP Morava – Devín prejavuje už dlhodobejšie stagnácia vo vývoji posudzovaných parametrov znečistenia.

Z výsledkov neparametrickej trendovej analýzy sa pri ŠVÚD za posledné 3 roky preukázali po dvoch nenulových TZ (t. j. pre 2 hodnotené ukazovatele) pri UP: Morava – Devín (1 rastúci

trend pri $N-NH_4$ a 1 klesajúci trend pri $CHSK_{Cr}$), Nitra – Komoča (2 parametre s klesajúcim trendom $N-NH_4$ a N_{celk}) a Bodva – Hosťovce (2 parametre s rastúcim trendom pri $N-NO_3$ a N_{celk}). Jedna nenulová hodnota TZ stanovená pri ŠVÚD sa našla v UP Dunaj – Szob (rastúca TZ $CHSK_{Cr}$) a Ipeľ – Salka (klesajúca TZ N_{celk}). V ostatných posudzovaných parametroch sa za posudzované obdobie posledných troch rokov prejavuje stav vývoja, ktorý sa z praktického hľadiska javí ako stagnujúci.

Početnosť TZ podľa jednotlivých parametrov a orientácie možno vyjadriť pri 11 profiloch v posudzovanom desaťročnom období zápisom: (počet klesajúcich TZ, počet rastúcich TZ preukázaných pri ŠVÚD)/11. Takže pre posudzované parametre môžeme napísať nasledujúce zápisy hodnotení:

$CHSK_{Cr} = (4, 0)/11$; $N-NH_4 = (2, 1)/11$; $N-NO_3 = (8, 0)/11$; $N_{celk} = (9, 0)/11$; $P_{celk} = (1, 1)/11$; $EK = (0, 0)/11$.

Z vyššie uvedeného hodnotenia vyplýva, že najčastejší pokles z okruhu posudzovaných parametrov v UP ČPSUPD prináleží za posledných 10 rokov parametrom N_{celk} , $N-NO_3$, $CHSK_{Cr}$, $N-NH_4$, P_{celk} > EK. Naopak, preukázanie nenulovej hodnoty trendu pri ŠVÚD výlučne s kladnou hodnotou bolo pri parametroch $N-NH_4$ a P_{celk} .

K predikciám trendovej tendencie na rok 2021 logicky prináležia stanovené stredné hodnoty TTV za posledné tri roky posudzovania TS a sú uvedené v tab. 6.

Ak ide o krajné veľkosti stredných hodnôt TTV pre jednotlivé UP, vyhodnotených za posledné tri roky, tak možno charakterizovať najväčšie záporné hodnoty súvisiace s klesajúcou tendenciou vývoja pri $CHSK_{Cr}$ v UP Dunaj – Bratislava – stred; pri $N-NH_4$ v Nitra – Komoča; pri $N-NO_3$ i pri N_{celk} v Bodva – Hosťovce; pri P_{celk} v Dunaj – Szob.

Maximálne stredné hodnoty TTV s kladnou orientáciou sa zistili pri $CHSK_{Cr}$ pre Morava – Devín a pri $N-NH_4$ v UP Dunaj – Szob.

Za najkomplexnejší názorný výsledok celkovej trendovej analýzy vývoja možno považovať pri posudzovaných parametroch znečistenia v UP ČPSUPD grafické zobrazenia vývoja v 132 grafoch, ktoré vyjadrujú časový vývoj a predikciu vývoja kvality či už v pôvodných rozmeroch a údajoch, alebo pomocou adaptívne vyhladených priebehov v transformovanej forme, alebo po následnej retransformácii do TS.

Literatúra:

- [1] Kucman, K. a kol.: Návrh postupu sledovania dlhodobých trendov a hodnotenia vybraných vplyvov na kvalitu povrchových vôd. VÚVH, Bratislava, december 2010.
- [2] Kucman, K. a kol.: Metodika pre analýzu časových radov pre určenie trendov v kvalite vody. VÚVH, Bratislava, október 2011.
- [3] Kucman, K. a kol.: Analýza dlhodobých trendov a hodnotenie vybraných vplyvov na kvalitu povrchových vôd. VÚVH, Bratislava, január 2012.
- [4] Kucman, K. a kol.: Hodnotenie trendov a zmien v kvalite povrchových vôd. VÚVH, Bratislava, august 2013.
- [5] Kucman, K. a kol.: Časový vývoj prítomnosti dusičnanov v uzáverových profiloch tokov čiastkových povodí Dunaja – trendová analýza. VÚVH Bratislava, august 2015.
- [6] Kucman, K. a kol.: Vývoj a predikcia kvality povrchových vôd v uzáverových profiloch čiastkových povodí Dunaja na Slovensku v období rokov 1989 – 2015 a porovnanie kvality vody v obdobiach 20114 – 2009 a 2010 – 2015. VÚVH Bratislava, december 2017.
- [7] Kucman, K. a kol.: Hodnotenie trendov a zmien v kvalite povrchových vôd v období rokov 2007 – 2018. VÚVH Bratislava, december 2019.
- [8] Kucman, K. a kol.: Hodnotenie vývoja kvality povrchových vôd v obdobiach rokov 1989 – 2019, 2009 – 2019 a 2017 – 2019 s prognózou na rok 2020. VÚVH Bratislava, december 2020.
- [9] Smernica 2000/60/ES Rámcová smernica o vode.
- [10] Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.



Obr. 9 Pôvodné meandre rieky Žitava, archív SOS/BirdLife Slovensko
Obrázok je z príspevku na strane 24

Informácie o nových STN

V máji a júni 2022 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN 16698: 2022 (75 7718) Kvalita vody. Pokyny na kvantitatívny a kvalitatívny odber vzoriek fytoplanktónu z vnútrozemských vôd

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN EN 16698: 2022 sa zrušilo vydanie tejto normy v anglickom jazyku STN EN 16698: 2016 (ide o tú istú normu, len anglické znenie bolo nahradené prekladom do slovenčiny).

TNI CEN/TR 17801: 2022 (75 5710) Pokyny na koncepciu plánu bezpečnosti vody v budovách

Technická normalizačná informácia (TNI) vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 11295: 2022 (75 6127) Potrubné systémy z plastov používané na renováciu potrubí. Triedenie a prehľad strategických a prevádzkových činností

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 11295: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN ISO 11295: 2018.

STN EN 17503: 2022 (83 8470) Environmentálne tuhé matrice. Stanovenie polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAH) plynovou chromatografiou (GC) a vysokoúčinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC)

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 17503: 2022 sa zrušili dve normy: STN EN 16181: 2018 Pôda, upravené bioodpady a kaly. Stanovenie PAH plynovou chromatografiou (GC) a vysokoúčinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC) a norma STN EN 15527: 2009 Charakterizácia odpadov. Stanovenie PAH v odpadoch plynovou chromatografiou s hmotnostnou spektrometriou (GC-MS).

STN EN ISO 772: 2022 (75 0100) Hydrometria. Slovník a značky

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 772: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN ISO 772: 2012.

STN ISO 4360: 2022 (75 1115) Hydrometria. Meranie prietoku v otvorených korytách s použitím priepadov s trojuholníkovým profilom

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 4360: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 4360: 2010.

STN ISO 1070: 2022 (75 1203) Hydrometria. Metóda sklonu a plochy

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 1070: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 1070: 2001.

STN ISO 18320: 2022 (75 1204) Hydrometria. Meranie prietoku kvapalín v otvorených korytách. Stanovenie vzťahu medzi vodným stavom a prietokom

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 18320: 2022 sa zrušila norma STN ISO 1100-2: 2003 Meranie prietoku kvapalín v otvorených korytách. Časť 2: Stanovenie vzťahu medzi vodným stavom a prietokom.

STN ISO 9123: 2022 (75 1205) Hydrometria. Vzťahy medzi vodným stavom, spádom a prietokom

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 9123: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 9123: 2004.

STN ISO 3455: 2022 (75 1305) Hydrometria. Kalibrácia hydrometrických prístrojov v priamych otvorených nádržiach

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 3455: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 3455: 2010.

STN ISO 8368: 2022 (75 1308) Hydrometrické určovania. Meranie prietoku v otvorených korytách s použitím vodomerných konštrukcií. Pokyny na výber vodomerných konštrukcií.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 8368: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 8368: 2010.

STN EN 16933-1: 2022 (75 6111) Stokové siete a systémy kanalizačných potrubí mimo budov. Návrh. Časť 1: Zásady usporiadania

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 10390: 2022 (83 8445) Zemina, upravené bioodpady a kaly. Stanovenie pH

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 10390: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 10390: 2005 a zároveň sa zrušila norma STN EN 15933: 2013 Kaly, upravené bioodpady a zemina. Stanovenie pH.

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva

envi pur
hospodaříme s vodou

Tradice české výroby, vysoká kvalita, široký tým renomovaných odborníků v oblasti projekce i výroby, profesionální technické zázemí, tisíce realizovaných projektů v ČR i v zahraničí. To je záruka kvalitního dodavatele při výběru partnera pro čištění odpadních vod, úpravu vody či recyklaci vody.

- Čtvrtstoletí zkušeností v **čištění odpadních vod** včetně membránové separace kalu.
- Čištění odpadních vod**
- Úprava vody**
- Dešťový program**
- Recyklace vody**
- Široký sortiment **dešťových nádrží**, na které vám pomůžeme vyřídit dotaci, najdete na našem e-shopu.
- Řešení hospodaření s vodou na klíč** včetně zajištění poloprovozního testování.
- Úpravný vody** s našimi technologiemi aktuálně zajišťují vodu pro více než 4,5 milionu obyvatel.

www.envi-pur.cz



**KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ**



Myšlienka, návrh, projekt

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

energetika

životné prostredie

inžinierske siete



Voda je život, chráňme si ju



hydrotechnika

doprava

riadenie budov

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

Partner Rittmeyer, AG. Baar/CH-6341

TEL/FAX:

+421-2-444 61612

+421-2-443 71766

E-mail:

office@regotrans.sk

www.regotrans.sk

