



VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

3-4 / 2017

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie



UN WATER
22. MAREC
SVETOVÝ
DEŇ VODY

REG  TRANS-**rittmeyer**

KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ



Myšlienka, návrh, projekt

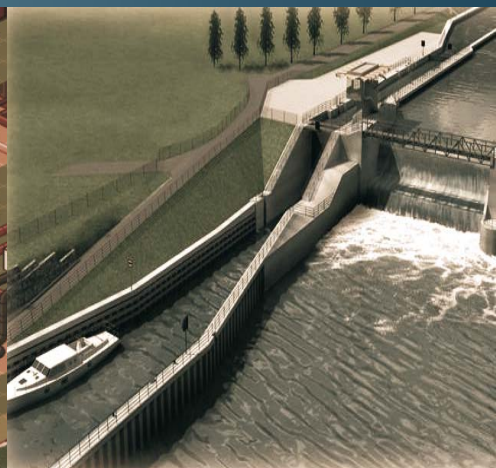
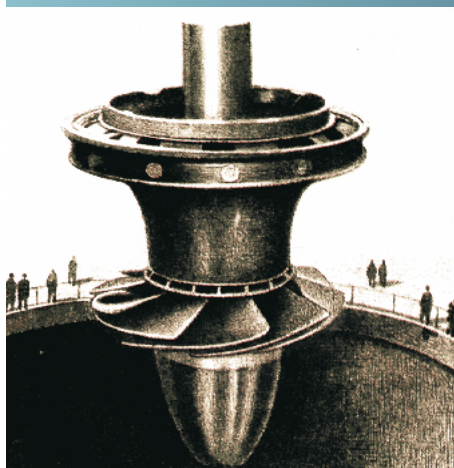


Voda je život, chráňme si ju

Inžinierska,
projektová
a dodávateľská
spoločnosť
v oblasti merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

Medzi energiou a spotrebiteľom

energetika životné prostredie hydrotechnika



Regotrans-Rittmeyer, spol. s r.o.
Pluhová 2
831 03 Bratislava
Slovenská republika

TEL/FAX:
+421-2-444 61612
+421-2-443 71766

E-mail:
office@regotrans-rittmeyer.sk
www.regotrans-rittmeyer.sk



Milí čitatelia,

na podnet Organizácie spojených národov si od roku 1992 každoročne 22. marca pripomíname Svetový deň vody. Jeho cieľom je upriamiť pozornosť svetovej verejnosti na vodu, ktorá je pre život na Zemi nenahraditeľná a determinuje všetky sféry života.

Témou tohtoročného Svetového dňa vody sú odpadové vody. Podľa komunikačnej kampane organizácie UN Water sa viac ako 80% odpadových vôd vypúšťa nečistých späť do prírody. Poslaním Svetového dňa vody 2017 je napomáhať k dosiahnutiu Cieľa 6 udržateľného rozvoja - Zabezpečiť dostupnosť a udržateľný manažment vody a sanitárnych opatrení pre všetkých.

Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku a Asociácia vodárenských spoločností pri príležitosti Svetového dňa vody 2017 aj tento rok pripravuje slávnostné stretnutie, ktoré sa bude konať 23.3. v Incheba Expo Clube za účasti pozvaných hostí, medzi ktorými budú aj pred-

stavitelia vlády SR. Súčasťou stretnutia bude tiež slávnostné odovzdávanie cien víťazom výtvarných prác 6. ročníka súťaže stredných umeleckých škôl inšpirovaných myšlienkou „Deň pre vodu, voda pre život“.

Diela študentov budú pre verejnosť vystavené v átriu Ministerstva životného prostredia SR v dňoch od 20. – 31. 3. 2017. Záštitu nad podujatím prevzal minister životného prostredia Slovenskej republiky László Sólymos.

Pre mladých pripravujeme interaktívne popoludnie, ktoré prebehne počas stavebného veľtrhu Coneco Racioenergia a voda 2017 na výstavisku v Inchebe, a. s.. Zamerané je na študentov základných a stredných škôl, ale aj širšiu verejnosť. Cieľom stretnutia je zrozumiteľnou a zaujímavou formou poukázať na dôležitosť vody ako vzácného prírodného zdroja, ktorý je nutné chrániť a využívať s ohľadom na jeho nevyčísliteľnú hodnotu. Keďže ide prevažne o mladých, ako komunikačný nástroj pre zviditeľnenie podujatia sme zvolili sociálne siete.

Veríme, že sa nám spoločnými silami aj tento rok podarí dostať Svetový deň vody do povedomia širšej verejnosti.

Ing. Ľubica Kopčová, PhD.
predsedníčka Výkonnej rady ZZVH
generálna riaditeľka VÚVH

© Vodohospodársky spravodajca

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 60

Vydavateľ: Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Partizánska cesta 69, 974 98 Banská Bystrica, IČO: 30 841 721, tel.: 048/41 48 742, 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: hucko@vuvh.sk, maria.berecova@vuvh.sk

Redakčná rada: Ing. Stanislav Dobrotka, Ing. Ivica Galléová, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Pavel Hucko, CSc. (predseda), doc. Ing. Ľuboš Jurík, PhD., Ing. Juraj Jurica, Mgr. Pavel Machava, RNDr. Olga Majerčáková, CSc., Ing. Ivan Malinka, Ing. Jana Poárová, PhD., Ing. Peter Rusina, doc. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD.

Dátum vydania: marec 2017

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Berecová

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

Príspevky sú recenzované.

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

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



- 3** **Úvodník**
Editorial
- 5** **Stretnutie expertov a mladých talentov na Festivale vody 2016**
Meeting of experts and young talents at the Water Festival 2016
L. Málíková
- 6** **Piaty ročník seminára Problémy ochrany podzemných vôd**
The fifth workshop on Problems of groundwater protection
B. Gavuliaková, A. Patschová, K. Pilátová
- 9** **Konferencia Vodárenská biologie 2017 v Praze**
Conference Water Supply Biology 2017 in Prague
J. Říhová Ambrožová
- 13** **Alternatívne metódy odstraňovania dusíka**
Alternative methods of nitrogen removal
M. Drtil
- 18** **Skúsenosti s realizáciou projektu a prevádzkou rekonštruovaných čistiarní odpadových vôd v trenčianskom regióne**
Experience with the operation of reconstructed WWTPs in the Trenčín Region
M. Čížnárová, P. Habánek, R. Hartmann, R. Menšík, J. Bilyý
- 24** **Zhodnotenie hydrologického roka 2016**
Assessment of hydrological year 2016
P. Škoda, S. Liová, J. Podolinská, J. Staňová
- 27** **Zhodnotenie hydrologického roka 2016 z pohľadu podzemnej vody**
Assessment of hydrological year 2016 in terms of groundwater
V. Slivová, E. Kullman, Z. Paľušová
- 30** **Klimatologické zhodnotenie roka 2016 na Slovensku**
Climatological assessment of year 2016 in Slovakia
J. Pecho, P. Faško, P. Šťastný
- 33** **XVII. konferencia s medzinárodnou účasťou: PITNÁ VODA**
17th DRINKING WATER Conference
Vodovody a kanalizácie
Water supply systems and sewerage
- 34** **Konferencia Manažment povodí a extrémne hydrologické javy**
Conference River Basin Management and Extreme Hydrological Events
- 34** **Konferencia Rekonštrukcie stokových sietí a čistiarní odpadových vôd**
Conference Reconstruction of sewer systems and waste water treatment plants
- 35** **Kurz vzorkovania podzemných a odpadových vôd**
Groundwater and Wastewater Sampling Course
- 35** **Kurz vodohospodárov**
Course of water engineers
- 36** **In memoriam: J. Hladký, J. Krahulec**
Climatological assessment of year 2016 in Slovakia
- 37** **Informácie o STN**
Information on Slovak Technical Standards
D. Borovská

Foto na titulnej strane UN Water, na 4. strane obálky archív Trenčianske vodárne a kanalizácie, a. s.

Stretnutie expertov a mladých talentov na Festivale vody 2016

Mgr. Lucia Máliková, PhD.

Bratislavská vodárenská spoločnosť, a. s.

Modrá škola – voda pre budúcnosť je dlhodobý vzdelávací program Bratislavskej vodárenskej spoločnosti, ktorého hlavným cieľom je rozvoj vedomostí a znalostí detí a mládeže o pitnej vode – jej výrobe, distribúcii, odvádzaní a čistení odpadových vôd, ale aj o dôležitosti a nenahraditeľnosti vody v prírode. Prostredníctvom širokého spektra vzdelávacích aktivít – vrátane odborných exkúzií, súťaží či poskytovania pitných fontán pre školy – tak podnecuje samotný záujem detí o problematiku vody a buduje ich pozitívny vzťah k vode.

Jednou z posledných aktivít Modrej školy v uplynulom roku bol práve Festival vody, súťažná prehliadka žiackych projektov o vode, ktorý sa každoročne teší veľkému záujmu zo strany škôl. Na finále súťaže, ktoré sa konalo 6. decembra 2016 v priestoroch Vodárenského múzea v Bratislave, sa zúčastnilo spolu 27 súťažných tímov, celkom 80 žiakov, z celého Slovenska. Podujatie predstavuje už tradične vhodnú výchovno-vzdelávaciu platformu pre žiakov zo základných škôl a osemročných gymnázií. V procese prípravy tematicky pestrých projektov sa pod vedením pedagógov a odborných garantov rozvíja ich kritické myslenie, tímový duch a prezentačné schopnosti. Aj v tomto ročníku bola skladba tém zaujímavá – ponúkla možnosť voľby z 21 okruhov zameraných na vodu z pohľadu jej vlastností, kolobehu vody v prírode, ochrany vodných zdrojov, histórie vodárenstva a mnohých ďalších.

Jednotlivé tímy prezentovali svoje výsledky pred hodnotiacou komisiou, ktorú tvorili odborníci z oblasti vodárenstva, environmentálneho vzdelávania a vedy. Zastúpenie v nej mali Bratislavská vodárenská spoločnosť (Ing. Michal Novák; Ing. Tibor Elek), Výskumný ústav vodného hospodárstva (Ing. Peter Belica, CSc.), Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity (doc. Ing. Danka Barloková, PhD.), Stredisko environmentálnej výchovy SAŽP Dropie (Ing. Katarína Béresová) a SEA – agentúra pre vzdelanie a vedu (Ing. Miroslava Atanasová). Projekty spracované na vysokej úrovni podnietili bohatú diskusiu mladých talentov a odborníkov z praxe. Tí sa utvrdili v tom, že medzi mladými ľuďmi v súčasnosti vyrastá generácia, ktorej problematika vody a jej hodnota nie je ľahostajná. V kategórii mladších žiakov (1. – 4. ročník ZŠ) komisiu najviac oslovil projekt s názvom Exkurzia v ČOV pripravený žiakmi zo Základnej školy kpt. Jána Nálepku v Štupave, v kategórii starších žiakov (5. – 9. ročník ZŠ a 1. – 4. ročník osemročných gymnázií) to bol projekt s názvom Voda ako súčasť životného prostredia spracovaný žiakmi Základnej školy Bernolákova 5 v Holíči. Zúčastneným žiakom sa najviac páčil projekt Výroba pitnej vody z dielne žiakov Základnej školy Bernolákova 5 v Holíči, ktorý bol na základe ich hlasovania ohodnotený špeciálnou cenou.

Počas celého dňa bol navyše pre účastníkov pripravený sprievodný program, v rámci ktorého mali žiaci, ale i pedagó-

govia možnosť navštíviť expozíciu Vodárenského múzea s odborným výkladom, hlasovať pri ochutnávke vody (kde mimochodom spomedzi 5 druhov najviac chutila čistá voda z vodovodu), vyskúšať si rôzne experimenty s vodou, alebo si prezrieť víťazné príspevky z tohtoročných súťaží realizovaných pod hlavičkou Modrej školy (Ekologický čin školy, Viem čím budem a prečo, Mladý filmový tvorca).

Hoci Festival vody 2016 je už za nami, aj v roku 2017 je v rámci vzdelávacieho programu Modrá škola – voda pre budúcnosť pripravená pestrá paleta vzdelávacích aktivít zameraných na problematiku vody. V priestoroch Vodárenského



Odborná prehliadka Vodárenského múzea

múzea sú popri stálej expozícii od januára k dispozícii aj nové edukačné pomôcky ako napríklad model metra kubického, model vodovodného systému, simulátor kolobehu vody, maketa hladiny podzemnej vody a ďalšie. S ich využitím sa deti hrajú a interaktívnou formou, napríklad dozvedia koľko vody sa spotrebuje pri bežných činnostiach akými sú sprchovanie, umývanie riadu, splachovanie WC a pod., vďaka čomu nám po otočení kohútika doma tečie pitná voda, alebo na akom princípe funguje kolobeh vody v prírode. Prvé tematické workshopy sa vo Vodárenskom múzeu uskutočnili už počas jarých prázdnin v dňoch 20. – 24. februára. Aj takouto aktívnou formou sa Bratislavská vodárenská spoločnosť, a. s. usiluje šíriť osvetu a formovať pozitívny vzťah detí a mládeže k vode. Veď napokon, voda je základom života a predstavuje najprírodnejšiu a súčasne najzraniteľnejšiu zložku životného prostredia. Je preto namieste venovať jej ochrane a využívaniu zvýšenú pozornosť.

Foto: autor

Piaty ročník seminára Problémy ochrany podzemných vôd

**Mgr. Barbora Gavuliaková, PhD., RNDr. Anna Patschová, PhD.,
Mgr. Katarína Pilátová, PhD.**
Výskumný ústav vodného hospodárstva

V utorok 6. decembra 2016 sa v priestoroch Výskumného ústavu vodného hospodárstva (VÚVH) uskutočnil tradičný jednodňový seminár Problémy ochrany podzemných vôd. Seminár organizuje VÚVH v spolupráci so Slovenskou vodohospodárskou spoločnosťou pri VÚVH (SVHS), Zväzom slovenských vedecko-technických spoločností a Ministerstvom životného prostredia SR. Účelom seminára je oboznámenie odbornej verejnosti, najmä pracovníkov štátnej správy, vodohospodárov a hydrogeológov, ale aj študentov a širšej verejnosti s aktuálnymi informáciami a novými poznatkami o stave podzemných vôd v SR a problémoch súvisiacich s ich ochranou. Poskytuje taktiež priestor na odbornú diskusiu a výmenu skúseností.

ponované do národnej legislatívy, a to v zákone č. 364/2004 Z. z., v nariadeniach vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., č. 282/2010 Z. z., č. 279/2011 Z. z., č. 416/2011 Z. z. a súvisiacej vyhlášky MŽP SR č. 73/2011 Z. z.. Z porovnávania I. a II. cyklu vodných plánov vyplynulo, že v rámci aktualizácie vymedzenia útvarov podzemných vôd sa zmenil počet útvarov zo 101 na 102, nakoľko bol vymedzený jeden geotermálny útvar. Základom týchto zmien pre vymedzenie, charakterizáciu a spresnenie hodnotenia stavu útvarov podzemných vôd boli výsledky podkladovej štúdie „Kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody, časť I. doplnenie hydrogeologickej charakterizácie útvarov podzemnej vody, vrátane útvarov geotermálnej vody“, spracovanej v



Seminár Problémy ochrany podzemných vôd

Za organizátorov seminár slávnostne otvorili RNDr. Anna Patschová, PhD. (VÚVH) a Ing. Pavel Hucko, CSc. (SVHS, člen Zväzu slovenských vedeckotechnických spoločností (ZSTVS)). Rozdelený bol do troch tematických blokov. V prvom bloku, ktorému predsedali Ing. Eugen Kullman, PhD. (SHMÚ) a RNDr. Anna Patschová, PhD. (VÚVH), odzneli 4 príspevky týkajúce sa ochrany vôd a implementácie smerníc Európskej únie. V prvom príspevku prezentovala Anna Patschová progres a vývoj hodnotenia podzemných vôd v súlade s požiadavkami Rámcovej smernice o vode (RSV). Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva. V nadväznosti na RSV sú uplatňované ďalšie smernice EU parlamentu a rady. Európske predpisy sú trans-

šátanom geologickom ústave Dionýza Štúra (SGÚDŠ) v Bratislave v roku 2013 (Malík et al., 2013). Na základe hodnotení bolo v riziku nedosiahnutia dobrého kvantitatívneho stavu do roku 2015 8 útvarov podzemných vôd (1 kvartérny a 7 predkvartérnych), v možnom riziku 13 útvarov podzemných vôd (3 kvartérne a 10 predkvartérnych). A tento počet bol potvrdený aj pre riziko do roku 2021, t. j. bez zmeny. Zmena nastala len pri hodnotení rizika nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2015, kde 17 útvarov podzemných vôd bolo klasifikovaných v riziku (9 kvartérnych a 8 predkvartérnych), kedy bolo klasifikovaných v riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2021 7 útvarov podzemných vôd (6 kvartérnych a 1 predkvartérny). Aj pri hodnotení stavu podzemných vôd nastali oproti I. vodnému plánu zmeny. Základom

týchto zmien boli výsledky podkladovej štúdie „Kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody, Časť III. – Vyhodnotenie chemického stavu útvarov podzemnej vody“ (Bodiš et al., 2013). V I. cykle hodnotenie chemického stavu podzemných vôd 13 útvarov podzemných vôd bolo klasifikovaných v zlom stave (7 kvartérnych a 6 predkvartérnych) v II. cykle sa počet útvarov v zlom stave znížil na 11 útvarov podzemných vôd (7 kvartérnych a 4 predkvartérne). V tomto období začal III. cyklus hodnotení pre Vodný plán SR, v rámci ktorého bude potrebné dopracovať metodiku pre hodnotenie chemického stavu a do hodnotenia stavu zahrnúť chýbajúce hodnotenie suchozemských ekosystémov závislých na podzemnej vode. Tiež bude potrebné novelizovať nariadenie vlády č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty, nakoľko došlo k zmene prahových hodnôt pre chloridy, kadmium, meď a prídaniu medznej hodnoty pre súčet koncentrácií tetrachlóreténu a trichlóreténu.

RNDr. Andrea Vranovská PhD., (VÚVH) vo svojej prezentácii predstavila stratégiu EÚ pre dunajský región, prioritnú časť 4 – „Obnoviť a udržať kvalitu vôd“. Cieľom stratégie je spájať ľudí, ich myšlienky a potreby spolu s efektívnym využitím inštitucionálnych a finančných kapacít. Dunajský región predstavuje územie zaberajúce pätinu územia EÚ, kde žije viac ako 100 miliónov ľudí, združuje 14 podunajských štátov (9 členov a 5 nečlenov EÚ). Stratégia EÚ pre Dunajský región obsahuje 4 piliere, a to prepojenie podunajskej oblasti, ochrana životného prostredia v podunajskej oblasti, rozvíjanie prosperity v podunajskej oblasti a posilnenie podunajskej oblasti. V rámci aktivít v EUSDR (The EU Strategy for the Danube Region) bola počas predsedníctva SR organizovaná medzinárodná konferencia „Efektívne využívanie vodných zdrojov v podmienkach prebiehajúcej klimatickej zmeny (sucho a nedostatky vody)“ a medzinárodný workshop „Budovanie dôvery medzi vodným a poľnohospodárskym sektorom v Dunajskom regióne“.

V ďalšom príspevku RNDr. Ľuboslava Garajová (VÚVH) hovorila o prístupoch k riešeniu problematiky vyplývajúcej z požiadaviek čl. 4.7 smernice č. 2000/60/ES, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva. Podľa čl. 4.7 osobitne písm. b, bude možné v rokoch 2016 – 2021 realizovať len tie projekty, ktoré budú menovite uvedené v plánoch manažmentov povodí a súčasne budú dôsledne vysvetlené dôvody týmito projektmi vyvolaných úprav alebo zmien v útvaroch povrchovej vody alebo v útvaroch podzemnej vody. Z účelom posúdenia týchto projektov je potrebné vykonávať primárne (predbežné) posúdenie nového infraštruktúrneho projektu poverenou organizáciou (VÚVH) a následné posúdenie za účelom preukázania splnenia všetkých podmienok stanovených v čl. 4.7 Rámcovej smernice o vode, ktoré vykoná, resp. zabezpečí prostredníctvom inej osoby predkladateľ nového infraštruktúrneho projektu na základe stanoviska vydaného poverenou osobou v rámci primárneho hodnotenia tohto projektu.

Posledná prednáška v prvom bloku sa venovala hodnoteniu podzemných a povrchových vôd v zmysle smernice Rady 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskej činnosti (Ing. Roman Cibulka z VÚVH, RNDr. Andrea Májovská zo SHMÚ). Cieľom smernice je zníženie znečistenia vôd a zabránenie ďalšiemu znečisťovaniu

z poľnohospodárstva. Hlavné požiadavky vyplývajúce z implementácie dusičnanej smernice sú: vymedzenie zraniteľných oblastí a ich revízia, program poľnohospodárskych činností vo vyhlásených zraniteľných oblastiach, kódex správnej poľnohospodárskej praxe a monitoring kvality podzemných a povrchových vôd za účelom sledovania efektívnosti zavádzaných opatrení. V rámci hodnotenia obsahu dusičnanov v podzemných vodách bol zaznamenaný mierny pokles podielu monitorovacích objektov presahujúcich maximálnu koncentráciu 40 mg l^{-1} a aj 50 mg l^{-1} oproti predchádzajúcemu sledovanému obdobiu, čo potvrdzuje aj vývoj maximálnych hodnôt koncentrácie dusičnanov, kde prevažuje klesajúci trend. Naopak, bol zaznamenaný mierny nárast v podiele monitorovacích objektov presahujúcich priemernú hodnotu 40 mg l^{-1} a aj 50 mg l^{-1} , pričom podľa ročného priemeru je vývoj trendov v SR aj v zraniteľných oblastiach viac-menej stabilný. Pri hodnotení tečúcich povrchových vôd bolo zistené, že cca 99,5 % stanovení dusičnanov je pod hranicou 50 mg l^{-1} . K udržaniu relatívne dobrého stavu podzemných vôd a ich zlepšovaniu vzhľadom na dusičnany je zásadná spolupráca a komunikácia medzi poľnohospodármi, vodohospodármi a ďalšími odborníkmi. Pozornosť je potrebné venovať najmä oblastiam s nadlimitnými koncentraciami dusičnanov (nad 50 mg l^{-1}) alebo takým oblastiam, kde by mohlo k prekročeniu v budúcnosti dôjsť.

Druhý blok prednášok viedli Ing. Alena Trančíková, Bratislavská vodárenská spoločnosť a Doc. Ing. Jarmila Božíková, PhD. Ministerstvo zdravotníctva, SR. V rámci druhého bloku boli prezentované 4 príspevky zamerané na problematiku znečistenia podzemných vôd.

RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD., Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, (PRIF UK) hovoril o geochemickom hodnotení vôd v zafaženej oblasti opusteného antimónového ložiska Poproč. Jedná sa o environmentálnu záťaž, kde sa nachádzajú nebezpečné kontaminanty vo vodách, a to nie len podzemných, ale hlavne vo výtokoch zo štôlní. Bolo tu preukázané riziko šírenia kontaminácie a zdravotné riziko – najmä z hľadiska pitných vôd zo studní, ktoré sú jediným zdrojom pre obyvateľstvo na danom území. Najnebezpečnejším kontaminantom je arzén a antimón. Úplná sanácia lokality nie je možná, a preto sa na lokalite testuje kontrolovaná kryštalizácia, ako sanačná metóda pre tieto banské vody kontaminované arzénom a antimónom. Takáto sanácia má neporovnateľne nižšie náklady ako bežné používané metódy, ale stále vysokú účinnosť. Hlavným prínosom je odstraňovanie antimónu a arzénu súčasne, pričom medzi týmito prvkami dochádza k významnej kompetícii pri sorpcii na novovzniknuté minerálne fázy.

Mgr. Martin Zatlakovič (VÚRUP, a. s.) hovoril v príspevku o hydraulickú ochrane podzemných vôd v Slovnafte, a. s. rafinérsko-petrochemickom komplexe Slovnaft, a. s., ktorý je situovaný v mieste intenzívnej infiltrácie vôd Dunaja do podlažia horného Žitného ostrova. Na lokalite je vysoká priepustnosť zvodnenca s hodnotami koeficienta filtrácie 10^{-4} až 10^{-2} m s^{-1} . Bolo nutné vybudovať hydraulickú ochranu podzemných vôd (HOPV). Tá sa skladá z hydraulickú clony, ktorá je tvorená dvomi líniami široko profilových čerpacích vrtov, ďalej je tvorená sólo čerpacími vrtmi, ktoré sú rozmiestnené

v miestach najbližšie k zdrojom kontaminácie a monitorovacími vrtmi. Predmetom monitoringu je hladina podzemných vôd, hrúbka vrstvy voľných RL a fyzikálno-chemické charakteristiky podzemných vôd v celom území.

Ing. Vladimír Roško (VÚVH) hovoril o plošných zdrojoch znečistenia. Plošné zdroje znečistenia predstavujú prípravky na ochranu rastlín (pesticídy) a dusikaté minerálne a organické hnojivá. Upriamil pozornosť na nebezpečné látky znečisťujúce životného prostredia na príklade Martiniku a Guadeloupe, kde sa používala účinná látka chlordacone na likvidáciu škodlivého hmyzu v rokoch 1972 až 1993, ktorá sa stále v tejto lokalite vyskytuje nakoľko jej doba rozpadu (perzistencia v pôde) je až 700 rokov. Upozornil na iné možné riešenie, a to používanie BIO pesticídov (napr. *Bacillus thuringiensis*, ktorý pôsobí na húsenice motýľov).

Ing. Jozef Šimončíč (Profesional servis s.r.o.) prezentoval skúsenosti z odbornej praxe. Venoval sa znižovaniu úniku prípravkov na ochranu rastlín v dôsledku úletu z postrekovej hmy, nakoľko úlet predstavuje najväčší problém pri správnej aplikácii pesticídov. Opatrenia pred úletom by sa dali rozdeliť na priame a nepriame. Medzi priame patrí zníženie úletu pesticídov zo zdroja použitím technológií znižujúcim úlet, ako sú rôzne druhy dýz. Nepriame opatrenia sú zníženie vystavenia životného prostredia úletom použitím neošetrovaných ochranných pásiem. Pri aplikácii prípravkov sú veľmi dôležité aj podmienky aplikácie (denná doba, rýchlosť vetra, teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu a pod.).

V poobedňajšom, treťom bloku, ktorému predsedal Doc. RNDr. Peter Némethy, CSc. a RNDr. Peter Malík, CSc. (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra) boli prezentované nové poznatky a výsledky z výskumných prác v oblasti podzemných vôd na Slovensku. V prvom príspevku prezentovala Mgr. Valéria Slivová, PhD. (SHMÚ) vplyv hydrologického sucha na režim podzemných vôd, dokumentovaný na základe dlhodobého sledovania hladín podzemných vôd. Frekvencia výskytu sucha a jeho intenzita sa za posledných približne 25 rokov zvýšila. V poslednom období (10 až 15 rokov) sa začínajú čoraz častejšie vyskytovať podkročenia dlhodobých minimálnych hladín alebo výdatností prameňov, resp. prekročenia maximálnych hladín či výdatností prameňov, čo je zapríčinené prevažne zvýšenou extremalitou, napr. pretrvávajúce sucho, povodňové stavy, prívalové dažde.

Druhý príspevok sa venoval distribúcii prirodzených výverov podzemných vôd v Západných Karpatoch podľa výsledkov získaných základným hydrogeologickým mapovaním (Peter Malík, ŠGÚDŠ). Mgr. Barbora Gavuliaková, PhD. prezentovala

výsledky dlhodobého výskumu na Katedre hydrogeológie na tému chemické a izotopové zloženie vôd Krásnohorskej jaskyne a vôd v jej okolí. Krásnohorská jaskyňa sa nachádza na severnom úpätí Silickej planiny. Jaskyňa a pramene v jej okolí sú systematicky sledované od roku 2009 (chemické a izotopové zloženie vôd). Pomocou chemického a izotopového zloženia vôd bolo zistené, že ide o zrážkové vody s petrogénou a karbonátogénou mineralizáciou. Pomocou izotopového zloženia bolo preukázané, že vody majú dlhší obeh v masíve a na izotopové zloženie vplyva rozpúšťanie snehov na planine. Pôvod vôd je v rôznych častiach jaskyne a práve z toho dôvodu sú potrebné nové stopovacie skúšky. Súra, ktorá sa objavuje v jednom prítoku v jaskyni, pochádza zo sadrovcov a anhydridov sinkových vrstiev. K tomuto zisteniu napomohlo izotopové zloženie síry v jaskynných vodách.

Posledný príspevok predniesla Ing. Anna Vajíčeková, PhD. (VÚVH) a išlo o výsledky jej dizertačnej práce na tému využitie procesu rekarbonizácie pri zabezpečení kvality pitnej vody. Vápnik a horčík majú veľký význam v pitnej vode a to z epidemiologického hľadiska. Príjem nízko mineralizovanej pitnej vody má nežiadúci dopad na ľudský organizmus, a preto sa kladie dôraz na minimálnu mineralizáciu, najmä teda na obsah vápnika a horčíka viazaného na hydrogénuhlíčitany. Nízky obsah iónov závisí predovšetkým na chemickom zložení hornín a zemín, ktorými voda preteká. Ak sa zloženie vody formuje v geologických štruktúrach chudobných na rozpustné minerálne látky, potom sa stáva málo mineralizovanou. Tieto vody sú menej vhodné zo zdravotného hľadiska, ale spôsobujú aj ťažkosti pri distribúcii z dôvodu ich vysokej korozívnosti – poškadzujú potrubie, vodojemy, armatúry a obohacujú sa o nežiadúce látky. Z toho dôvodu bol proces obohacovania vody vápnikom a horčíkom skúmaný a boli robené experimenty s rôznymi rekarbonizačnými materiálmi.

Celkovo odznelo 13 zaujímavých prednášok, ktoré rozprúdili diskusiu medzi takmer 120 zúčastnenými. Prednášajúci poskytlí svoje príspevky na voľné stiahnutie na webovom sídle Výskumného ústavu vodného hospodárstva, za čo im veľmi pekne ďakujeme.

<http://www.vuvh.sk/?pid=71>

Organizačný tím oddelenia povrchových a podzemných vôd VÚVH už pripravuje 6. ročník seminára, ktorý sa uskutoční 5. decembra 2017. Srdečne Vás pozývame!

Sledujte aktualizáciu uvedenej stránky pre viac informácií. Prípadné otázky k semináru posielajte e-mailom na: barbora.gavuliakova@vuvh.sk.



Jako, s.r.o.

aktivní uhlí, antracit
UV-dezinfekce

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

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

Konference Vodárenská biologie 2017 v Praze

doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Ústav technologie vody a prostředí

Ve dnech 1. až 2. února 2017 se v prostorách hotelu DAP v Praze Dejvicích konala mezinárodní konference VODÁRENSKÁ BIOLOGIE 2017 (již 33. ročník). Odborné střetnutí pořádaly následující organizace: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., Česká limnologická společnost a Výzkumný ústav vodního hospodářství. Mediálními partnery konference byly EnviWeb s.r.o., Vodní hospodářství, Vodohospodářsky spravodajka a Vodovod.info. Bylo předneseno celkem 30 odborných témat, včetně krátkých sdělení, týkajících se vystavovaných posterů a firemních prezentací (ne všechny příspěvky jsou prezentovány v dále avizovaném sborníku z konference). Konference se zúčastnilo cca 160 účastníků včetně zástupců prezentujících firem a vystavovatelů.

Komora vysokoškolsky vzdělaných odborných pracovníků ve zdravotnictví ČR a Společnost středně zdravotnických pracovníků – obor mikrobiologický, v souladu s vyhláškou MZd ČR č. 4/2010 Sb., kterou se mění vyhláška č. 423/2004 Sb., kterou se stanoví kreditní systém pro vydávání osvědčení k výkonu zdravotnického povolání bez přímého vedení nebo odborného dohledu zdravotnických pracovníků, ve znění vyhlášky č. 321/2008 Sb., opět přidělila kredity pro autory a 4 kredity pro účastníky.

Program konference byl rozdělen do čtyř tematických bloků:

1. Legislativa a metody ve vodárenství a čistírenství;
2. Vodní útvary (toky, nádrže) a jejich monitoring;
3. Ekotoxikologie;
4. Komentovaná posterová sekce.

V následujícím textu jsou v krátkém přehledu uvedeny názvy příspěvků, jejich autoři a stručný obsah (upravené texty jednotlivých souhrnů příspěvků). Další informace lze získat na internetové adrese <http://www.ekomonitor.cz/seminare/2017-02-01-vodarenska-biologie-2017#hlavni>, kde je možné přímo shlédnout nejen program a fotogalerii, ale také i instrukce pro případné zájemce o tištěný sborník z akce, který lze objednat u firmy Ekomonitor. Pro přístup k souborům prezentací jednotlivých přednášek je nutné zadat heslo (vb2017).

AD 1: LEGISLATIVA A METODY VE VODÁRENSTVÍ A ČISTÍRENSTVÍ

Normy pro biologické metody (Lenka Fremrová, Sweco Hydroprojekt, a.s.): Referát obsahuje informace o normách pro biologické metody, které byly vydány v roce 2016. Do soustavy ČSN byly zavedeny překladem normy EN 16698 Kvalita vod – Návod pro kvantitativní a kvalitativní odběr vzorků fytoplanktonu z vnitrozemských vod a ISO 19827 Kvalita

vod – Stanovení akutní toxicity pro sladkovodního vířníka *Brachionus calyciflorus*. Referát obsahuje také seznam připravovaných norem. Na závěr jsou uvedeny informace o dostupnosti norem.

Odborná podpora provozovatelů vodovodů při zpracování rizikové analýzy (Hana Jelíková et al., SZÚ Praha): Směrnici Evropské komise č. 2015/1787 dochází k novelizaci příloh II a III směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu, která směřuje k zavedení rizikové analýzy (RA) neboli principu posouzení a řízení rizik v průběhu výroby pitné vody. Tato směrnice je základem české hygienické legislativy na pitnou vodu, a proto dojde i na tomto poli k zásadním změnám, jež přináší nové povinnosti výrobcům a distributorům pitné vody především uplatňováním principu RA při zpracování monitorovacího programu a posouzení rizik. Jelikož je tato problematika pro provozovatele vodovodů zcela nová a mohou mít problémy novým povinnostem dostát, považuje státní správa za důležité doprovodit novou legislativu také náležitou odbornou podporou. Příspěvek nastiňuje chystané legislativní změny a šetření, které má zmapovat, jaká forma odborné podpory by byla pro provozovatele nejúčinnější a nejžádanější.

Další vývoj mikroskopických ukazatelů v pitné vodě s ohledem na zavádění posouzení rizik (Petr Pummann et al., SZÚ Praha): V rámci transpozice novely směrnice 98/83/ES bude do legislativy pro pitnou vodu zavedena analýza (posouzení) rizik. V příspěvku jsou popsány možnosti pro případnou změnu mikroskopických ukazatelů ve vyhláškách č. 252/2004 Sb. a č. 428/2001 Sb., které budou kvůli transpozici novelizovány.

Mikrobiologický rozbor podle novely vyhlášky o pitné vodě (Dana Baudišová, VÚV T.G.M. Praha): Příspěvek shrnuje mikrobiologické ukazatele aktuálně stanovované v pitné vodě, změny jejich stanovení podle návrhu novely vyhlášky a využití těchto ukazatelů v monitorovacích programech pro rizikovou analýzu.

Optimalizace metody PCR pro její využití na vzorky kontaminovaných pitných vod (Dana Vejmelková et al., VŠCHT ÚTVP Praha): Polymerázová řetězová reakce (PCR) je hojně využívaná metoda například v oblasti medicíny, potravinářství. Co se týče technologií vody, nebyl její potenciál zatím dostatečně využit. Tím je myšleno, že je zatím aplikována spíše pro výzkumné účely, nikoliv pro potřebu praxe. Nicméně pro její využití v praxi hovoří například nižší časová náročnost oproti standardním kultivačním metodám. Další předností je možnost detekce mikroorganismů, které nejsou za daných laboratorních podmínek kultivovatelné. Tato práce je věnována optimalizaci kvalitativní PCR pro účely stanovení mikrobiální kontaminace pitných vod. Za použití multiplexních reakcí jsou výsledky získány již v den odběru vzorku. Byla úspěšně tes-

tována duplex PCR pro odlišení *Escherichia coli* od koliformních bakterií a pro současnou detekci enterokoků a *Clostridium perfringens*.

Biosenzory jako nástroj pro monitorování bakteriální kontaminace pitné vody v reálném čase (Miroslav Ledvina, VŠCHT Ústav chemie přírodních látek, Praha): Současný problém v detekci mikrobiální kontaminace v pitné vodě spočívá v tom, že klasické mikrobiologické analýzy vzorků pitných vod jsou založeny na kultivacích, které jsou schopny poskytnout adekvátní výsledek v časovém horizontu 2 až 3 dnů. To, co současné vodárenství postrádá, je průběžný on-line měřicí systém mikrobiální kontaminace, čímž by se předešlo mnoha haváriím a hygienickým rizikům pocházejícím z kontaminované dodávané pitné vody. V současnosti se zájem orientuje na vývoj vysoce citlivých biosenzorů, které jsou schopny poskytnout požadovanou informaci s vysokou detekční citlivostí rychle a v reálném čase. Obecně se každý biosenzor skládá ze dvou základních komponent, a to z rozpoznávajícího elementu se specifickou vazebnou afinitou k cílovému analytu a z transduktoru, který převádí specifickou vazebnou událost ve fyzikálně měřitelnou veličinu.

Geosmin a 2-MIB: častí původci organoleptických závad pitné vody (Tomáš Munzar et al., VŠCHT ÚTVP Praha): Látky, které způsobují organoleptické závady ve vodách, snižují použitelnost a kvalitu surové povrchové vody používané pro úpravu na vodu pitnou. Mikroorganismy, kterými jsou např. bakterie, sinice atd., produkují látky zatuchle zemitého zápachu – geosmin a 2-MIB. Geosmin a 2-MIB se běžně používanými technologickými postupy úpravy vody neodstraní, vyžadují zcela specifický přístup a technologické řešení. Příspěvek se zabývá charakteristikou geosminu a 2-MIB, jejich výskytem v prostředí, vhodnými metodami detekce a doporučenými postupy technologie úpravy vody.

Stanovení virových agens ve vodě – od odběru vzorku až po interpretaci výsledků (Petra Vašíčková et al., Výzkumný ústav veterinárního lékařství Brno): Aktuální oblastí zájmu jsou nyní viry přenášené kontaminovanou vodou. K takovému šíření virových agens dochází i přes četná opatření, která jsou v současné době zaměřena zejména na zamezení bakteriálních kontaminací a jejichž částečná nefunkčnost je dána odlišnými vlastnostmi bakterií a virů. Cílem příspěvku je seznámit se současnými daty nejen o virových původcích onemocnění ve spojitosti s kontaminovanou vodou a jejich vlastnostmi, ale také s dostupnými metodami jejich detekce, interpretací získaných výsledků a možnými opatřeními, která lze v případě pozitivních nálezů použít.

Analýza norovirů v potravinách a vodách pomocí qPCR (Kamila Zdeňková et al., VŠCHT Praha): Noroviry jsou neobalené jednovláknové RNA viry patřící do čeledi *Caliciviridae* způsobující akutní virové gastroenteritidy. V současné době jsou spolu s virem hepatitidy A považovány za hlavní patogeny přenášené potravinami a vodou. Pro stanovení norovirů v potravinách a krmivech je dostupná metodika popsaná v normě ČSN P CEN ISO/TS 15216, založená na použití polymerázové řetězové reakce s fluorescenční detekcí v reálném čase (qPCR). Metodě qPCR předchází izolace RNA ze vzorků, přepis získané RNA pomocí reverzní transkriptase do podo-

by cDNA a její ošetření. Norma je metodicky, časově i finančně náročná, vyžaduje použití modifikovaného viru pasážovaného přes tkáňové kultury HeLa buněk. Proto byly navrženy a experimentálně ověřeny modifikace usnadňující provedení analýz, jako např. použití interní kontroly amplifikačních reakcí obsahující sekvence komplementární k primerům a sondám používaných v normovaném protokolu. Metodikou byla provedena analýza 5 reálných vzorků z tržní sítě ČR, v žádném testovaném vzorku nebyla prokázána přítomnost norovirů genoskupiny GI či GII.

Analýza sedimentů z přehradních nádrží na pitnou vodu a z chovných rybníků v ČR z hlediska výskytu mykobakterií (Iva Slaná et al., Výzkumný ústav veterinárního lékařství Brno): Netuberkulózní mykobakterie (NTM) jsou všudypřítomné. Nejhojněji se vyskytují v půdě a ve vodě. Cílem této příspěvku je seznámení s výsledky výskytu NTM v sedimentech přehradních nádrží, na úpravách vody, které z nich využívají zdroj surové vody pro úpravu na vodu pitnou a následně v domácnostech. Dále bylo prověřováno možné propojení výskytu jednotlivých mykobakteriálních druhů mezi rybníky a rybami, které se v nich vyskytují a jsou určeny ke konzumaci. K tomu bylo využito metod kultivace, MTC duplexní PCR a kvantitativní *real time* PCR. Přítomnost mykobakterií byla potvrzena ve všech sledovaných lokalitách a všech matricích (sediment, rostliny a tkáň ryb). Riziko nákazy pro zdravé jedince je nízké, avšak osoby s oslabeným imunitním systémem by měly přijmout ochranná doporučení.

*Stanovení antibiotické rezistence významného patogenu *Aeromonas* spp. u ryb v kaprovém rybníkářství* (Eva Jelíková et al., Veterinární a farmaceutická univerzita Brno): K léčbě onemocnění vyvolaných *Aeromonas* spp. se využívají antibiotika, na která si však bakterie postupně vytvářejí rezistenci. Cílem této studie bylo stanovit antibiotickou rezistenci aeromonád v kaprovém rybníkářství. Od celkem 154 ryb ze tří chovů bylo izolováno 50 kmenů aeromonád, byla provedena jejich identifikace a dále stanovena jejich citlivost k šesti antimikrobiálním látkám (oxytetracyklin, flumequin, florfenikol, sulfametoxazol/trimetoprim, enrofloxacin, kyselina oxolinová). Nejvyšší procento rezistence bylo zjištěno u oxytetracyklinu (40 %), nejvíce byly bakterie citlivé na florfenikol (rezistence pouze 2 %). Z výsledků vyplývá, že k oxytetracyklinu, který se dnes pro kaprovité ryby terapeuticky hojně využívá, si aeromonády vytváří poměrně vysokou rezistenci, naopak florfenikol, registrovaný pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*), by mohl být k tomuto antibiotiku adekvátní alternativou.

Nová vyhláška o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, staré a nové limity (Ladislava Matějů et al., SZÚ Praha): Právní předpisy v oblasti nakládání s čistírenskými kalů v České republice dlouhodobě procházely revizí a konečně byla ukončena příprava legislativních předpisů a vyšla nová vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě v platném znění. Kromě změn při skladování a nakládání s kalů z ČOV došlo k výrazným změnám v požadavcích na účinnost hygienizace používaných technologií pro úpravu kalů a v požadavcích na kvalitu kalů s ohledem na mikrobiologické parametry výstupů.

AD 2: VODNÍ ÚTVARY (TOKY, NÁDRŽE) A JEJICH MONITORING

Novinky v problematice stanovování ochranných pásem vodních zdrojů (Petra Oppeltová, Mendelova univerzita v Brně): Zajištění zásobování obyvatelstva kvalitní pitnou vodou je veřejným zájmem. Ochranná pásma vodních zdrojů patří do speciální ochrany vod a jsou preventivním nástrojem v procesu výroby pitné vody. Ochrana vodních zdrojů má u nás dlouholetou tradici. Pro zásobování pitnou vodou se v podmínkách České republiky přednostně využívají podzemní zdroje. Jejich vydatnost a rozmístění jsou však často nedostatečné pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou a jsou nahrazovány zdroji povrchovými. V posledních letech došlo k významné legislativní změně ve stanovování ochranných pásem.

Hodnocení ekologického stavu – výsledky a perspektivy (Opatřilová et al., Povodí Vltavy, s.p.): Příspěvek sumarizuje konkrétní výsledky hodnocení ekologického stavu či potenciálu vodních útvarů v povodí Vltavy tak, jak byly zpracovány pro druhé plány dílčích povodí. Presentovány jsou výsledky hodnocení vodních útvarů tekoucích i stojatých vod, se zaměřením na vybrané fyzikálně-chemické parametry a biologické složky (makrozoobentos, fytozobentos, fytoplankton, makrofyta a ryby). Diskutovány jsou možné příčiny nedosažení dobrého stavu, případné potřeby optimalizace monitoringu a některá metodická doporučení.

Revize metodik pro hodnocení ekologického stavu vod (Jindřich Duras et al., Povodí Vltavy, s.p.): Příspěvek upozorňuje na potřebu vývoje a aktualizaci metodik pro hodnocení ekologického stavu a potenciálu vodních útvarů, které vznikaly v průběhu let 2006 až 2014. Nastavení některých metodik bylo provedeno na omezené sadě dat, která byla v danou dobu k dispozici. S přibývajícím daty z monitoringu vodních útvarů se mohou provádět komplexnější analýzy a spolu s přibývajícím zkušenostmi z procesu plánování je možno lépe porozumět dějům, které probíhají v jednotlivých vodních útvarech. Cílem revize metodik je nejen správné vyhodnocení ekologického stavu, ale i efektivní navrhování vhodných nápravných opatření. V příspěvku jsou uvedeny náměty na úpravy pouze těch metodik, které jsou přímo využívány státním podnikem Povodí Vltavy pro plánování v oblasti vod.

Zhoršení jakosti vody v nádrži Nová Říše (Rodan Geriš et al., Povodí Moravy, s.p.): Nová Říše je vodárenská mezotrofní nádrž na západní Moravě v blízkosti rakouské hranice. Nádrž se dlouhodobě vyznačovala vysokou biologickou kvalitou vody, absencí sinicového vodního květu a vysokou druhovou diverzitou fytoplanktonních společenstev. V posledních několika letech došlo k silnému snížení této diverzity, spojenému s prosazováním sinice *Woronichinia naegeliana*. Současně se v pozdně letním období zvyšuje koncentrace chlorofylu-a, naopak průhlednost vody klesá. Článek se zabývá příčinami tohoto znepokojivého jevu.

Sinice v koupacích vodách ČR v letech 2006 – 2016 (Petra Pummann et al., SZÚ Praha): Z databáze IS PiVo byla vybrána data za období 2006 až 2016, týkající se výskytu sinic a řas na přírodních vodách ke koupání ČR. Za toto období bylo uloženo do databáze téměř 17 tisíc vzorků z 215 lokalit. Lokalit

s vysokým oživením fytoplanktonem (vyjádřeno jako sezónní maximum chlorofyl-a větší než 100 µg/l) bývá každoročně necelých 30, lokalit dosahujících v sezóně II. či dokonce III. stupňů výskytu sinic (více než 100 tisíc buněk sinic/ml a zároveň více než 50 µg/l chlorofylu-a) bývá zhruba 20. Nejčastěji se vyskytující sinice patří do rodů *Microcystis* a *Dolichospermum*.

Biologické rybníky a ČOV Pelhřimov – situace po rekonstrukci ČOV (Jindřich Duras et al., Povodí Vltavy, s.p.): Biologické rybníky pod ČOV Pelhřimov a také recipient odpadních vod Bělá a Želivka byly sledovány v období po rekonstrukci ČOV. V posledních dvou letech bylo doloženo výrazné zlepšení situace, tedy snížení emisí fosforu. Nejvíce se uplatnil vliv sníženého množství vod odlehčovaných z jednotné kanalizace a správné provozování biologických rybníků s adekvátní rybní obsádkou. Snížené emise fosforu z ČOV se projeví v dalších letech, proto je třeba trvale se systematicky dané problematice věnovat, protože i při aktuálně zlepšeném stavu je Pelhřimov stále velmi důležitým zdrojem fosforu pro významnou vodárenskou nádrž.

Role malých obcí v koloběhu fosforu a jejich význam při eutrofizaci vod v povodí VN Švihov (Daniel Fiala et al., VÚV T.G.M. Praha): Při detailním průzkumu všech 378 částí obcí nacházejících se v povodí VN Švihov byly revidovány, evidovány a lokalizovány všechny vizuálně a technicky přístupné bodové zdroje fosforu. Jedná se o celé spektrum zdrojů, od soustředěných odtoků z komunálních čistíren odpadních vod (62) až po rozptýlené kanalizační výusti (349). Od května do října roku 2016 bylo celkem odebráno 271 vzorků odpadních vod na analýzu celkového a rozpuštěného reaktivního fosforu. Za základní rámec posouzení reálného stavu nakládání s komunálními odpadními vodami byly vzaty dokumenty Plánů rozvoje vodovodů a kanalizací území jednotlivých krajů. Příspěvek na pozadí rozboru sídelní struktury analyzuje současný status quo emisí fosforu v ploše středního povodí a seznamuje odbornou veřejnost s detailními příklady i souhrnnými výsledky studie.

Změny eliminace mikrobiálního znečištění na intenzifikované ČOV Hostivice (membránová technologie) (Dana Baudišová et al., VÚV T.G.M. Praha): V příspěvku je ukázáno významné zlepšení redukce mikrobiálního znečištění (o několik řádů) po intenzifikaci komunální čistírny odpadních vod Hostivice zavedením membránové technologie.

AD 3: EKOTOXIKOLOGIE

Akvatická ekotoxikologie v 21. století (Klára Kobetičová, ČVUT Katedra materiálového inženýrství a chemie): K výraznému rozvoji akvatické ekotoxikologie došlo v druhé polovině minulého století, převážně v souvislosti s používáním různých biocidů a dále také díky legislativě REACH. Příspěvek se zabývá historií a výčtem metod pro stanovení ekotoxicity vodního prostředí.

*Recipročný účinek Ni a Zn na sladkovodní riasu *Pseudokirchneriella subcapitata** (Korshikov) Hindák 1990 (Alexandra Filová et al., Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislavě): V 96 h ekotoxikologických testech byl zjišťován vliv niklu a zinku, jednotlivě i v kombinacích, na růst řas, produkci tiolových (-SH) skupin a biosorbci kovů buňka-

mi řas *P. subcapitata*. Experimenty s párovými kombinacemi kovů niklu a zinku jednoznačně poukázaly na závislost recipročního účinku kovů především na základě vzájemného poměru koncentrací Ni/Zn v testovacím médiu. Intenzita akumulace kovů výrazně ovlivňovala i inhibiční účinek, jak jednotlivých kovů, tak i jejich párových kombinací. Celkově lze říci, že ve vztahu k růstu řas jsou účinky párové toxicity antagonistické.

Vliv způsobu přípravy nanočástic stříbra na jeho toxicitu (Pavla Čiháková et al., VŠCHT ÚTVP Praha): Nanočástice stříbra byly připraveny pomocí dvou různých redukčních metod. Práce se zabývá porovnáním vlivu nanočástic stříbra, o různé velikosti a způsobu přípravy, na mikroorganismy. Působení nanočástic stříbra bylo testováno na směsné kultuře mikroorganismů, která byla získána z aktivovaného kalu odebraného z ÚČOV v Praze. Hodnocení vlivu bylo založeno na biologických analýzách klasickými kultivačními metodami, případné inhibiční či stimulační účinky byly hodnoceny na počtu (KTJ) koliformních bakterií, termotolerantních koliformních bakterií, celkových anaerobních bakterií a bakterií *Clostridium perfringens*.

AD 4: KOMENTOVANÁ POSTEROVÁ SEKCE

Viacdruhové hodnotenie toxicity – mikrokosmy (Agáta Fargašová, Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislavě): Příspěvek uvádí možnosti hodnocení toxicity vícedruhových systémů, které v sobě zahrnují aspekty trofických úrovní a v závislosti na složitosti, prostorovém a časovém uspořádání mohou odrážet reálnější podmínky, ve kterých jednotlivé toxikanty na společenstva až ekosystémy působí.

Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů (Milena Vágnerová, ÚÚVH, a.s. Most): Hydrologická rekultivace představuje významný zásah do krajiny, který se projeví ve změně mikroklimatu, ekosystému a i v kvalitě ovzduší. Komplexní vliv rekultivace původního hnědouhelného lomu na mikroklima, ekosystém a na kvalitu ovzduší nebyl dosud v České republice studován. Sdělení přináší informace o projektu, který byl realizován v letech 2011 – 2014 v rámci Pro-

gramu ALFA Technologické agentury České republiky č. TA01020592 s názvem „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“.

Rybníky jako HMWB – jak přistoupit k hodnocení jejich ekologického potenciálu? (Jan Potužák et al., Povodí Vltavy, s.p.): Rybníky se svými parametry zcela vymykají ostatním vodním útvarům, takže i jejich hodnocení dle Rámcové směrnice není dle dostupných metodik prakticky možné. Prezentován je návrh nového přístupu v hodnocení a širšího uplatnění role rybníků v krajině/povodí.

Koloběh genů rezistence na antibiotika (Eva Proková et al., VŠCHT ÚTVP Praha): Antibiotika byla uvedena na trh ve čtyřicátých letech minulého století a postupně se stala nezbytnou součástí moderního lékařství. Od té doby jsou využívána k léčbě těžkých infekčních chorob, prevenci vzniku infekcí u operovaných pacientů, u pacientů s rakovinou, či na podporu zdraví lidí se sníženou imunitou. V chovu hospodářských zvířat jsou využívána při léčbě a prevenci proti infekcím a do roku 2006 byla také používána jako promotory růstu. Dnes se ovšem infekční nemoci léčí obtížněji a účinnost antibiotik klesá. Patogeny, jež byly dříve citlivé k daným antibiotikům, se dnes stávají rezistentní, nebo dokonce multi-rezistentní (rezistentní vůči více antibiotikům). Práce shrnuje výskyt antibiotik, bakterií rezistentních na antibiotika či genů nesoucích informaci o rezistenci v prostředí.

Změna kvality srážkových vod v KRNP 2009 – 2016 (Zuzana Nováková et al., VŠCHT ÚTVP Praha): Příspěvek se zaměřuje na hodnocení kvality srážkových vod v Krkonošském národním parku. Jedná se o hodnocení 6 odběrových míst na transektu Luční hora – Lom Strážné v letech 2009 až 2016. Mezi hodnotící ukazatele patří vybrané hydrochemické ukazatele jako je hodnota pH, konduktivita, obsah organických látek vyjádřených jako TOC a dále pak vybrané kationty a anionty. Odběrové intervaly byly čtrnáctidenní, a to převážně v období květen až listopad.

Důležité sdělení! Zveme Vás na **34. ročník konference Vodárenská biologie 2018**, který se bude konat v prostorách hotelu DAP v Praze Dejvicích v únoru 2018.

Použitá literatura:

Vodárenská biologie 2017, 1. až 2. února 2017, Praha, Česká republika, Říhová Ambrožová Jana, Pecinová Alena (Edit.), str. 160, ISBN 978-80-86832-98-2, © Vodní zdroje EKOMONITOR spol. s r.o., Chrudim 2017.



Fragment z foto Jarná voda, M. Reiterová

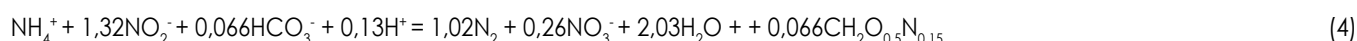
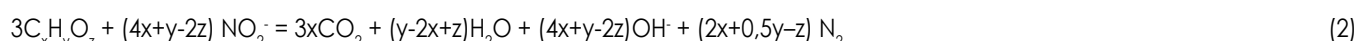
Alternatívne metódy odstraňovania dusíka

prof. Ing. Miloslav Drtil, PhD., Ing. Zuzana Imreová, Ing. Stanislava Vlčková

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

TEORETICKÝ ÚVOD

Alternatívou ku klasickej nitrifikácii – denitrifikácii je buď kombinácia vysoko účinnej, cca 80 – 90% nitrifikácie s denitrifikáciou alebo kombinácia čiastočnej, cca 50% nitrifikácie s Anammoxom (nazývaným aj deamonifikácia). Nitrifikácia (rovn. 1) je chemolitotrofná oxidácia amoniaku (v ďalšom texte zjednodušene označené ako N-NH_4) na dusitaný N-NO_2 bez následnej oxidácie na dusičnaný N-NO_3 (v reaktore kultivujeme AOB baktérie oxidujúce N-NH_4 na N-NO_2 a inhibujeme NOB baktérie oxidujúce N-NO_2 na N-NO_3) [1]. Denitrifikácia (rovn. 2) je prevažne organotrofná redukcia vyprodukovaných N-NO_2 na plynný N_2 . Kombináciou nitrifikácie a denitrifikácie sa ušetrí O_2 na oxidáciu $\text{N-NO}_2 \rightarrow \text{N-NO}_3$ a takisto organický substrát na redukciiu $\text{N-NO}_3 \rightarrow \text{N-NO}_2$ [1]. V procese čiastočná nitrifikácia – Anammox sa tiež zastaví nitrifikácia na produkcii N-NO_2 (v reaktore sú len AOB bez NOB), ale proces sa riadi tak, aby sa znitrifikovalo len cca 50% N-NH_4 . V následnej Anammox reakcii (zjednodušená rovn. 3), takisto chemolitotrofnej, zreaguje N-NH_4 s N-NO_2 za tvorby plynného N_2 [1]. Ak do rovn. 3 zahrnieme aj rast biomasy (rovn. 4), vidíme, že okrem N_2 vzniká aj malé množstvo N-NO_3 . Týmto procesom sa tiež šetrí O_2 na oxidáciu $\text{N-NO}_2 \rightarrow \text{N-NO}_3$, ale zároveň sa ďalší O_2 šetrí tým, že nitrifikujeme len cca 50% N-NH_4 . Organický substrát na denitrifikáciu nie je potrebný vôbec. Z rovn. 1, 2, 4 zároveň vyplýva, že všetky 3 procesy menia acidobázické rovnováhy a pH (v rovn. 1 pH klesá, v rovn. 2 a čiastočne aj v 4 stúpa); nemalo by sa zabúdať aj na prípadné dávkovanie neutralizačných činidiel.



V obidvoch procesoch rozhodujúcu úlohu zohráva dosiahnutie a udržanie nitrifikácie, čo určite nie je bez predošlého prieskumu jednoduché alebo garantovateľné. Nitrifikáciu nazývame aj ako skrátenú nitrifikáciu alebo Sharon [2] (pôvodne „Single reactor system for High activity Ammonia Removal Over Nitrite“, neskoršie aj ako „Stable High rate Ammonia Removal Over Nitrite“; Single je podľa autorov tohoto príspevku objektivnejšie...).

Ak vezmeme fiktívny prípad, že odstraňujeme N a organický substrát musíme kompletne dotovať z externých zdrojov, tak pri súčasných cenách elektrickej energie na jemnobublennú aeráciu a organických substrátov je úspora v účinnej nitrifikácii – denitrifikácii v porovnaní s klasickou nitrifikáciou – denitrifikáciou 0,6 Eur/kg N. Čiastočná nitrifikácia – Anammox

prináša úsporu až 1,6 Eur/kg N. (Do tejto ekonomickej bilancie Anammoxu nie je ale započítaný prípadný ohrev vody do mezofilnej oblasti; zároveň nie je započítané ani znížené množstvo vyprodukovaného CO_2 a úspora nákladov na znížené množstvo prebytočného kalu).

Využitie obidvoch procesov je vyše 20 rokov veľmi často publikované aj v renomovaných časopisoch (počet publikácií len o čiastočnej nitrifikácii – Anammoxe je vyšší ako 1 500 [3]). Napriek tomu počet „full-scale“ aplikácií je stále veľmi malý. Presnejší počet aplikácií účinnej nitrifikácie – denitrifikácie sme v dostupnej literatúre nenašli, ale podľa web stránok dodávateľov sa môže jednať o cca 20 aplikácií prevažne na ČOV s kapacitou nad 100 000 EO. Počet aplikácií čiastočnej nitrifikácie – Anammox je niečo vyšší ako 100 [3]. Je zrejmé, že aj keď procesy sú ekonomicky výhodné, ich uplatnenie nie je pri súčasnom stupni poznania také jednoduché. Pre porovnanie si dovoľme uviesť: z pohľadu úspor bol zrovnateľným napr. proces anaeróbného čistenia s granulovanou biomasou. Ale v prípade tohto procesu sa za 20 rokov od publikovania prvých laboratórnych výsledkov, t. j. od konca 70-tych do konca 90-tych rokov minulého storočia, postavilo vo svete vyše 1 200 „full“ aplikácií s anaeróbnymi granulami [4]. A to neboli k dispozícii tak bohaté projekty sponzorujúce výskum a ani informovanosť nebola v tom čase taká intenzívna...

Napriek tomuto „opatrnému“ úvodu je potrebné uviesť, že procesy s nitrifikáciou sú stále považované za perspektívne. V knihe „Activated Sludge – 100 Years and Counting“ [5], ktorá vyšla v 2014 k storočnici aktivácie, a ktorú písali významné osobnosti súčasného čistiarenstva, sa práve nitrifikácia s de-

nitrifikáciou alebo Anammoxom spomína vo viacerých kapitolách (Nitrogen, Energy Considerations, Industrial Wastewater Treatment, Activated Sludge Process Economics). Navyše aj v poslednej, tak trochu „vizionárskej“ kapitole The Next 100 Years sa alternatívnym procesom odstraňovania N venuje zvýšená pozornosť; nielen možnostiam ich využitia pre vody s vysokým podielom N, ale aj pre splaškové odpadové vody. Uvidíme, len zostaťme trpezliví a pragmatickí...

Alternatívne procesy odstraňovania N boli pôvodne navrhnuté a testované pre kalové vody po anaeróbnej stabilizácii čistiarenskych kalov s tým, že sa využije nielen úspora O_2 a organického substrátu, ale môže sa takto riešiť aj problém nedostatočného oxického veku kalu pre nitrifikáciu v hlavnej/vodnej linke ČOV [6]. Princíp procesov ich ale predurčuje aj

pre ďalšie typy odpadových vôd, napr. pre anaeróbne predčistené priemyselné odpadové vody s vysokými koncentráciami N, pre kalové vody z bioplynových staníc, pre výluhy zo skládok odpadu. Všetko sú to vody, kde sú koncentrácie N rádovo v stovkách až tisícoch mg/l a rozložiteľná CHSK je nedostačujúca pre klasickú denitrifikáciu (v podstate akýkoľvek pomer CHSK : N menší ako 5 – 6, resp. BSK_5 : N menší ako 3 nebude stačiť pre klasickú nitrifikáciu – denitrifikáciu [1] a je potrebné buď zvážiť dávkovanie externého organického substrátu alebo uplatniť niektorú zo spomínaných alternatívnych metód). Navyše okrem výluhov zo skládok sa jedná o vody relatívne teplé (nad 25 – 35 °C), čo podporuje inhibíciu NOB [2] a aktivitu Anammoxu [7]. Pri týchto vodách je potrebné doplniť aj to, že nielen nedostatok CHSK a O_2 je rizikom. Ďalším problémom sú aj vysoké koncentrácie N, ktoré sú potenciálnym inhibítorom nielen NOB ale aj AOB. V literatúre sa toto riziko nazýva aj substrátová a produktová inhibícia a je spojená najmä s výskytom nedisociovaných foriem NH_3 a HNO_2 [1,8] (pričom viaceré práce spomínajú aj riziko z disociovaných NO_2^- [9]). Posledné roky sa objavili aj práce, ktoré sa venujú aj možným aplikáciám pre studené vody s koncentráciami N v desiatkach mg/l (napr. anaeróbne predčistené splaškové odpadové vody) [10,11,13]. Ak by sa táto možnosť ukázala ako možná a bezpečná, potom by asi naozaj prišlo k ďalšej „revolučnej zmene“ v čistiarenstve.

Keďže nitrifikácia je oxický proces a denitrifikácia, resp. Anammox sú anoxické, obidve technológie sa môžu realizovať buď v 2 oddelených reaktoroch (oxickom a anoxickom) alebo v 1 reaktore s prerušovanou alebo regulovanou aeráciou. Dvojreaktorový proces je napríklad Sharon (čiasťočná nitrifikácia) + Anammox [12,13] alebo Sharon (účinná nitrifikácia) + denitrifikácia [14]. Jednoreaktorové sú napríklad AnitMox [15], Canon [16], ale aj spojenie Sharonu (účinné nitrifikácie) s denitrifikáciou v jednom reaktore s prerušovanou aeráciou [2,6].

Špecifickou technológiou uplatniteľnou pre kalové vody na mestských ČOV by mohlo byť využitie len samotnej nitrifikácie, bez denitrifikácie alebo Anammoxu. Ak je v odpadovej vode pritekajúcej do hlavnej / vodnej linky dostatok organického substrátu, s nitrifikovanou kalovou vodou privedieme do vodnej linky $N-NO_2$, ktoré sa tu zdenitrifikujú. Podmienkou je, aby sa kalová voda zaústila do anoxického reaktora. Ak zvážime, že v kalovej vode sa recirkuluje až 20 % N z prítoku do ČOV [17], úspora O_2 a organického substrátu musí byť zaujímavá. Aj keby sa nemusel dávkovať organický substrát (čo pri pragmatickom 70 % odstránení N je na mestských ČOV reálne), úspora O_2 sa dosiahne vždy a akákoľvek rezerva v organickom substráte je pre prevádzku výhodou. Tento proces sa pripravuje, napr. na ČOV Viedeň [13], kde by sa mala najbližšie roky inštalovať anaeróbna stabilizácia kalu a fugát z odvodnenia by sa mal pred vypustením do vodnej linky znitrifikovať v samostatnom reaktore (na ČOV Viedeň je 2-stupňový proces a zaústenie znitrifikovanej kalovej vody sa uvažuje do prvého, vysoko zafarbovaného stupňa v anoxickom režime). Pozn.: ak ale chceme dosiahnuť účinnú nitrifikáciu, tak pre bežné kalové vody sa musí zabezpečiť dávkovanie HCO_3^- (čo úsporu na O_2 a organickom substráte zredukujú).

Keďže sa jedná o špecifické procesy, špecifické sú aj nároky na kultiváciu nitrifikačnej, denitrifikačnej a Anammox bioma-

sy. Nie je možné v rozsahu tohto článku uviesť všetko a preto v ďalšom texte sú len základné informácie.

Kultiváciu AOB s inhibíciou NOB pozitívne ovplyvňujú:

- nízke koncentrácie O_2 (pod 1 mg/l) [18,19] a zvýšená $T = 30 - 35$ °C [2,6,20], pričom vplyv T zvyčajne aj nízky vek kalu (NOB majú pri vyšších T pomalšie rastové rýchlosti, čo sa využíva v chemostatovom Sharon reaktore na kalovú vodu) [2,6]. Ale inhibíciu NOB je možné dosiahnuť aj pri výrazne nižších T [21,22])
- vyšší obsah anorganických solí [23] a vyššie koncentrácie nedisociovaného NH_3 (jednotky a desiatky mg/l) a nedisociovaného HNO_2 (desiatiny a jednotky mg/l) [8,24-26]. Využíva sa napríklad v SBR reaktoroch s nárazovým prítokom odpadovej vody s vysokými koncentráciami $N-NH_4$ a s koncentračným gradientom substrátu
- reaktory vhodné pre rast aktivovaného kalu (najmä SBR), ale aj nárastovej biomasy; overené zafarbenia do cca 1,5 kg $N-NH_4/m^3d$ [za všetky práce napr. 27] (v lit. sú aj vyššie hodnoty, ale tie treba brať s rezervou...).
- Vplyv samotného pH sa nedá zovšeobecniť, pretože ovplyvňuje výskyt nedisociovaného NH_3 a HNO_2 [1]. Raz vyhovuje nižšie pH, raz vyššie. Pre dlhodobú nitrifikáciu sa odporúča účinná regulácia (napr. kontrola pH, O_2 , ORP). Výhodou je, že inokulum pre nitrifikáciu je dostupné (nitrifikujúci kal z mestských ČOV vyhovuje).

Kultiváciu Anammox biomasy pozitívne ovplyvňujú:

- neutrálne pH a $T = 30 - 35$ °C [7, 28] (aj keď sú publikované výsledky Anammox procesu aj pod 20 °C [29])
- vhodné inokulum (anaeróbna granulovaná biomasa, resp. nitrifikujúce aktivované kaly [30,31]) a najmä trpezlivosť pri kultivácii Anammox baktérií (rastové rýchlosti sú extrémne nízke; generačné doby viac ako 10 dní). Nábeh reaktora býva veľmi dlhý, rádovo až v stovkách dní, čo si bežný prevádzkovateľ nemôže dovoliť a kúpa už vykultivovanej Anammox biomasy je zatiaľ jediné pragmatické riešenie
- koncentrácie $N-NH_4$ a $N-NO_2$ v desiatkach a stovkách mg/l; pomer $N-NO_2 : N-NH_4 = 1 - 1,3$, soľnosť do 10 g/l, čo najnižšia prítomnosť rozložiteľnej CHSK (aby rastu Anammox baktérií nekonkurovali organotrofné baktérie; CHSK maximálne v rozsahu stoviek mg/l) [28,30,31]
- reaktory umožňujúce rast granulovanej biomasy (USB reaktory) alebo reaktory s nosičmi nárastovej biomasy alebo SBR reaktory; zafarbenia do 1 kg N/m^3d [31] (aj keď zнову v lit. sú aj výrazne vyššie extrémy [32])
- absencia O_2 (už mikrogramové koncentrácie inhibujú), sulfátu (najmä prvé mesiace kultivácie sa odporúča potlačiť vplyv H_2S prídavkom $N-NO_3$) a svetla [28,30,31,33]
- redukcia substrátovej inhibície s $N-NO_2$ (odporúča sa nábeh reaktora viesť stratégiou postupného zvyšovania koncentrácie substrátu a pomeru $N-NO_2$ ku $N-NH_4$ [28,31,33]).

Aj keď sú v literatúre práce popisujúce nábeh Anammox reaktorov z bežných inokúl (nie z Anammox biomasy) v čase 1 až 4 mesiace (napr. [34,35]), odporúčame maximálnu opatrnosť pri preberaní týchto výsledkov. Považujeme stále za hlavné riziko procesu obmedzenú dostupnosť vykultivovanej Anammox biomasy.

Kultiváciu denitrifikačnej biomasy pozitívne ovplyvňujú [1,17,36,37]:

- absencia O_2 a neutrálne pH
- reaktory umožňujúce rast nielen suspendovanej, ale aj nárastovej a granulovanej biomasy (reaktory rovnaké ako denitrifikačné, akurát namiesto $N-NO_3$ do reakcie vstupujú $N-NO_2$). Keďže v denitrifikačnom reaktore nesmie byť rozpustený O_2 , pre technologické využitie je výhodné imobilizovať v denitrifikačnom reaktore čo najvyššie koncentrácie biomasy (bežne rádovo desiatky g/l); odporúčané zaťaženia do 3 – 5 kg $N-NO_2/m^3.d$ [31, 36]
- dostatok organického substrátu (pre denitrifikačnú pomer rozložiteľnej CHSK : $N-NO_2$ aspoň 3) [31,36].

Keďže denitrifikáciu prevádzkujeme bezpečne desiatky rokov na obrovskom počte mestských aj priemyselných ČOV a denitrifikácia je veľmi podobná ako denitrifikácia [1,17], tento proces je v porovnaní s nitrifikáciou a Anammoxom oveľa jednoduchší a bez väčších problémov realizovateľný.

CIEĽ PRÍSPĚVKU

Z predošlých riadkov vyplýva, že využitie relatívne komplikované alternatívne procesy odstraňovania N má zatiaľ zmysel hlavne tam, kde potrebujeme odstraňovať vysoké koncentrácie N a zároveň vo vodách nemáme dostatočné koncentrácie organického substrátu. Považovať ich už dnes za reálnu alternatívu ku klasickej nitrifikácii – denitrifikácii sa nedá; tá zostane ešte dlho rozhodujúcim procesom pre väčšinu odpadových vôd. Je to aj logické: zastaviť nitrifikáciu na produkcii $N-NO_2$, čo je podstatou alternatívnych metód odstraňovania N, nie je v prírode bežné. Biomasa v prírode sa snaží minimalizovať výskyt $N-NO_2$, sú pre ňu väčšinou toxické. Aj preto sú AOB baktérie všade nerozlučne sprevádzané NOB baktériami. A my sa na ČOV snažíme vykultivovať AOB bez NOB... To nemôže byť jednoduché, je to proti prírodným zvyklostiam.

Napriek tomu progres nepochybne nastal, aj keď stále evidujeme riziká. V nasledujúcej kapitole sa pokúsime podeliť o hlavné výsledky z projektov, ktoré sme dosiahli počas 6 rokov každodenného oboznamovania sa s uvedenými procesmi. Výskum, laboratórny aj poloprevádzkový, sme na OEI FCHPT STU realizovali aj vďaka tomu, že sme boli súčasťou domácich aj zahraničných projektov na túto tému. A zároveň sme mohli všetky naše výsledky priebežne diskutovať s našimi kolegami na VŠCHT Praha a ČZU Praha (za čo tiež vďaka...).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vo výskume denitrifikácie sme sa zamerali najmä na využitie anoxického granulovanej biomasy v USB reaktore [31,37,38]. Podstata denitrifikácie je dlhé roky známa, overená a preto sme sa snažili venovať niečomu, čo je nové a čo by mohlo byť aj v prevádzke prínosné. USB reaktory sú relatívne jednoduché, v jednom reaktore je reakčný objem s biomasou aj separačný modul (g/l/s separátor). Hlavné poznatky je možné zhrnúť nasledovne:

- vhodné inokulum pre vykultivovanie denitrifikačnej granulovanej biomasy je najmä anaeróbny granulovaný kal; vykultivujú sa tak objemnejšie 3 – 5 mm granuly, ktoré výnimočne sedimentujú (kalové indexy 10 – 20 ml/g) a zvláda-

jú aj vyššie zaťaženia (až 3,5 kg $N-NO_2/m^3.d$; to je na úrovni 9 – 10 kg CHSK/ $m^3.d$, čo sú zaťaženia až 10 x vyššie v porovnaní napr. s aktiváciou). Nábeh sa realizuje postupným zakonzentrovávaním prítoku a s ním spojeným zvyšovaním zaťaženia Bv (štartovacie Bv sa odporúča cca 0,2 kg $N-NO_2/m^3.d$; každé zvýšenie Bv sa realizuje po dosiahnutí viac ako 90% účinnosti denitrifikácie)

- denitrifikačná granulácia je rýchla, do 1 mesiaca s akýmkoľvek anaeróbnym granulovaným inokulom proces bezpečne fungoval a odstraňoval $N-NO_2$ rádovo v stovkách mg/l (až 500 mg/l na prítoku a do 10 mg/l na odtoku). Ale pri tak vysokých koncentráciách je vhodné časť vyčistenej vody reciklovať na prítok, t. j. nariediť prítok a vyšší hydraulický zaťaženie v reaktore na optimálnu hodnotu cca 1 $m^3/m^2.h$
- optimálny organický substrát bol najmä metanol, resp. organické substráty obsahujúce metanol a glycerín. Pomer CHSK : $N-NO_2$ bol na úrovni 2,8 – 3 g/g. Odtokové koncentrácie CHSK a NL sú do 150 mg/l (tieto koncentrácie v kalových vodách ale nie sú na ČOV žiadny problém)
- špecifické denitrifikačné rýchlosti boli v rozsahu 0,4 – 2,2 mg $N-NO_2/g.h$. Dôležitou výhodou je, že denitrifikačná biomasa má minimálnu špecifickú produkciu biomasy. Najmä s metanolom sú tieto hodnoty výnimočne nízke; 0,04 – 0,06 g NL/g CHSK. Aj z tohoto dôvodu je možné USB reaktor dlhodobo prevádzkovať bez odberu prebytočného kalu, resp. len s občasným odberom. V reaktoroch s metanolom sa dokonca vytvorila dlhodobá niekoľko mesačná spontánna rovnováha biomasy, kde rast = rozklad + odtok (bez odberu prebytočného kalu)
- ak sa podarí denitrifikačné granuly vykultivovať, potom je možné v reaktore udržiavať ich koncentrácie na úrovni 30 až 40 g/l. Pri komplexných substrátoch s anorganickým podielom, ktorý sa čiastočne akumuluje v kalovom lôžku, môžu byť koncentrácie biomasy až 55 g/l
- pre viacmesačné uskladnenie anoxických granúl (uskladnenie s tým, že biomasa si zachová aktivitu a granulovanú morfológiu) pri T pod 10 °C stačia anaeróbne podmienky (uskladnenie možné až pol roka); pri T cca 15 – 20 °C je možné uskladniť anoxické granuly aj 2 mesiace, ale potrebné sú endogénne anoxické podmienky
- denitrifikujúca biomasa je schopná v priebehu niekoľkých hodín začať namiesto $N-NO_2$ denitrifikovať s $N-NO_3$. Toto je veľmi dôležitá vlastnosť pre prípad, ak v predradenom nitrifikačnom reaktore zlyhá inhibícia NOB. Výskyt $N-NO_3$ nezaťahuje funkčnosť denitrifikačného reaktora; Anammox reaktor by sa stal nefunkčným.

Vo výskume Anammoxu sme sa zamerali najmä na vykultivovanie Anammox biomasy z inokúl dostupných na slovenských ČOV (z nitrifikujúceho aktivovaného kalu a anaeróbného granulovaného kalu; obidve inokulá odporúča aj literatúra). Kultiváciu a adaptáciu na substrát obsahujúci $N-NH_4$ a $N-NO_2$ na úrovni 50, 100 a 500 mg/l, bez organického substrátu, sme realizovali v SBR a USB reaktoroch vyhrievaných na 30 – 35 °C. Snažili sme sa dodržať všetky zásady odporúčané v literatúre pre nábeh Anammox reaktorov (absencia O_2 , eliminácia inhibície sulfátu prídavkom $N-NO_3$ atď. vrátane trpezlivosti...). Napriek tomu ani v jednom z 5 testov,

z ktorých každý trval 4 až 6 mesiacov (!), sa nám nepodariť dosiahnuť čo len náznak úbytku N-NH_4 , indikujúci Anammox reakciu (čiastočný pokles N-NO_2 je bežný, ale je to len dôsledok spontánnej denitrifikácie s endogénnym substrátom z inokula; nepotvrdzuje Anammox) [31,39]. Podotýkame, že sme nepoužili ani gram adaptovaného Anammox inokula, pretože sme nechceli vykultivovať a potom „vyfotografovať červené granuly“. Chceli sme overiť, či na ČOV môže prevádzkovateľ automaticky počítať s tým, že si pri dostatočnej napr. polročnej trpezlivosti Anammox biomasu vykultivuje sám bez toho, aby ju musel vozíť z tzv. „fariem“ roztrúsených po svete. Možno platí, že „niečo sme robili zle“, ale my si myslíme, že inokulum pre Anammox nie je bežné a tak je jeho kultivácia ešte stále lotériou. Čo samozrejme neznamená istotu neúspechu, ale je to riziko. Podľa súčasného poznania odporúčame pri realizácii tohto procesu uvažovať s nákupom reaktora aj s adaptovanou biomasou. Pozn. a upozornenie: testovali sme samostatný Anammox reaktor v tzv. dvojreaktorovom usporiadaní.

Výskum nitrifikácie (kultivácie AOB bez NOB) bol reakciou na predošlé výsledky. Ak je kultivácia Anammox biomasy takým rizikom, potom sa netrápme s 50% nitrifikáciou nasledovanou Anammoxom a venujme pozornosť čo najúčinnejšej nitrifikácii (aspoň 80 – 90 %), za ktorou bude zaradená v podstate bezproblémová denitrifikácia.

Experimentovali sme v SBR reaktoroch s prídavkom kalovej vody o koncentrácii 500 mg/l N-NH_4 [14, 40]. Prídavok substrátu bol 2 až 4 x denne a reaktory boli čo najjednoduchšie. Nebola v nich kontinuálne regulovaná aerácia obmedzujúca rozpustný O_2 , nebol v nich odber prebytočného kalu, a tak nebol regulovaný ani vek kalu (snahou bolo mať v reaktore čo najviac biomasy, ktorej rovnovážna koncentrácia sa bude vytvárať v reaktore spontánne). T bola v rozsahu 20 – 26 °C (nevychrievali sme reaktor do mezofilnej oblasti). Jediné, čo bolo treba regulovať, bol pomer $\text{HCO}_3^- : \text{N-NH}_4$ a z neho vyplývajúce pH. V bežných kalových vodách je tento pomer na úrovni 1 (mol/mol), čo aj podľa rovn. 1 obmedzuje účinnosť nitrifikácie (z 1 mólu N-NH_4 vzniknú 2 móly H^+ , ale pri pomere 1 máme na neutralizáciu len 1 mól HCO_3^-). Ak sa do kalovej vody nepridajú HCO_3^- (sódou, vápnom, alebo vhodným prepojením s denitrifikačným reaktorom alebo denitrifikáciou, ktorá produkuje HCO_3^-), účinnosť nitrifikácie môže byť len cca 50%. Testovali sa pomery 1,1 až 2,1 a keďže jednotlivé experimenty trvali bežne viac ako rok, výsledky si dovoľme považovať za reprezentatívne.

Na samotnú inhibíciu NOB sme sa snažili využiť len to, čo voda a biomasu poskytujú, t. j. vysoké koncentrácie substrátu a produktu (inými slovami substrátovú a produktovú inhibíciu). Snahou bolo naplniť význam prvých slov zo skratky Sharon, t. j. „simple“ a ak sa dá aj „stable“. Hlavné závery sú nasledovné [14,40]:

- v SBR reaktore je možné dosiahnuť nitrifikáciu, ak sa ako inokulum použije bežný aktivovaný kal. Ten zareguje na rádo-vo vyššie koncentrácie N-NH_4 a N-NO_2 rýchlo, do 1 týždňa nitrifikuje aj stovky mg/l
- dosiahnutie viac ako 90% nitrifikácie bez nitrifikácie sa podarilo pri pomeroch $\text{HCO}_3^- : \text{N-NH}_4$ na úrovni 1,7 a 1,9 a pri zaťažení v rozsahu 0,16 až 0,6 kg $\text{N-NH}_4/\text{m}^3 \cdot \text{d}$

- pri týchto pomeroch sa na konci aeračného cyklu v SBR reaktore, t. j. aj v odtoku dosiahlo pH 6,1 až 6,5. AOB nitrifikovali viac ako 90% N-NH_4 a NOB zostali dlhodobo inhibované (dokonca aj počas víkendov bez dávkovania substrátu, k čomu môže na ČOV dôjsť, keďže odvodňovanie nebýva kontinuálne). Dôsledkom bola výrazná akumulácia N-NO_2 v odtoku z nitrifikačného reaktora (z 500 mg/l N-NH_4 v prítoku vznikali N-NO_2 nad 400 mg/l a N-NO_3 do 20 mg/l). Akonáhle sa pomer $\text{HCO}_3^- : \text{N-NH}_4$ zvýšil na 2,1, odtokové pH stúplo nad 8 a inhibícia NOB sa v priebehu niekoľkých dní skončila. Odtokové koncentrácie N-NO_2 klesli z hodnôt nad 400 mg/l pod 100 mg/l a N-NO_3 stúpili až na 400 mg/l. Spätné zníženie pomeru na 1,7 a pokles odtokového pH pod 6,5 znamenal veľmi rýchle obnovenie inhibície NOB
- na rozdiel od viacerých prác v literatúre sme skonštatovali, že ako rozhodujúci inhibítor NOB sa potvrdila nedisociovaná HNO_2 a vplyv nedisociovaného NH_3 nebol významný (detaily okrem iného aj v [41]).

Potenciálnym problémom sa ukázali spontánne skokové zmeny v aktivite AOB, ktoré sú v otvorenom systéme nitrifikačného reaktora ťažko predvídateľné a ktoré je problém zahrnúť do projekcie a zásad prevádzky takéhoto reaktora. Ale skúsený prevádzkovateľ by mal na ne vedieť zareagovať.

ZÁVER

Po 6 rokoch experimentov si dovoľme uplatniteľnosť alternatívnych metód odstraňovania N zhnúť nasledovne:

- čiastočná cca 50% nitrifikácia s Anammoxom je určite najekonomickejšia, ale pokiaľ nebude Anammox biomasu bežne dostupná, zostáva tento proces len výnimočne použiteľný
- vysoko účinná cca 90% nitrifikácia s denitrifikáciou sú v porovnaní s Anammoxom menej ekonomické, ale v porovnaní s klasickou nitrifikáciou – denitrifikáciou sú stále výhodnejšie. Hlavné ale je, že sú zvládnutelné s bežnými inokulami. Pri nitrifikácii stoviek mg/l N-NH_4 v SBR bude potrebné udržať hlavne optimálne pH (nám sa potvrdilo pH v odtoku 6 – 6,5; pri pomere $\text{HCO}_3^- : \text{N-NH}_4$ v substráte 1,7 – 1,9). Nábeh a prevádzka reaktora bez ďalších regulačných prvkov by nemali byť problém. Následná denitrifikácia určite nebude problém
- optimisticky vidíme aj využitie samostatného nitrifikačného reaktora na kalovú vodu bez denitrifikácie v kalovej linke. Vypustenie takto znitrifikovanej vody do denitrifikačného reaktora v hlavnej/vodnej linke ČOV by vo väčšine prípadov malo priniesť požadovaný efekt (t. j. úsporu O_2 a organického substrátu).

Ďalší výskum zameriame na to, či nitrifikácia bez nitrifikácie sa nedá pomocou pH a pomeru $\text{HCO}_3^- : \text{N-NH}_4$ dosiahnuť aj v aktivácii s kontinuálnym prítokom, bez SBR režimu. Ak stačí na inhibíciu NOB len nedisociovaná HNO_2 , potom nemá vytváranie koncentračného gradientu s nedisociovaným NH_3 v podstate zmysel.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu VEGA 1/0772/16 s podporou Vedeckej grantovej agentúry SR.

LITERATÚRA

- [1] Pitter P.: Hydrochemie, 5. vydání, VŠCHT Praha (2015).
- [2] Hellinga C., et al: The SHARON process: innovative method for N-removal from ammonium rich wastewater, *Water Sci. Technol.* 37/9, pp. 135 -142 (1998).
- [3] Lackner S., et al.: Full-scale partial nitrification/anammox experiences – an application survey, *Water Research* 55, pp. 292 – 303 (2014).
- [4] Karthikeyan K., Kandasamy J.: UASB reactors in waste water treatment, In: *Water and Waste Water Treatment, Encyclopedie of Life Support Systems II*, pp. 180–198, EOLSS Publ. UNESCO Oxford (2009).
- [5] Activated sludge – 100 years and counting, IWA Publishing, Eds. Jenkins D., Wanner J. (2014).
- [6] Van Kempen R., et al: SHARON for improved WWTP nitrogen effluent quality evaluated, *Water Sci. Technol.* 52/4, pp. 55 - 62 (2005).
- [7] Jetten M.S.M., et al: The anaerobic oxidation of ammonium, *FEMS Microb. Rev.* 22, pp.421- 437, (1999).
- [8] Anthonisen A.C., et al.: Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid, *Journal Water Pollut.Control Federation* 48, pp. 835 – 852 (1976).
- [9] Buday J. et al: Substrate and product inhibition of nitrification, *Chem. Papers*, 53/6, pp. 379 – 383 (1999).
- [10] Kouba V., et al.: Aplikace nitrifikační a Anammox na anaerobně předčištěnou splaškovou odpadní vodu *Vodní hospodářství* 65 / 6, pp. 1 - 4 (2015).
- [11] van Loosdrecht M., et al.: The next 100 years, In: *Activated sludge – 100 years and counting*, pp. 407 - 424, IWA Publishing, Eds. Jenkins D., Wanner J. (2014).
- [12] Van Dongen U., et al: SHARON-Anammox process for treatment of NH_3 rich wastewater, *Water Sci. Technol.* 44/1, 153 – 160 (2001).
- [13] Kroiss H., Cao Y.: Energy considerations, In: *Activated sludge – 100 years and counting*, pp. 221 – 244, IWA Publishing, Eds. Jenkins D., Wanner J. (2014).
- [14] Imreová Z., Drtil M.: Regulovaná nitrifikační kalovej vody pri zvýšenej koncentrácii HCO_3^- a nepravidelnej produkcii kalovej vody, *Vodní hospodářství* 64 / 10, pp. 5 – 10 (2014).
- [15] Beneš O., et al: Výhody, úskalí a aplikace deamoniifikace kalové vody – technologie Anitamax. 7. konf. AČESR Odpadové vody 2012, Š. Pleso, 17-19.10.2012, pp. 33 – 38 (2012).
- [16] Sliemers A.O., et al: Completely autotrophic N removal over NO_2^- in one single reactor. *Water Research* 36, pp. 2475 – 2482 (2002).
- [17] Drtil M., Hutňan M.: Technologický projekt, Vydavatelstvo SCHK FCHPT STU (2013).
- [18] Blackburn R, et al: Partial nitrification to nitrite using low dissolved oxygen concentration as the main selection factor, *Biodegradation*, 19/2, pp. 303 – 312 (2008).
- [19] Pacek L., et al: Možnosti využití regulace koncentrace kyslíku při nitrifikaci kalové vody, *Vodní hospodářství* 61/10, pp. 372 – 376 (2011).
- [20] Kim J.H., et al: Comparison study of the effects of temperature and FA on nitrification and nitrite accumulation, *Process Biochemistry*, 2, pp. 154 – 160 (2008).
- [21] Hrnčířová H., et al: Vliv kolísání teploty na čištění odpadních vod s extrémním obsahem N. *Waste Forum*, 2, pp. 110-119 (2013).
- [22] Yang Q., et al: Nitrogen removal via nitrite from municipal wastewater at low temperatures using real-time control to optimize nitrifying communities, *Environ. Sci. Technol.* 41/23, pp. 8159 – 8164 (2007).
- [23] 24 Ye Liu, et al.: Determination effect of influent salinity and inhibition time on partial nitrification in a SBR treating saline sewage, *Desalination* 246 / 1-3, pp. 556 – 566 (2009).
- [24] Park S., et al: Operational boundaries for NO_2^- accumulation in nitrification based on minimum/maximum substrate concentrations that include effects of O_2 limitation, pH, and FA and FNA inhibition, *Environ. Sci. Technol.* 44/1, pp. 335 – 342 (2010).
- [25] Vadivelu V.M., et al: Effect of free ammonia and free nitrous acid on the anabolic and catabolic processes of an enriched *Nitrosomonas* culture, *Biotechnol. Bioeng* 9, pp. 830 – 839 (2006).
- [26] Švehla P., et al.: Inhibition effect of free ammonia and free HNO_2 on nitrite oxidizing bacteria during sludge liquor treatment, *Chemical Papers* 68/7, pp. 871 – 878 (2014).
- [27] Jeníček P., et al: Factors affecting N removal by nitrification/denitrification *Wat. Sci.Tech.* 5, pp. 73-79 (2004).
- [28] Jin R.C. et al.: The inhibition of the Anammox process, *Chem. Eng. J.* 197 / 15, 67 – 79 (2012).
- [29] Isaka K. et al: Nitrogen removal performance using anaerobic ammonium oxidation at low temperatures, *FEMS Microbiology Letters*, 282, pp. 32-38 (2008).
- [30] Zhu G., et al: Biological removal of N from wastewater, *Rev. Environ. Cont. Toxicol.* 192, pp. 159-195 (2008).
- [31] Babjaková L.: Anoxická biomasa, Dizertačná práca, OEI FCHPT STU (2013).
- [32] Tang Ch. J. et al: Influence of substrates on N removal performance and microbiology of Anammox by operating 2 UASB reactors fed with different substrate levels, *Journal Hazard. Mat.* 181, pp. 19–26 (2010).
- [33] Strous, M., et al: SBR as a tool for the study of slowly growing ANAMMOX microorganisms, *App. Microbiol. Biotechnology* 50/5, pp. 589 – 596 (1998).
- [34] Uyanik, et al.: Strategies for successful Anammox enrichment at laboratory scale, *Clean Soil, Air, Water*, 39/7, pp. 653 – 657 (2011).
- [35] Banihani Q., et al.: Start-up of ANAMMOX from conventional activated sludge in UASB reactor for autotrophic N removal from wastewater. *Jordan J. Civil Eng.* 6 (1), pp. 17-27 (2012).
- [36] Imreová Z., et al.: Anoxická granulovaná biomasa ako biokatalyzátor denitrifikácie odpadových vôd, *Chemické listy* 107, pp. 479 – 485 (2013).
- [37] Babjaková L., et al.: Denitrifikácia odpadových vôd s vysokými koncentraciami dusíka v upflow reaktore, *Vodní hospodářství* 63/2, pp. 36 – 41 (2013).
- [38] Babjaková L., et al.: Odstraňovanie vysokých koncentrácií dusíkatov v denitrifikačnom reaktore s granulovanou biomasou pri rôznych T, 10. bien.konf. CzWA Voda, Poděbrady, 18–20. 9.2013, pp. 315 – 318 (2013).
- [39] Babjaková L., et al.: Výsledky z laboratórnej kultivácie Anammox biomasy a granulovanej denitrifikačnej biomasy pri odstraňovaní vysokých koncentrácií N; konferencia s medzinárodnou účasťou Kaly a odpady, Banská Bystrica, 15. - 16.03.2012, pp. 200-207 (2012).
- [40] Imreová Z., Drtil M.: Vplyv pomeru HCO_3^- k amoniaku na nitrifikačnú a inhibičiu NOB, *Vodní hospodářství* 65 / 10, pp. 7 – 10 (2015).
- [41] Imreová Z., et al.: Nedisociovaná kyselina dusitá ako rozhodujúci inhibítor nitrifikačnej, 9. bien.konf. AČESR Odpadové vody, Štrbské Pleso, 19–21. 10.2016, zborník posterov pp. 31 - 36, (2016).



Peter Gossányi

Skúsenosti s realizáciou projektu a prevádzkou rekonštruovaných čistiarní odpadových vôd v trenčianskom regióne

Ing. Monika Čižnárová, Ing. Peter Habánek, Ing. Richard Hartmann, Ing. Radek Menšík¹, Ing. Juraj Billý²

Trenčianske vodárne a kanalizácie, a.s.

¹ Sweco Hydroprojekt, a.s.

² Bidor

Anotácia

Trenčianske vodárne a kanalizácie, a.s. (TVK a.s.) ako vlastníka a prevádzkovateľa vodárenskej infraštruktúry v trenčianskom regióne boli povinné dobudovať, rozšíriť a intenzifikovať 4 jestvujúce komunálne čistiarne odpadových vôd (ČOV) a vybudovať novú ČOV Ivanovce, za účelom zabezpečenia potrebnej kapacity ČOV a dosahovania limitných ukazovateľov znečistených odpadových vôd v súlade s nariadením vlády 269/2010 Z. z. a smernice Rady 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd v znení smernice Komisie 98/15/ES a nariadenia Európskeho parlamentu a Rady 1882/2003/ES.

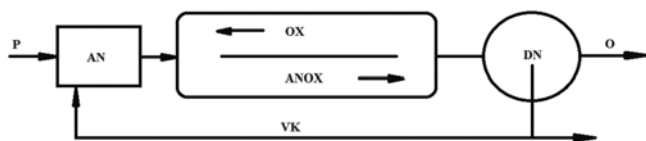
Stavba bola realizovaná v rámci investičného projektu „Intenzifikácia ČOV, odkanalizovanie a zásobovanie pitnou vodou v trenčianskom regióne“ spolufinancovaného prostredníctvom Kohézneho fondu Európskej únie. Intenzifikované ČOV a nová ČOV majú kapacitu 113 200 EO.

Základný kameň stavby bol položený 05/2013, posledná ČOV bola uvedená do skúšobnej prevádzky 06/2016.

ČOV TRENČÍN ĽAVÝ BREH

Jednotnou kanalizáciou sú na ČOV privádzané odpadové vody (OV) z ľavého brehu mesta Trenčín a časti obce Soblahov.

Mechanicko-biologická ČOV s odstraňovaním nutrientov a anaeróbnou stabilizáciou kalu je realizovaná pre 57 000 EO a Q_{24} 200 l/s.



Obr. 1 Schéma biologickej linky ČOV Trenčín ľavý breh a ČOV Trenčianska Teplá

OV s maximálnym dažďovým prietokom 10 500 l/s nateká do novej odľahčovacej komory s normou stenou na zachytávanie plávajúcich nečistôt. Z tohto množstva je 480 l/s privádzaných do ČOV, 620 l/s privádzaných na novú prietochnú dažďovú nádrž (ktorá je potom vypúšťaná naspäť do ČOV), zvyšok je odľahčovaný do Váhu (gravitačne alebo cez povodňovú čerpaciu stanicu).

Z OK priteká OV na hrubé predčistenie, ktoré zahŕňa lapač štrku s ťažiacim zariadením a hrubé strojne stierané hrablice. Pri hrubom predčistení je situovaná stanica pre príjem zväzovaných odpadových vôd zo žump a takisto OV z čistenia kanalizácie. Následne je OV čerpaná závitkovými

čerpadlami na mechanické predčistenie, alebo do dažďovej nádrže. Mechanické predčistenie je zabezpečené dvojicou jemných strojne stieraných hrabíc doplnených zariadením na lisovanie a prepieranie zhrabkov a pozdĺžnym hydraulicky miešaným dvojkomorovým lapačom piesku a tukov, doplneným o pračku piesku. Z lapača piesku sú OV gravitačne vedené do usadzovacej nádrže a ďalej do dvojlinkového biologického čistenia tvoreného predra-



Čistiareň odpadových vôd Trenčín

denými anaeróbnymi reaktormi (miešanými hyperboloidnými miešadlami), obehovými aktivačnými nádržami (prevzdušňovanými jemnobublínkovým aeračným systémom a miešanými horizontálnymi miešadlami) a dosadzovacími

Tab.1 Parametre odpadovej vody v ČOV Trenčín ľavý breh

koncentrácie (mg/l)	limity (p)	2008 (ročný priemer v čase prípravy PD)		08/2015 (realizácia stavby)		06/2016 (začiatok skúšobnej prevádzky)		08/2016	
		prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok
CHSK	90	471,3	43,5	455,3	29	675	33,8	1090	36,5
BSK ₅	20	208,8	10,5	232	6	222,5	4,2	507,5	5,8
NL	20	295,9	16,9	219,5	12	411	6,3	861	4,5
N-NH ₄	10	35,1	7,3	44,2	1	60,3	3,4	61,6	3,1
N _c	15	68	31,6	59,7	3,1	88,9	6,7	101,6	7,8
P _c	2	8,8	3,7	4,9	0,04	10,5	0,73	34,7	1,07

nádržami. Pre potreby prevádzky za zvýšených prietokov vo Váhu je súčasťou vodnej linky povodňová čerpacia stanica (ČS) vyčistených OV. Pre podporu zvýšeného odstraňovania zlúčenín fosforu je inštalovaná stanica simultánneho chemického zrážania fosforu. Prebytočný kal je mechanicky zahusťovaný a čerpaný do vyhnívacích nádrží (VN), prevádzkovaných v mezofilných podmienkach. Ďalším spôsobom odčerpávania prebytočného kalu je jeho čerpanie pred usadzovaciu nádrž, odkiaľ je po gravitačnom zahusťovaní spolu s primárnym kalom ako zmesný kal prečerpávaný do vyhnívacích nádrží. Vyhnitý kal je prepúšťaný do dvojice uskladňovacích nádrží kalu, odkiaľ je následne cez homogenizačnú nádrž dopravený na strojné odvodnenie dekantáčnou odstredivkou. Odvodnený kal je alternatívne dopravovaný na krytú skládku kalu, alebo čerpaný do kalového sila s objemom 100 m³. Bioplyn z vyhnívacích nádrží je skladovaný v dvojmembránovom plynojeme a spotrebúvaný v kotolni na vyhrievanie VN a prevádzkových budov, v kogeneračnej jednotke, alebo je spaľovaný v horáku zbytkového plynu.

Na tejto ČOV ako jedinej nebolo možné zachovať funkciu pôvodného biologického čistenia počas celej rekonštrukcie, preto na základe vodnatosti recipientu bolo po určité časové obdobie povolené vypúšťanie OV čistených len mechanicky.

Nábeh novej linky začal spustením prítoku OV na nové mechanické predčistenie, obtokom novej usadzovacej nádrže do jednej biologickej linky ČOV. Ako inokulum bolo do aktivácie dovezených 300 m³ aktivovaného kalu z ČOV Trenčín pravý breh. Koncentrácia kalu postupne rástla a asi po mesiaci bola sprevádzkovaná druhá biologická linka. Prevádzkové problémy spôsobili najmä oneskorené dokončenie objektov kalového hospodárstva (v tomto čase sa koncentrácia kalu v aktivácii pohybovala okolo 900 ml/l, odvodňoval sa iba aeróbne stabilizovaný kal, atď.)

Pre zapracovanie VN bolo privezených 80 m³ kalu z VN ČOV Nové Mesto nad Váhom a bola sprevádzkovaná usadzovacia nádrž a ostatné objekty kalového a plynového hospodárstva.

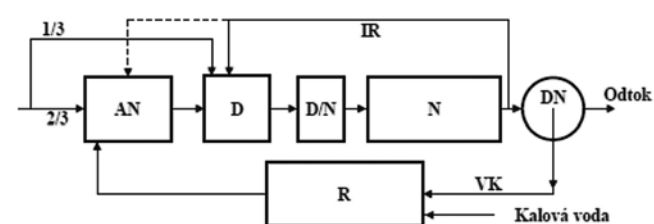
Merané veličiny v aktivácii sú N-NO₃, O₂, nerozpustené látky (NL) merané optickými sondami, N-NH₄, P-PO₄ merané analyzátormi a online merania sušiny v kaloch, z ktorých je dôležité hlavne meranie sušiny zmesného kalu, podľa ktorého sa riadi odber kalu do VN. Na ČOV je nasadený optimalizačný systém WTOS, konkrétne moduly N/DN na riadenie fáz prevzdušňovania na základe koncentrácií foriem dusíka, P-RTC modul na riadenie dávky koagulantu, SRT-RTC na riadenie veku kalu a odčerpávanie prebytočného kalu.

V rámci skúšobnej prevádzky bol riešený problém s dodávkou úžitkovej vody potrebnej pre prevádzku zahusťovania kalu, ktorý komplikoval znižovanie koncentrácie kalu v systéme. Problém bol vyriešený až preložením čerpadiel AT stanice do čerpaciej stanice vratného kalu, takže sanie sa skrátilo z viac ako 100m na 10 – 15m a odvtedy je dodávka prevádzkovej vody spoľahlivá.

ČOV NOVÉ MESTO NAD VÁHOM

ČOV Nové Mesto nad Váhom čistí OV privádzané jednotnou kanalizáciou z Nového Mesta nad Váhom.

Rekonštruovaná mechanicko-biologická ČOV s odstraňovaním nutričov a anaeróbnou stabilizáciou prebytočného kalu je realizovaná pre 30 000 EO a Q₂₄ 100 l/s.



Obr. 2 Schéma biologickej linky ČOV Nové Mesto nad Váhom

Odpadová voda je privádzaná cez novú odlahčovaciu komoru, vybavenú normou stenou na zachytávanie plávajúcich mechanických nečistôt, na hrubé prečistenie, ktoré zahŕňa lapač štrku s ťažiacim zariadením a hrubé strojne stierané hrablice. Pri hrubom predčistení je umiestnená stanica pre príjem zväzovaných odpadových vôd zo žump. Na mechanické predčistenie je OV čerpaná vstupnou ČS (závitkové čerpadlá, 600 l/s). Mechanické predčistenie je zabezpečené dvojicou jemných strojne stieraných hrabíc, doplnených zariadením na lisovanie a prepieranie zhrabkov a pozdĺžnym hydraulicky miešaným dvojkomorovým lapačom piesku a tukov, doplneným o pračku piesku. Za lapačom piesku a tukov sú OV presahujúce 320 l/s odlahčované. Dve linky biologického čistenia sú tvorené aktivačnými nádržami s oddelenou regeneráciou vratného kalu, predradeným anaeróbnym reaktorom, predradenou denitrifikáciou a nitrifikačnou nádržou s internou recirkuláciou kalu (IR) do denitrifikačnej nádrže, s možnosťou navýšenia denitrifikačného objemu presmerovaním IR do anaeróbného reaktora a dvojicou dosadzovacích nádrží. Pre podporu zvýšeného odstraňovania zlúčenín fosforu je inštalovaná stanica simultánneho chemického zrážania fo-



Čistiareň odpadových vôd Nové mesto nad Váhom

sforu. Prebytočný kal je odčerpávaný na mechanické zahustenie a ďalej do vyhnívacej nádrže. Technologická linka nemá primárnu sedimentáciu a všetok substrát pre vyhnívaciu nádrž tvorí prebytočný kal. Vyhnitý kal je následne prepúš-

a nádrž bola ďalej len miešaná. Od toho času klesli odtokové koncentrácie $P-PO_4$ pod $0,5 \text{ mg/l}$ a nebolo potrebné dávkovať koagulant. Pravdepodobne dochádzalo k vnosu rozpusteného kyslíka do anaeróbného reaktora, čo oslabovalo biologické odstraňovanie fosforu. Aj na tejto ČOV je nasadený optimalizačný systém WTOS, konkrétne moduly N/DN na riadenie fáz prevzdušňovania na základe koncentrácií foriem dusíka, P-RTC modul na riadenie dávky koagulantu, SRT-RTC na riadenie veku kalu a odčerpávanie prebytočného kalu a IRC-RTC na riadenie čerpadel internej recirkulácie. Po zavedení WTOS do funkcie bola znížená doba chodu dýchadiel (pozitívny vplyv na spotrebu elektrickej energie), ale bolo nutné opäť začať dávkovanie koagulantu kvôli stúpajúcemu $P-PO_4$ na konci dlhých anoxických fáz. Toto eliminuje zníženie maximálneho času anoxickej fázy, zvýšenie žiadanej hodnoty $P-PO_4$, systém sa dá široko nastavovať.

Začiatkom februára začali problémy s penením vyhnívacej nádrže, ktorá viackrát vypenila na strechu a do bioplynového potrubia. Bolo začaté dávkovanie odpeňovacieho oleja do zahusteného kalu, ale ani vyššie dávky neboli účinné. Sprchovanie hladiny emulziou vody a odpeňovacieho oleja

Tab. 2 Parametre odpadovej vody na ČOV Nové Mesto nad Váhom

koncentrácie (mg/l)	limity p)	2008 (ročný priemer v čase prípravy PD)		04/2015 (realizácia stavby)		02/2016 (začiatok skúšobnej prevádzky)		08/2016	
		prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok
CHSK	110	698,9	46,3	788,5	40,8	715	32,8	1120	39,5
BSK ₅	25	260,6	7,6	352,3	10,8	255	5,6	280	4,6
NL	25	437,3	8,8	506	27	348	4	479,5	2,5
N-NH ₄	12,5	41,3	5,5	70	2,2	41,7	2,7	50,3	3,8
N _c	20	81,1	36,8	105,2	13,9	70,3	8,58	81,5	10,15
P _c	2,5	11,9	3,5	10,9	5,9	8	0,21	11,2	0,8

ťaný do uskladňovacej nádrže, strojne odvodňovaný dekantáčnou odstredivkou a dopravovaný na krytú skládku kalu. Bioplyn z VN je skladovaný v dvojmembránovom plynojeme a môže byť spotrebúvaný v dvoch kotolniach na vyhrievanie vyhnívacej nádrže a prevádzkových budov, dvoch kogeneračných jednotkách, alebo je spaľovaný v horáku zbytkového plynu.

Nábeh novej linky spočíval v spustení kompletného mechanického predčistenia a jednej linky biologického čistenia. Ako inokulum bol použitý obsah pôvodných aktivačných nádrží. Nitrifikácia bola zo začiatku prevádzkovaná s nepretržitou aeráciou a neskôr sa prešlo na prerušovanú aeráciu, najskôr časovo, neskôr s ohľadom na koncentráciu NH_4-N . Po sprevádzkovaní druhej linky a dosiahnutí prevádzkovej koncentrácie kalu bolo uvedené do prevádzky kompletne kalové a plynové hospodárstvo. Pre nábeh VN bol použitý anaeróbný kal z ČOV Piešťany.

Vzhľadom na typ nádrží biologického čistenia majú tieto najväčšie množstvo meraní z našich ČOV. Optické sondy na meranie $N-NO_3$, O_2 , NL a analyzátory $N-NH_4$, $P-PO_4$ v nitrifikácii dopĺňa meranie O_2 v regenerácii, analyzátory $N-NH_4$ v denitrifikácii, a meranie $N-NO_3$ v denitrifikácii. Po určitom čase od spustenia dávkovania koagulantu a jeho riadení od koncentrácie $P-PO_4$ sa aj napriek vysokým dávkam koagulantu nedarilo znížiť koncentráciu na požadovanú úroveň. Preto bola prerušená aerácia v regenerácii vratného kalu

by bolo investične náročné, a tak bolo vyskúšané dávkovanie odpeňovacieho oleja do potrubia malej cirkulácie, ktoré sa ukázalo účinné aj pri pomerne malej dávke odpeňovacieho oleja. Čo sa týka samotnej funkcie VN, zatiaľ nedosahuje projektovanú produkciu bioplynu, ani dostatočnú redukciu organických látok. Vyššia organika v kale tiež sťažuje jeho odvodnenie, resp. zvyšuje spotrebu flokulantu.

ČOV TRENČIANSKA TEPLÁ

ČOV Trenčianska Teplá čistí odpadové vody privádzané jednotnou kanalizáciou z obcí Trenčianska Teplá, Trenčianske Teplice a novou splaškovou kanalizáciou z obce Omšenie.

Rekonštruovaná mechanicko-biologická ČOV s odstraňovaním nutričov a aeróbnou stabilizáciou kalu je realizovaná pre $11\,000 \text{ EO}$ a $Q_{24} \text{ } 60 \text{ l/s}$ (vysoký podiel balastných vôd).

Pred ČOV je umiestnená rekonštruovaná odľahčovacia komora s normou stenou. Mechanické predčistenie je tvorené lapačom štrku s fažiacim zariadením, strojne stieranými rotačnými hrablicami s integrovaným lisom zhrabkov. Pri mechanickom predčistení je situovaná stanica pre príjem zväzovaných odpadových vôd zo žump a plocha na vyprázdňovanie vozidiel čistiach kanalizácie. Za vstupnou ČS OV (430 l/s) sú zaradené vŕové lapače piesku, doplnené o pračku piesku. Vzhľadom na zakladanie objektov a výškové usporiadanie celej linky ČOV, je odpadová voda na biologické

čistenie čerpaná druhou ČS OV. Výkon čerpacej stanice na biologické čistenie je 200 l/s a mechanicky predčistené vody presahujúce tento prietok sú na tomto mieste odľahčované. Dve linky biologického čistenia sú tvorené predradenými anaeróbnymi reaktormi (miešanými hyperboloidnými miešadlami), obehovými aktivačnými nádržami (jemnobublinkové prevzdušnenie a miešanie horizontálnymi miešadlami) a dosadzovacími nádržami. Pre podporu zvýšeného odstraňovania zlúčenín fosforu je inštalovaná stanica simultánneho chemického zrážania fosforu. Prebytočný kal je mechanicky zahustený rotačným zahusťovačom a čerpaný do uskladňovacej nádrže kalu (mechanicky miešanej), z ktorej je dopravovaný cez homogenizačnú nádrž na strojné odvodnenie na dekantačnej odstredivke. Z dôvodu málo vodnatému recipientu Teplička je táto ČOV ako jediná doplnená o terciálne dočistenie v podobe dvojice mikrositových bubnových filtrov.

Realizácia a nábeh ČOV museli byť rozdelené na etapy z dôvodu zachovania prevádzky, dodržania limitov povolených počas výstavby a súčasne z dôvodu nutnosti postupného uvoľňovania priestoru pre nové objekty. Prvá etapa po-



Čistiareň odpadových vôd Trenčianska Teplá

V odtokovom žľabe z aktivačných nádrží sa tvorila na hladine súvislá kalová vrstva. Problém bol vyriešený doplnením prepadu z hladiny na odtokové potrubie (predtým bol odtok OV z dna).

Tab. 3 Parametre odpadovej vody na ČOV Trenčianska Teplá

koncentrácie (mg/l)	limity (p)	2008 (ročný priemer v čase prípravy PD)		07/2015 (realizácia stavby)		06/2016 (začiatok skúšobnej prevádzky)		08/2016	
		prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok
CHSK	80	178,7	25,4	349	26,5	355	30	1085	33
BSK ₅	20	65,3	5,09	159	7,5	105	2,8	285	2,9
NL	20	155,8	5,2	171	12	176	9	875	1,5
N-NH ₄	8	14,4	7,7	14,2	1	22,4	2,8	22,7	2
N _c	15	28,7	16,9	17,8	2	39,7	3,9	69,2	5,2
P _c	2	4,7	2,3	3,57	3,9	3,95	0,9	14,1	1,08

zostávala zo spustenia vstupnej čerpacej stanice, vírových lapačov piesku, provizórneho čerpania odpadovej vody do aktivačných nádrží a jednej dosadzovacej nádrže. Pre absenciu mechanického predčistenia (lapača štrku a jemných hrabíc) boli počas rekonštrukcie osadené v provizórnom prítokovom žľabe ku vstupnej čerpacej stanici aspoň ručne stierané hrablice. V priebehu druhej etapy bol uvedený do prevádzky lapač štrku, jemné hrablice, anaeróbný reaktor, druhá dosadzovacia nádrž a terciálne čistenie. V záverečnej fáze bolo postupne uvedené do prevádzky kompletne kalové hospodárstvo.

Na riadenie procesov v reálnom čase je nasadený optimalizačný systém WTOS, konkrétne moduly N/DN na riadenie fáz prevzdušňovania na základe koncentrácií foriem dusíka, P-RTC modul na riadenie dávky koagulantu a SRT-RTC na riadenie veku kalu a odčerpávania prebytočného kalu.

Absencia mechanického predčistenia v prvej etape nábehu ČOV si vyžiadala po spustení druhej etapy postupné vyčerpávanie a vyčistenie všetkých nádrží od mechanických nečistôt, ktorými boli zanesené. Zhrabky tiež znefunkčnili pračku piesku, ktorá musela byť tiež kompletne vyčistená.

Počas prevádzky sa opakovanne vyskytovalo praskanie hadíc na oplachovanie mikrositových filtrov, ktoré museli byť postupne vymenené.

Ukázala sa potreba zateplenia žľabu strojne stieraných rotačných hrabíc aj napriek garancii výrobcu, že zariadenie je temperované a je vhodné do zimnej prevádzky vo vonkajšom prostredí.

ČOV TRENČIANSKE STANKOVCE

Rekonštruovaná ČOV Trenčianske Stankovce čistí odpadové vody privádzané splaškovou kanalizáciou z obcí Trenčianske Stankovce, Trenčianska Turná, Selec, Veľké Bierovce, Opatovce, OC Laugarício a Tesco. V rámci rekonštrukcie ČOV bola zrušená aj posledná ČS OV na kanalizačnej sieti, slúžiaca ako vstupná čerpacia stanica ČOV, ktorá bola nahradená gravitačnou stokou a vstupnou čerpacou stanicou v areáli ČOV.

Mechanicko-biologická ČOV s aeróbnou stabilizáciou kalu a odstraňovaním nutričov je navrhnutá pre 10 000 EO a Q₂₄ 17 l/s.

Mechanické predčistenie OV je tvorené rotačnými hrablicami s integrovaným lisom zhrabkov s premývaním a pozdĺžnym, vzduchom miešaným lapačom piesku a tukov. Pri lapači piesku je situovaná stanica pre príjem zväzovaných odpadových vôd zo žump. Biologické čistenie pozostáva z dvoch aktivačných liniek s predradenými denitrifikačnými nádržami



Čistiareň odpadových vôd Trenčianske Stankovce

a jednej kruhovej dosadzovacej nádrže. Nitrifikačné nádrže majú jemnobublínkový prevzdušňovací systém a súčasne aj mechanické miešanie vertikálnymi hyperboloidnými miešadlami a internú recirkuláciu kalu. ČOV je vybavená stanicou simultánneho zrážania fosforu.

Prebytočný kal je odčerpávaný do prevzdušňovanej stabilizačnej nádrže. Odtiaľ je gravitačne zahustený kal vedený cez uskladňovaciu nádrž (miešanú a prevzdušňovanú)

a netypické pomery jednotlivých ukazovateľov znečistenia, čím bolo vykazované vysoké zafaženie ČOV. Odber vzoriek bol realizovaný z nátoky do lapača piesku (LP). Po skúšobnom paralelnom odbere vzorky v poslednej šachte pred ČOV, kde boli koncentrácie znečistenia nižšie o cca 30%, bol v 09/2016 upravený prítokový žlab pred hrablicami tak, aby bolo zaistené trvalé vzdutie vody a odberová hadica bola permanentne zaplavená.

Z predchádzajúcich stupňov projektovej dokumentácie (PD) bolo prevzaté riešenie predradenia lapača piesku pred jemné hrablice vo vzťahu k umiestneniu hrabíc do jestvujúceho objektu a nového objektu lapača piesku, ako aj využitiu jestvujúcich prepojovacích žlabov. V procese spracovania realizačnej dokumentácie došlo k prehodnoteniu tohto riešenia a bolo zmenené poradie objektov mechanického predčistenia, t. j. hrablice boli predradené pred LP.

ČOV IVANOVCE

ČOV Ivanovce bola ako jediná postavená na zelenej lúke. Súčasťou Projektu bolo aj vybudovanie splaškovej kanalizácie v 4 napojených obciach.

ČOV Ivanovce je mechanicko-biologická ČOV s odstraňovaním nutričov a aeróbnou stabilizáciou kalu, realizovaná pre 5 200 EO a Q_{24} 9,5 l/s.

Tab. 4 Parametre odpadovej vody na ČOV Trenčianske Stankovce

koncentrácie (mg/l)	limity (p)	2008 (ročný priemer v čase prípravy PD)		09/2015 (realizácia stavby)		05/2016 (začiatok skúšobnej prevádzky)		08/2016	
		prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok
CHSK	120	946,8	51,1	449,5	31,5	1260	43	990	39,5
BSK ₅	25	415	4,7	172	8,5	550	3,7	350	3
NL	25	484,8	12,2	183	10	676	5	520	2,5
N-NH ₄	20	89,1	0,5	79,5	1	78,7	3,7	70,3	3,8
N _c	-	144,5	45,3	103,9	15,4	131,1	8,1	92,4	7,35
P _c	-	14,6	8,6	10,5	13,2	16,4	2,01	20,6	2,91

na dekantačnú odstredivku. Odvodnený kal je umiestnený na krytú skládku kalu.

V rámci rekonštrukcie bola vybudovaná aj nová povodňová čerpacia stanica na ochranu čistiareň a zabezpečenie odtoku vyčistenej odpadovej vody pri povodňových stavoch na Váhu.

Počas rekonštrukcie ČOV, až do zahájenia nábehu novej linky, bola zachovaná prevádzka pôvodnej ČOV (provízorne mechanické predčistenie a združený biologický reaktor).

Do prevádzky bolo najskôr uvedené kompletne mechanické predčistenie, jedna linka biologického čistenia a dosadzovacia nádrž. Ako inokulum sa použil celý objem pôvodnej aktivácie, čo významne skrátilo nábeh biológie. Po zapracovaní jednej linky bola do prevádzky uvedená aj druhá linka biologického čistenia. Po dosiahnutí prevádzkovej koncentrácie kalu začalo odčerpávanie prebytočného kalu do stabilizačnej nádrže a následne do kalovej jamy. Po jeho naplnení bolo sprevádzkované odvodnenie kalu.

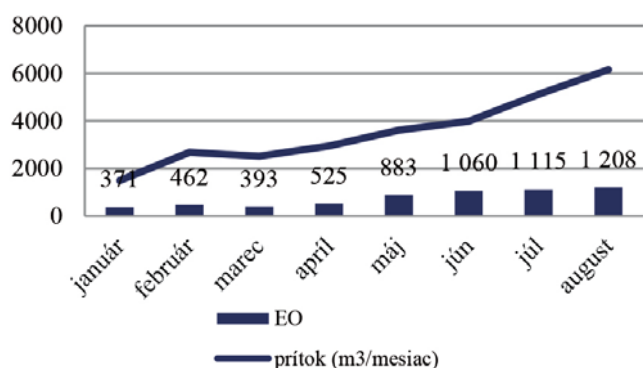
V rámci doterajšej prevádzky bola zaznamenávaná vysoká koncentrácia znečistenia pritekajúcej odpadovej vody

Mechanické predčistenie je tvorené jemnými rotačnými strojnými stieranými hrablicami a vertikálnym lapačom piesku, biologické čistenie pozostáva z dvoch aktivačných liniek s predradenými denitrifikačnými nádržami. Nitrifikačné nádrže majú jemnobublínkový prevzdušňovací systém, internú recirkuláciu kalu a vstavané nerezové kuželové dosadzovacie nádrže s odčerpávaním plávajúcich nečistôt z hladiny. ČOV je vybavená stanicou simultánneho zrážania fosforu. Prebytočný kal je odčerpávaný do kalovej jamy prevzdušňovacieho jemnobublínkovým aeračným systémom a po gravitačnom zahutnení je kal odváňaný na iné naše ČOV.

ČOV bola inokulovaná pri uvedení do prevádzky 40 m³ aktivovaného kalu z ČOV Trenčín pravý breh. Počiatočná koncentrácia kalu 60 ml/l postupne narastala až nad 100 ml/l. V priebehu ďalšej prevádzky ČOV koncentrácia kalu výrazne klesla. Príčinou bolo pravdepodobne pripájanie obyvateľov na novovybudovanú kanalizáciu a prečerpávanie obsahu žump do nej. Proces bol obnovený ďalším dovozom očkovačieho kalu. Odvtedy koncentrácia kalu narastala až na 880 ml/l (03/2106). V marci už začalo odčerpávanie prebytočného kalu do kalovej jamy, čo spolu s odsávaním peny z povrchu

hlavne denitrifikačnej nádrže pomohlo znížiť výrazné flotovanie kalu v biológii.

Od nábehu do súčasnosti je v prevádzke iba jedna linka biologického čistenia a je evidentné, že v dohľadnej dobe zafáženie prítomnými OV nedosiahne potrebu prevádzkovať obe linky. Z dôvodu vyskúšania technologických zariadení aj na druhej biologickej linke počas skúšobnej prevádzky,



Obr. 3 Vývoj prietoku a zafáženia ČOV Ivanovce

Tab. 5 Parametre odpadovej vody na ČOV Ivanovce

koncentrácie (mg/l)	limity (p)	01/2016		04/2016		08/2016	
		prítok	odtok	prítok	odtok	prítok	odtok
CHSK	180	1030	42	695	44	800	39
BSK ₅	37	460	3,8	320	5,2	365	2,5
NL	37	524	5	263	3	343	2
N-NH ₄	30	73,5	2	81,7	1,5	76,7	2,6
N _c	-	114,1	46,4	98,5	13,4	103,6	8,65
P _c	-	27,8	9,4	24,8	16,65	12,75	5,33

bude táto od októbra 2016 uvedená do prevádzky a prvá linka bude z prevádzky odstavená.

K zníženiu hodnôt P_c na odtoku došlo vďaka uvedeniu simultánneho zrážania fosforu do prevádzky.

ČOV Ivanovce je bezobslužná s občasým dohľadom pracovníkov prevádzky ČOV Nové Mesto nad Váhom.

Raz za mesiac prebieha vyhodnotenie skúšobnej prevádzky jednotlivých ČOV a sledovanie priebehu odstraňovania vúd

Poznatky a problémy skúšobnej prevádzky:

- Hrubé hrablice na niektorých ČOV sa pri dažďových udalostiach zasekávali množstvom zhrabkov. Bola nutná úprava hrabíc a výmena prevodovky za účelom zvýšenia výnásacej rýchlosti hrabíc.
- Dlho trvalo ladenie chodu zariadení mechanického predčistenia ako lis na zhrabky s premývaním, pračka piesku (napr. na ČOV NMnV nebola produkcia piesku štyri mesiace po spustení prevádzky).
- Na viacerých ČOV neboli rovnako nastavené prepadové hrany na rozdeľovacích objektoch. Toto spôsobovalo iné zafáženie vodných liniek, čo sa prejavovalo pri dažďových udalostiach v dosadzovacej nádrži (DN).
- Na ČOV Trenčianska Teplá a Trenčín problematické uchytanie horizontálnych miešadiel obehových aktivačných nádrží spôsobuje časté trhanie zdvíhacích laniek.



Čistiareň odpadových vôd Ivanovce

- Na začiatku prevádzky sa vyskytli problémy s trhaním klinových remeňov na takmer všetkých dúchadlách Delta Hybrid, ktoré dodávatelia spoločne vyriešili a odvtedy sa problém nevyskytol.
- Na troch najväčších ČOV bol nábeh prevádzky sprevádzaný tvorbou peny na neprevzdušňovaných sekciách aktivácie. Po nasmerovaní miešadiel a znížení koncentrácie kalu bol problém odstránený.
- Nie celkom vhodné sa ukázalo riešenie niektorých detailov stavebných a technologických dodávok (rebríky vs. schody, odvodnenie kontajnerov a ich napojenie na vnútornú kanalizáciu...)

ZÁVER

- V priebehu realizácie Projektu došlo k zmene prevádzkovateľa infraštruktúrneho majetku – Trenčianske vodárne a kanalizácie, a. s. (TVK, a. s.) sa stali okrem investora aj prevádzkovateľom tohto majetku.
- Realizácia celých ČOV bola náročná z dôvodu nutnosti zachovania prevádzky pôvodných ČOV v čo najväčšom rozsahu.
- V priebehu skúšobnej prevádzky bol zaznamenaný značný rozptyl koncentrácií znečistenia pritekajúcej odpadovej vody a vykazované vysoké zafáženie ČOV (napr. BSK₅ 250 – 800 mg/l).
- Od začatia projektových prác (2007) po uvedenie do prevádzky došlo u niektorých ČOV k zmene kvality pritekajúcej OV vplyvom zmeny štruktúry priemyselných producentov.
- Významným pozitívom všetkých realizovaných ČOV je množstvo meraní veličín technologického procesu, vysoký stupeň automatizácie chodu ČOV. To umožňuje vysokú efektívnosť prevádzky ČOV (nižšia spotreba el. energie a chemikálií) pri súčasnom bezpečnom dodržiavaní odtokových parametrov v zmysle platnej legislatívy.
- Stavbu pripravoval a realizoval skúsený tím odborníkov na strane investora, projektanta, stavebného dozoru a zhotoviteľa, ktorý zúročil svoje skúsenosti z iných obdobných stavieb.
- Foto: archív Trenčianske vodárne a kanalizácie, a. s.**

Zhodnotenie hydrologického roka 2016

RNDr. Peter Škoda, Ing. Soňa Liová, RNDr. Jana Podolinská, PaedDr. Jolana Staňová
Slovenský hydrometeorologický ústav

Anotácia

Zrážky nad dlhodobým normálom a priemerné ročné prietoky boli vo väčšine vodomerných staníc na Slovensku menšie ako dlhodobé priemerné prietoky – situácia, ktorá už v najbližších rokoch nemusí byť výnimočná. Hydrologický rok 2016 je toho názorným príkladom.

ÚVOD

V súčasnosti takmer celý svet rieši problémy s nedostatkom vodných zdrojov, v situácii, keď problém klimatickej zmeny nie je už problémom akademickým, ale aj praktickým. V ostatných rokoch sme svedkami značných výkyvov počasia, s čím súvisia aj extrémne hydrologické situácie. Snažíme sa preto sledovať trendy odtoku a podrobne zhodnotiť režim jednotlivých rokov. Predkladáme predbežné hodnotenie hy-

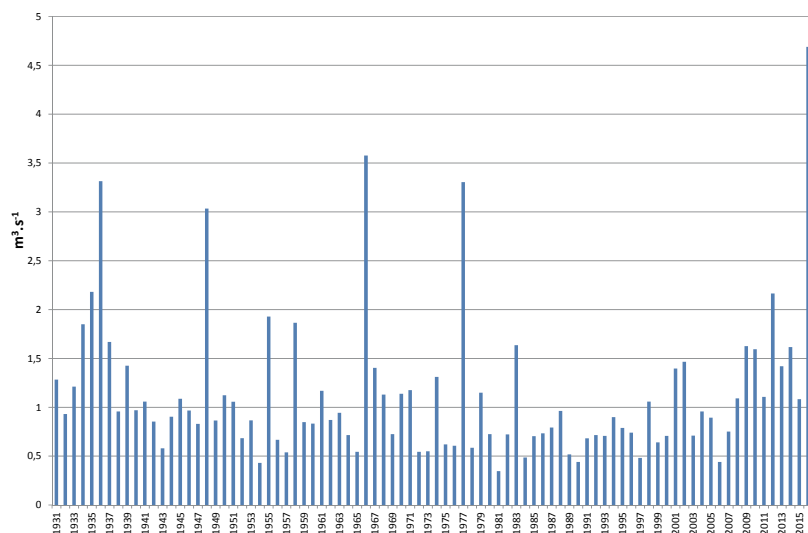
drologického roka 2016 hlavne podľa prietokových údajov vodomerných staníc s dlhými pozorovacími radmi, reprezentujúcich hydrologický režim na celom území Slovenska.

ZRÁŽKY

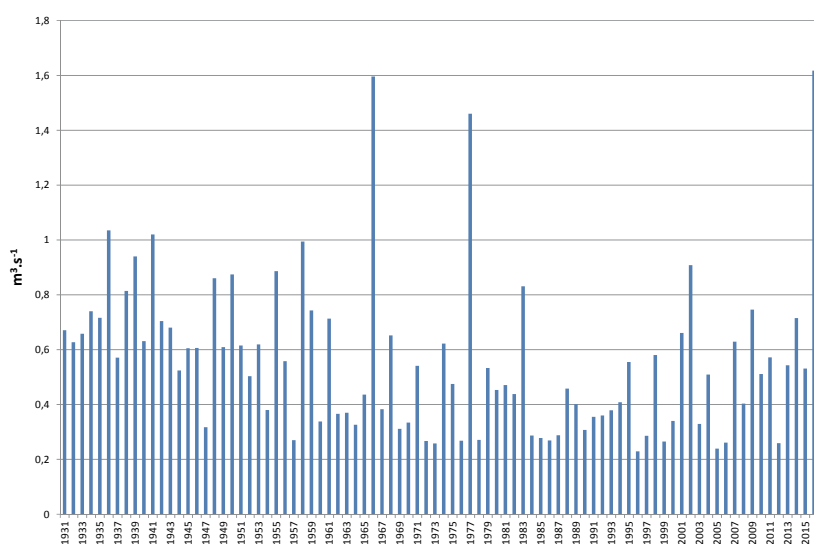
Ročný úhm zrážok dosiahol hodnotu 916 mm, čo je od roku 1931, odkedy vyhodnocujeme hydrologickú bilanciu Slovenska, piata najvyššia hodnota. Podľa hodnotenia klimatickej



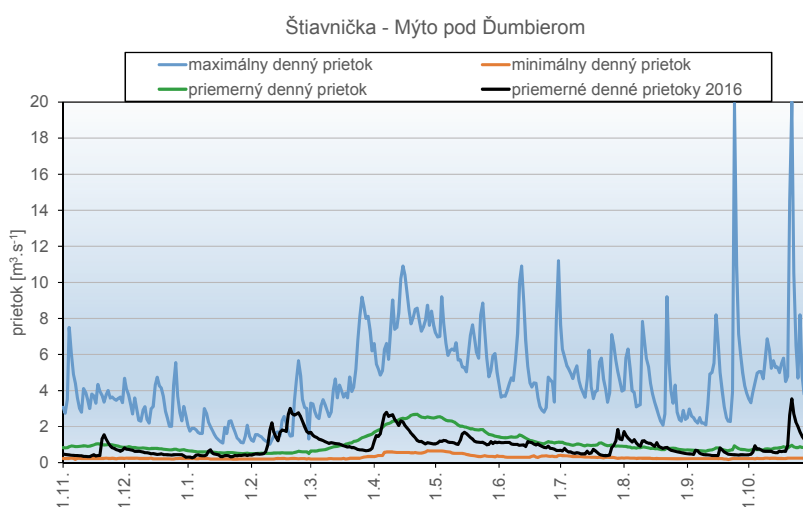
Obec Lúky pri povodni v júli 2016



Rad priemerných mesačných prietokov vo februári vo vodomernej stanici Boca – Kráľova Lehota



Rad priemerných mesačných prietokov vo februári vo vodomernej stanici Štiavnička – Mýto pod Ďumbierom



Priemerné denné prietoky za hydrologický rok 2016 v porovnaní s najväčšími, najmenšími a priemernými prietokmi v jednotlivých dňoch vo vodomernej stanici Štiavnička – Mýto pod Ďumbierom

služby sa hydrologický rok 2016 zaraďuje medzi desať najvodnejších rokov aspoň od roku 1881. Z pohľadu ročného rozdelenia najviac zrážok spadlo v júli (156 mm – 191 %), vo februári (135 mm – 320 %) a v októbri (113 mm – 218 % mesačného normálu). Najmenej zrážok spadlo v decembri 2015 (18 mm – 29 %) a v marci (29 mm – 66 % mesačného normálu). Najvyššie absolútne hodnoty zrážok v roku 2016 boli v horských oblastiach stredného a severného Slovenska, relatívne na východnej polovici Podunajskej nížiny a v oblasti Vysokých Tatier. V júli boli zaznamenané príválové dažde, z ktorých najvýznamnejší bol v obci Dolná Poruba na okraji Strážovských vrchov. Za 30 minút spadlo 91 mm, za hodinu 111 mm a za celý deň 128 mm zrážok.

PIEMERNÉ ROČNÉ PRIETOKY

V hydrologickom roku 2016 hrala, možno viac ako po iné roky, nezanedbateľnú úlohu aj priemerná nadmorská výška povodí a s ňou súvisiace nielen zrážkové, ale aj teplotné pomery. Napr. v čiastkovom povodí Slaná v Dobšinej na Dobšinskom potoku priemerný ročný prietok dosiahol hodnotu 122 % Q_0 a na Blhu v Rimavskej Seči 70 % Q_0 ; v čiastkovom povodí Hornád bola na Hnilci v Stratenej relatívna hodnota priemerného ročného prietoku 117 % Q_0 , kým na Sekčove v Prešove 60 % Q_0 . Okrem uvedených povodí boli priemerné ročné prietoky v hydrologickom roku 2016 väčšie ako dlhodobé priemerné prietoky na hornom Váhu po Oravu, v povodí Dunajca a v povodí Slanej okrem nížinných tokov. Naopak najmenšie relatívne hodnoty v hydrologickom roku 2016 dosiahli priemerné ročné prietoky v povodí Bodrogu, v ktorom neboli väčšie ako 80 % Q_0 . Mimochodom toto povodie z dlhodobého hľadiska vývoja vodnosti považujeme za stredne zraniteľné. Relatívne hodnoty priemerných ročných prietokov boli aj v povodiach Moravy, Dunaja, Malého Dunaja, Hrona a Ipľa, teda v povodiach, ktoré naopak pokladáme za vysoko zraniteľné. Na Dunaji v Bratislave, ktorého viac ako 125-ročný prietokový rad je mimoriadne stabilný, bol priemerný ročný prietok 1965 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, čo je 95 % Q_0 . Samozrejme, že z hydrologického hľadiska jeden rok prevratne nemení povahu hy-

drologického vývoja. V každom prípade hydrologická služba Slovenského hydrometeorologického ústavu systematicky sleduje dynamiku zmien hydrologického režimu, vývoja priemerných a extrémnych prietokov, rozdelenia odtoku v roku a čiar prekročení priemerných denných prietokov.

PRÍEMERNÉ MESAČNÉ PRIETOKY

Napriek tomu, že v roku 2016 spadlo v júli o 20 mm viac zrážok ako vo februári, predovšetkým vďaka malým zásobám snehu v povodiach a vysokej mesačnej teplote najväčší mesačný prietok bol v júli len na Javorinke v Podspádoch. Vo všetkých ostatných povodiach okrem Belej (ďalší vysokohorský tok) a Dunaja, kde najväčšie mesačné prietoky boli v júni, najväčšie mesačné prietoky boli zaznamenané vo februári. S rozdielom zrážok, pri ktorých februárový úhrn bol najvyšší za celú dobu pozorovania, pri priemerných mesačných prietokoch tomu tak nebolo. Február nasledoval po suchej druhej polovici roka 2015, zhodnoteniu ktorej sme sa venovali vo Vodohospodárskom spravodajcovi 9-10/2015. Z dlhodobého hľadiska najvodnejším februárom je február 1966, ktorý nasledoval po pamätnom povodňovom roku a tiež február 1977. Predsa sa však našli vodomerné stanice, v ktorých priemerný mesačný prietok vo februári 2016 je najväčší od roku 1931. Sú to susedné povodia Boca (Kráľova Lehota) a Štiavnička (Mýto pod Ďumbierom).

Najmenšie priemerné mesačné prietoky sa vyskytli začiatkom hydrologického roka v novembri a decembri 2015 a na jeho konci, v septembri a októbri.

Aj keď sa kombináciou nízkych úhrnov zrážok a vysokých teplôt vzduchu vygenerovalo predovšetkým na severovýchode Slovenska výrazné meteorologické sucho, vplyvom nasýtenosti povodí z februárových zrážok a následných výdatných zrážok v júli do hydrologického sucha neprerástlo. Preto sa minimálne prietoky nepriblížili k dlhodobým minimálnym prietokom. V porovnaní s dlhodobými hodnotami M – denných prietokov na tokoch pritekajúcich na územie Slovenska z Ukrajiny na Uhu a Latorici zo septembra, resp. októbra menšie ako 364-denný prietok. Na ostatných tokoch východného Slovenska v povodiach Bodrogu a Hornádu boli minimálne prietoky v rozpätí 355 – 364-denný prietokov. Naopak, v povodiach horného Váhu boli najmenšie denné prietoky v roku 2016 väčšie ako 270-denný prietok.

MAXIMÁLNE PRIETOKY

Rovnaká úvaha ako pri mesačných prietokoch platí aj pre kulminačné prietoky. Výskyt najväčších prietokov sa viaže predovšetkým na mesiac február. Je potrebné dodať, že

februárové povodne boli na celom Slovensku tvorené výlučne tekutými zrážkami, bez vplyvu topenia sa snehovej pokrývky. Najväčšiu významnosť dosiahli maximálne kulminačné prietoky na Turci v povodí Slanej, v Gemerskej Vsi to bola 50-ročná a v Behynciach 20-ročná voda. Na Lehotskom potoku v Novákoch maximálny kulminačný prietok vo februári bol na úrovni 5 – 10-ročného prietoku. Na ostatných tokoch boli kulminačné prietoky na úrovni 2 a menej ročných prietokov. Júlové zrážky vyvolali povodne na Javorinke v Podspádoch, kde bol kulminačný prietok takmer $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na úrovni 10 – 20-ročného prietoku, na Poprade boli kulminačné prietoky na úrovni 1-ročného prietoku. Povodňový prietok v auguste na Vlári v Hornom Srní dosiahol hodnotu 10-ročného prietoku. Na Dunaji v Bratislave bol kulminačný prietok $5499 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, na úrovni 2-ročného prietoku. Ničivé prívalové povodne sa v hydrologickom roku 2016 Slovensku vyhli, aj keď povodne tohto typu sme zaznamenali. V malej obci Lúky (miestna časť obce Divina) spadlo dňa 25.7.2016 97,4 mm zrážok, čo spôsobilo povodňovú vlnu s kulmináciou cca $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, čo je 50-ročný prietok (podľa rekonštrukcie povodne zo dňa 26.7.2016, ktorú vykonali pracovníci SHMÚ). Povodeň spôsobila značné materiálne škody. Zrážky v Dolnej Porube vytvorili povodeň na Teplici v Trenčianskych Tepliciach, ktorej kulminačný prietok sa vplyvom medzipovodia a nádrže Trenčianske Teplice pod Omšením transformoval na 1 – 2-ročný prietok. Najväčšie priemerné denné prietoky nepatria medzi také frekventované charakteristiky, ako napríklad teploty vzduchu. Hydrologická služba má spracované pre vodomerné stanice najväčší, priemerný a najmenší prietok v jednotlivých dňoch (1. november, 2. november, ..., 31. október) za celú dobu vyhodnocovania prietokov. Vo februári 2016 sa na tokoch v centrálnej oblasti Nízkych Tatier v niektorých dňoch niektoré priemerné prietoky stali najväčšími v celých radoch.

ZÁVER

Hydrologický rok 2016 možno označiť za rok, v ktorom sa nevyskytli mimoriadne extrémne hydrologické situácie, či už rozsiahle regionálne, alebo prívalové povodne (okrem uvedených evidovaných), ani významné hydrologické sucho. Bol to rok, v ktorom priemerné mesačné prietoky vo februári sa zaradili medzi najväčšie aj vo vodomerných stanicach s dlhodobými prietokovými radmi. No predovšetkým to bol rok, ktorý sa podľa hodnotenia zrážkových pomerov zaraďuje medzi najvodnejšie, avšak podľa prietokov už tomu tak nie je. Narastajúca teplota vzduchu má vplyv na nepriaznivú hydrologickú bilanciu v nížinných a stredných polohách. S narastajúcou priemernou nadmorskou výškou povodí sa tento negatívny efekt vytráca.

Literatúra

- Škoda, P., Poárová, J., Danáčová, Z., Blaškovičová, L. 2013: Hydrologické hodnotenie leta 2015. In: Vodohospodársky spravodajca 9-10 (58): 2015. s. 4-6. ISSN: 0322-886X
 Šťastný, P., Faško, P., Pecho, J., Labudová, L., Ivaňáková, G., Kajaba, P., Turňa, M., Bochníček, O.: Rok 2016: mimoriadne teplý a veľmi bohatý na atmosférické zrážky. <http://www.shmu.sk/sk/>
 Šipikalová, H., Podolinská, J., Gápelová, V., Kajaba, P.: Zhodnotenie hydrologického roka v povodí Hrona, Ipla a Slanej. Hydrologický seminár, Banská Bystrica, november 2016.

Zhodnotenie hydrologického roka 2016 z pohľadu podzemnej vody

RNDr. Valéria Slivová, PhD., Ing. Eugen Kullman, PhD., RNDr. Zuzana Paľušová
Slovenský Hydrometeorologický Ústav

Hodnotenie podzemnej vody za hydrologický rok 2016 bolo spracované na základe vybraných 125 referenčných, antropogénne neovplyvnených pozorovacích objektov na území Slovenska s operatívnym režimom zberu a spracovania údajov. Predstavujú 8% z celkového počtu objektov štátnej hydrologickej siete podzemnej vody spravovaných Slovenským hydrometeorologickým ústavom a pozostávajú z 86 sond a 39 prameňov, relatívne homogénne umiestnených na celom území Slovenska (obr. 1).

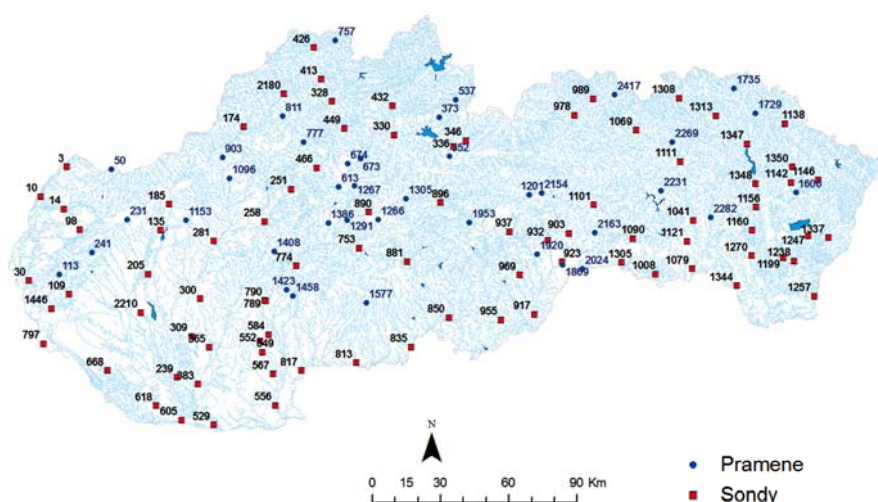
Grafické znázornenie vybraných mapových výstupov je prezentované v súlade s nasledovnou legendou (obr. 2).

Začiatok hydrologického roka 2016, teda mesiac november 2015, patril z hľadiska hodnotenia zrážok (118% zrážkového normálu) medzi normálne mesiace, z hľadiska hodnotenia podzemnej vody a výdatností prameňov ho zaraďujeme k mierne podpriemernému mesiacu. Bol to dôsledok druhej polovice hydrologického roka 2015, mesiace júl 2015 až október 2015 patrili k podpriemerným, resp. mierne podpriemerným mesiacom. Dokonca mesiac september 2015 bol vyhodnotený ako podpriemerný a zároveň najsuchší v období hydrologického roka 2015. Z tohto dôvodu i napriek zrážkovo nadpriemernému mesiacu november 2015 dochádzalo k takmer zanedbateľnému

dopĺňaniu zdrojov a zásob podzemnej vody na území Slovenska medzi koncom hydrologického roka 2015 a začiatkom hydrologického roka 2016.

Zima 2015 / 2016 (december 2015 – január 2016) sa neprejavila výrazne nízkymi teplotami vzduchu, práve naopak, patrila medzi teplé zimy (priemerná odchýlka teploty vzduchu od dlhodobého normálu $T = +3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), o čom svedčí aj absencia snehovej pokrývky v decembri 2015 nielen na nížinách, ale aj v niektorých pohoriach približne až do nadmorskej výšky 1500 m n. m. Preto mesiac december 2015 patril medzi veľmi suché mesiace (34% dlhodobého normálu). Nedostatok zrážok spôsobil ďalší pokles hladiny podzemnej vody a výdatností prameňov a táto, z pohľadu podzemnej vody veľmi nepriaznivá situácia, vyvrcholila v mesiaci január 2016, ktorý zaraďujeme k druhému najsuchšiemu mesiacu hydrologického roka 2016. Hladina podzemnej vody a výdatností prameňov boli nižšie až výrazne nižšie ako je stanovený dlhodobý normál referenčného obdobia a vyskytovali sa v tomto mesiaci na takmer celom Slovensku (obr. 3, červená a žltá farba).

Posledný mesiac zimy 2015 / 2016 – február 2016 bol nadnormálne teplý (priemerná odchýlka teploty vzduchu od dlhodobého normálu $T = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$) a veľmi často sa v jeho priebehu vysky-



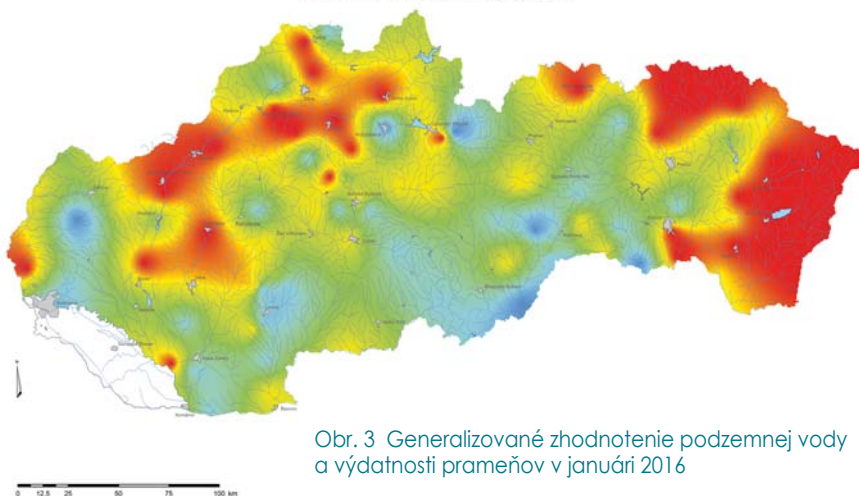
Obr. 1 Lokalizácia hodnotených operatívnych objektov



Obr. 2 Legenda k vybraným mapovým výstupom (obr. 3, 4, 5, 7)

Situačná mapa priestorového mesačného hodnotenia podzemnej vody na Slovensku

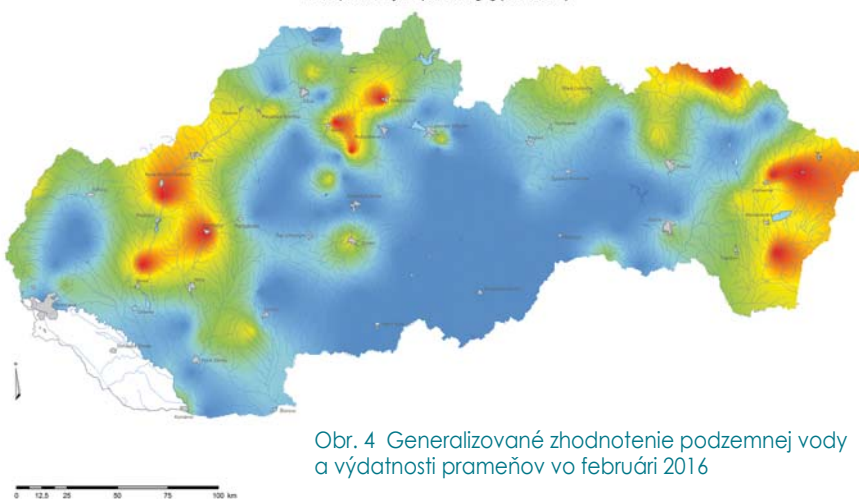
hodnotený mesiac: **január** 2016
 referenčné obdobie: **január** (1981 - 2010)
 metóda priestorovej interpolácie: Kriging (500 x 500 m)



Obr. 3 Generalizované zhodnotenie podzemnej vody a výdatnosti prameňov v januári 2016

Situačná mapa priestorového mesačného hodnotenia podzemnej vody na Slovensku

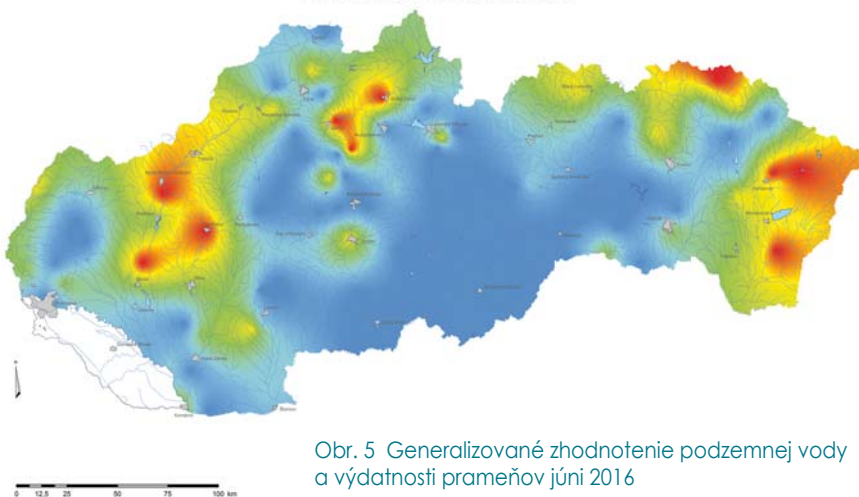
hodnotený mesiac: **február** 2016
 referenčné obdobie: **február** (1981 - 2010)
 metóda priestorovej interpolácie: Kriging (500 x 500 m)



Obr. 4 Generalizované zhodnotenie podzemnej vody a výdatnosti prameňov vo februári 2016

Situačná mapa priestorového mesačného hodnotenia podzemnej vody na Slovensku

hodnotený mesiac: **február** 2016
 referenčné obdobie: **február** (1981 - 2010)
 metóda priestorovej interpolácie: Kriging (500 x 500 m)

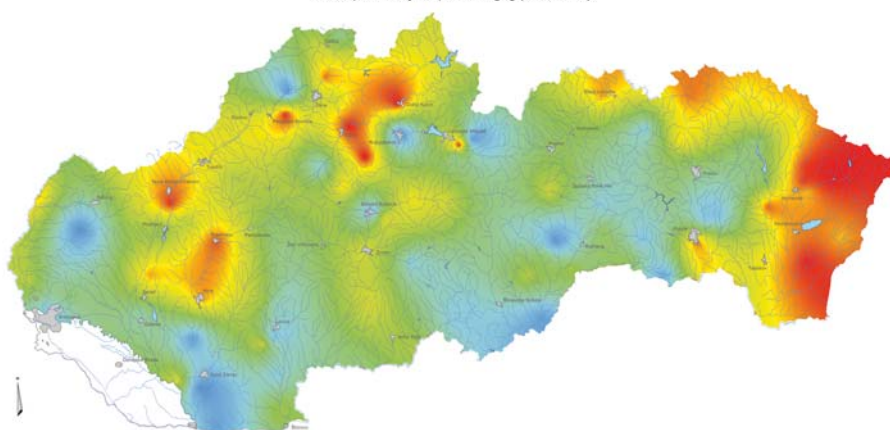


Obr. 5 Generalizované zhodnotenie podzemnej vody a výdatnosti prameňov júni 2016

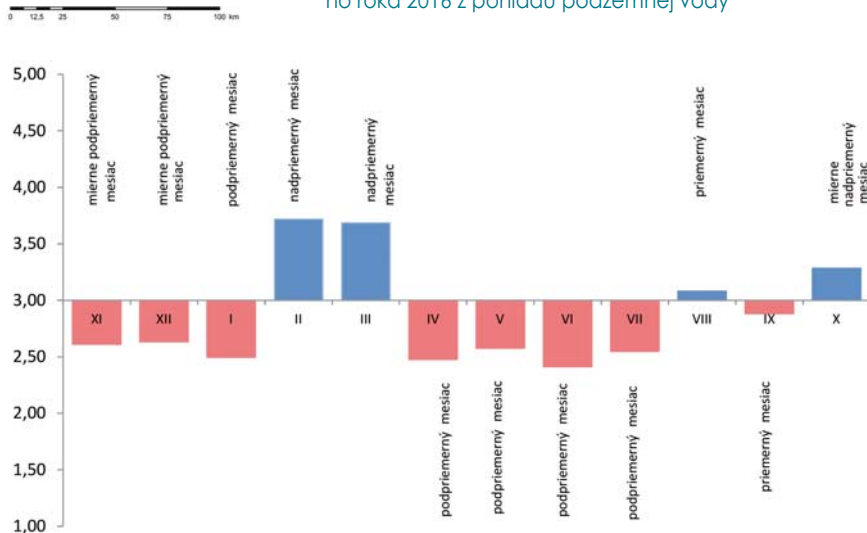
tovali extrémne denné úhrny atmosférických zrážok, pre ktoré tento mesiac radíme z klimatického hľadiska medzi veľmi vlhký (vysoko nadnormálny, 321% dlhodobého normálu). Odozvou na vysoko nadnormálne zrážky bolo aj výrazné dopĺňanie podzemnej vody, čoho priamym dôsledkom bol náhly nárast hladiny podzemnej vody a výdatností prameňov v mesiaci **február, ktorý bol nadpriemerným mesiacom z hľadiska podzemnej vody** a s najväčším doplnením množstiev podzemnej vody za celý hydrologický rok 2016. Doznievanie vplyvu efektívnych zrážok bolo ešte aj v nasledujúcom mesiaci, v marci 2016. Oba tieto mesiace z hľadiska podzemnej vody hodnotíme ako nadpriemerné mesiace, hoci z hľadiska zrážok bol mesiac marec už suchý mesiac (62% dlhodobého normálu). Úroveň hladiny podzemnej vody a výdatností prameňov boli v oboch spomínaných mesiacoch výrazne vyššie, prípadne vyššie ako dlhodobý normál referenčného obdobia takmer na celom Slovensku. Výnimku predstavoval krajný východ, severovýchod, sever, krajný západ a oblasť Váhu (obr. 4). Apríl a máj 2016 patrili z hľadiska hodnotenia zrážok medzi normálne mesiace s hodnotami dlhodobých zrážkových normálov okolo 96% až 107%, ale v rámci hodnotenia podzemnej vody dochádzalo k postupnému pozvoľnému prázdneniu hydrogeologických štruktúr. V rámci nášho hodnotenia ich zaradujeme medzi podpriemerné mesiace, rovnako ako aj nasledujúce letné mesiace, jún a júl. **Jún 2016 je zároveň najsuchším mesiacom tohto hydrologického roka (obr. 5).** Tak ako v iných hodnotených mesiacoch, aj v tomto mesiaci zohrali dôležitú úlohu zrážky a teplota vzduchu. V tomto prípade ich deficit. Mesiac jún 2016 sa klimaticky zaraduje medzi suché mesiace s hodnotou zrážok k dlhodobému normálu na úrovni 72% a priemernou odchýlkou teploty vzduchu $T = +2,7^{\circ}\text{C}$. Opačná situácia z hľadiska zrážok nastala v júli, ktorý bol na zrážky vo svojej druhej polovici bohatý, a preto patril medzi veľmi vlhké mesiace (173% dlhodobého normálu). V podzemnej vode, hoci došlo v mesiaci júl 2016 len k veľmi miernemu nárastu hladiny podzemnej vody a výdatností prameňov, výraz-

Situčná mapa priestorového hodnotenia dopadov sucha na podzemnú vodu Slovenska v hydrologickom roku 2016

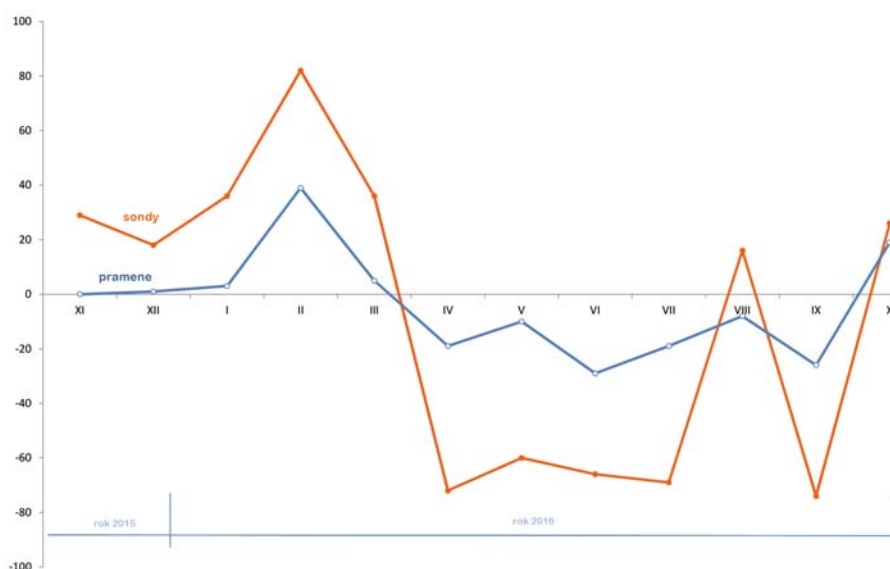
hodnotené obdobie: **hydrologický rok 2016**
 referenčné obdobie: **hydrologické roky** od 1981 do 2010
 metóda priestorovej interpolácie: Kriging (500 x 500 m)



Obr. 6 Hodnotenie jednotlivých mesiacov hydrologického roka 2016 z pohľadu podzemnej vody



Obr. 7 Generalizované zhodnotenie podzemnej vody v hydrologickom roku 2016



Obr. 8 Kumulatívne zobrazenie medzimesačných zmien v objektoch podzemnej vody (nárasty/poklesy hladiny podzemnej vody resp. výdatností prameňov) v hodnotenom hydrologickom roku 2016

nejšie sa táto odozva zrážok prejavila až v nasledujúcom mesiaci, v mesiaci august 2016, ktorý radíme medzi priemerné mesiace z pohľadu podzemnej vody. Hoci aj nasledujúci mesiac september patril medzi priemerné mesiace z hľadiska podzemnej vody, v sondách dochádzalo k miernemu poklesu hladiny (z hľadiska hodnotenia zrážok patrí tento mesiac k normálnym mesiacom na úrovni 81 % dlhodobého normálu). Záver hydrologického roka 2016, teda mesiac október, bol z hľadiska zrážok hodnotený ako veľmi vlhký mesiac (185 % dlhodobého normálu), no z hľadiska podzemnej vody ho zaraďujeme len medzi mierne nadpriemerné mesiace, v ktorých sa hydrogeologické štruktúry len postupne dopĺňali. Tento mesiac bol v poradí tretím najvlhším mesiacom hodnoteného obdobia. Celkové hodnotenie jednotlivých mesiacov hydrologického roka 2016 z pohľadu podzemnej vody dokumentuje prehľadne obrázok 6.

Celkovo môžeme hydrologický rok 2016 z dlhodobého hľadiska vyhodnotiť ako priemerný (obr. 7). Úroveň hladiny podzemnej vody v sondách a výdatností prameňov boli výrazne nižšie ako dlhodobý normál referenčného obdobia len na krajnom východe, v oblastiach horného a stredného Váhu (Orava, Kysuce, Turiec, stredné Považie), dolnej Nitry a na severovýchode v oblasti Šariša a Záhľubie.

Na grafe kumulatívneho hodnotenia medzimesačných zmien na vybraných 125 pozorovacích objektoch je v generalizovanom pohľade zdokumentovaný priebeh dopĺňania a vyprázdňovania hydrogeologických štruktúr v priebehu hodnoteného hydrologického roka 2016 (obr. 8).

Graf poukazuje na prvé výraznejšie dopĺňanie podzemnej vody v mesiaci február, neskôr v mesiaci august a nakoniec na konci hydrologického roka 2016. K výraznejšiemu poklesu hladiny podzemnej vody a výdatností prameňov dochádzalo od marca 2016 v podstate až do júla 2016 a v mesiaci september 2016.

Klimatologické zhodnotenie roka 2016 na Slovensku

Mgr. Jozef Pecho, RNDr. Pavel Faško, CSc. RNDr. Pavel Šťastný, CSc.

Slovenský hydrometeorologický ústav

Anotácia

Klimatologické zhodnotenie roka 2016. Rok 2016 ako celok bol na Slovensku veľmi až mimoriadne teplý a veľmi bohatý na atmosférické zrážky. Zaznamenali sme viacero prípadov s veľmi vysokými dennými a viacdennými úhrnmi zrážok. V teplom polroku sa vyskytli len dve výraznejšie vlny horúčav, a to v druhej polovici júna a na začiatku septembra aj napriek tomu že táto časť roka bola v priemere teplotne výrazne nadnormálna. Meteorologicky významné boli aj ďalšie poveternostné anomálie. K najvýraznejším patrili vlna mrazov v poslednej aprílovej dekáde a relatívne skorý nástup snehovej pokrývky na severnom Slovensku na začiatku októbra 2016.

ÚVOD

Rok 2016 ako celok bol na Slovensku veľmi až mimoriadne teplý a veľmi bohatý na atmosférické zrážky. Zaznamenali sme viac prípadov s vysokými dennými a viacdennými úhrnmi zrážok. V teplom polroku sa vyskytli len dve výraznejšie vlny horúčav, a to v druhej polovici júna a na začiatku septembra aj napriek tomu, že táto časť roka bola v priemere teplotne výrazne nadnormálna. Meteorologicky významné boli aj ďalšie poveternostné anomálie. K najvýraznejším patrili vlna mrazov v poslednej aprílovej dekáde a relatívne skorý nástup snehovej pokrývky na severnom Slovensku na začiatku októbra 2016.

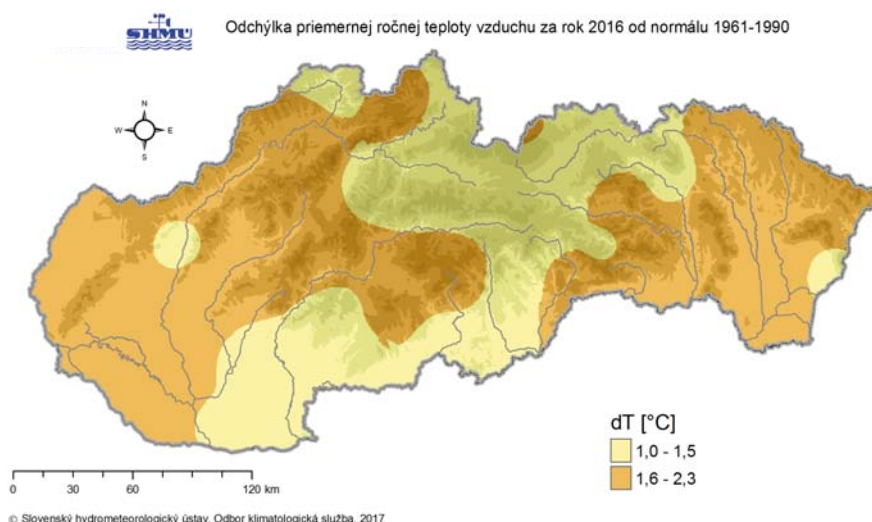
TEPLOTA VZDUCHU

Rok 2016 skončil na väčšine územia Slovenska v porovnaní s klimatickým normálom 1961-1990 ako veľmi až mimoriadne teplý [1]. Priemerná územná odchýlka od normálu 1961 – 1990 bola +1,4 °C (od +1,1 do +1,8 °C; obr. 1). Relatívne teplejšie bolo predovšetkým v západnej polovici Podunajskej nížiny, na Považí a Ponití, v niektorých kotlinách stredného Slovenska a na východnom Slovensku. Rok 2016 sa v historických tabuľkách zaradil ako 7. najteplejší rok aspoň od roku 1931, pričom v Hurbanove ako 8. najteplejší od roku 1901. Z ročných sezón (obr. 2) mala najvyššiu teplotnú odchýlku od normálu zima 2015/16 (v priemere okolo +3,0 °C), ktorú zaradujeme medzi veľmi teplé zimy. V južných oblastiach Slovenska (Hurbanovo) išlo o 4. najteplejšiu zimu aspoň od roku 1901 a tretiu veľmi až mimoriadne teplú zimu za sebou (podobne teplé boli aj zimy 2013/14: +3,5 °C a 2014/15: +2,6 °C). Podobne jar bola veľmi teplá. Za ňou nasledovalo mimoriadne teplé leto 2016 (s odchýlkou od +1,5 do +2,0 °C). Jar skončila ako 11. a leto ako 10. najteplejšie aspoň od roku 1901. Jeseň hodnotíme taktiež ako teplú. Podľa porovnania odchýlky od teplotného normálu, bol relatívne najteplejším mesiacom február (s odchýlkou v priemere +4,8 °C), ktorý skončil ako silne nadnormálny. V jeho druhej polovici bolo zaznamenané denné maximum teploty 20,3 °C v Bratislave, čo predstavuje najvyššiu teplotu nameranú doteraz na Slovensku vo februári. Medzi teplotne silne nadnormálne mesiace minulého roka patrili aj jún (+2,6 °C), júl (+2,1 °C) a september (+2,4 °C). Naopak, relatívne najchladnejším mesiacom bol ok-

tóber, ktorý skončil ako teplotne normálny, avšak so zápornou odchýlkou od normálu 1961 – 1990 (-0,6 °C), podobne aj december (-0,2 °C). Zaujímavé je, že rok 2016 mal o 2 až 7 letných dní viac ako mimoriadne teplý rok 2015. Na druhej strane sme však v roku 2016 zaznamenali výrazne menej tropických dní než v predchádzajúcom roku (približne o 15 až 30 dní menej). V druhej polovici júna sme zaznamenali vlnu horúčav na východnom Slovensku a v prvej polovici septembra sa vlna horúčav vyskytla na západnom a strednom Slovensku. Celkovo teplý ráz jari bol prerušený v poslednej aprílovej dekáde prudkým ochladením, kedy zasiahli väčšinu územia Slovenska mrazy. Tieto mrazy, vzhľadom na pokročilý vývoj vegetácie, spôsobili značné problémy poľnohospodárom. Teplotný rámec minulého roka dotvára prehľad extrémnych teplôt. Najvyššia maximálna denná teplota vzduchu, 36,2 °C, bola nameraná v Holíči 24. júna 2016. Opačné prvenstvo, teda najnižšiu minimálnu teplotu vzduchu, -24,2 °C, sme zaznamenali v Oravskej Lesnej 23. januára. O veľmi teplom charaktere zimy 2015/16 svedčí aj relatívne nižší počet mrazových ($T_{min} < 0$ °C), ľadových ($T_{max} \leq 0$ °C) a arktických dní ($T_{max} \leq -10$ °C) v porovnaní so zimami v období 1981 – 2010. V prípade mrazových dní bol rozdiel najväčší. V kotlinových polohách stredného a východného Slovenska bolo v priemere až o 25 mrazových dní menej. Počet ľadových dní bol v priemere nižší aj o viac ako 15 dní, a to predovšetkým na severnom Slovensku. Arktické dni sa vyskytli prevažne v najvyšších oblastiach Tatier (ojedinele aj na Liptove a Horehroní).

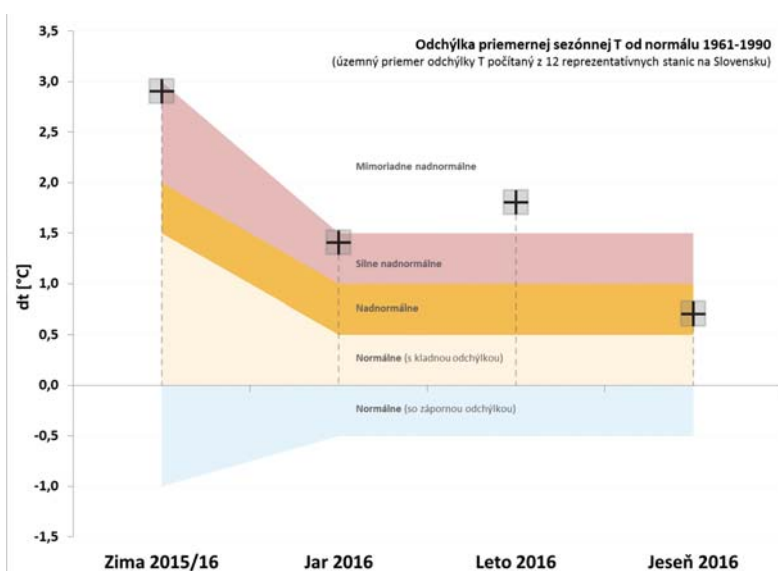
ATMOSFÉRICKÉ ZRÁŽKY A SNEHOVÁ POKRÝVKA

Rok 2016 bol veľmi bohatý na atmosférické zrážky, o čom svedčia vysoké priemerné územné úhrny zrážok. Ročný územný úhrn za rok 2016 (január – december) dosiahol na území Slovenska 895 mm, za hydrologický rok 2016 (od novembra 2015 do októbra 2016) spadlo 890 mm zrážok, čo sú úhrny predstavujúce 120% normálu 1961 – 1990 (8. najdaždivejší rok aspoň od roku 1881; [2]). Z pohľadu sezón, relatívne najviac zrážok spadlo v zime 2015/16, a to až 142 % normálu (200 mm), k čomu najviac prispel zrážkovo extrémne vlhký február 2016 (320% normálu; obr. 3 a 4). Medzi veľmi vlhké mesiace sa zaradili aj október (218 %) a júl (191 %). Naopak, najmenej zrážok spadlo v decembri (57 %), v júni (65%) a v marci (66 %). Kombináciou vysokej teploty vzduchu a nízkych úhrnov zrážok sa na se-

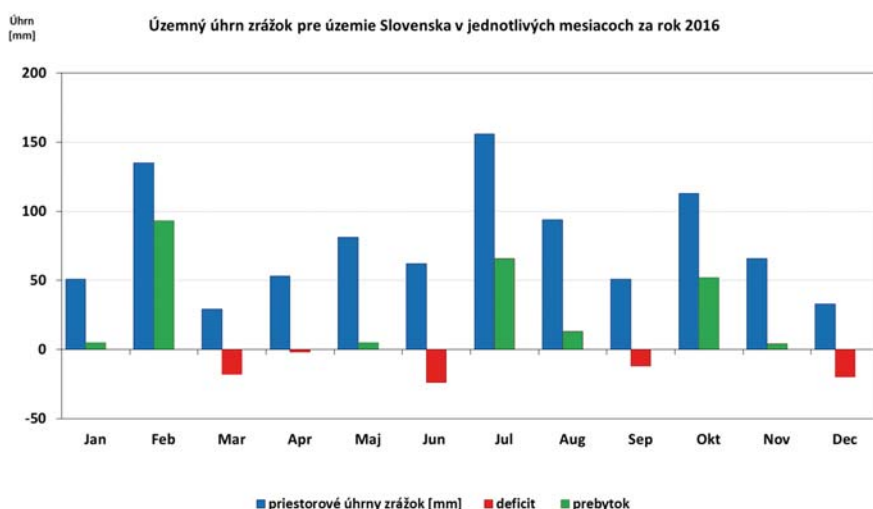


© Slovenský hydrometeorologický ústav, Odbor klimatologická služba, 2017

Obr. 1 Priestorová distribúcia odchýlky priemernej ročnej teploty vzduchu na Slovensku v roku 2016 v porovnaní s normálom 1961 – 1990 (Zdroj: SHMÚ)

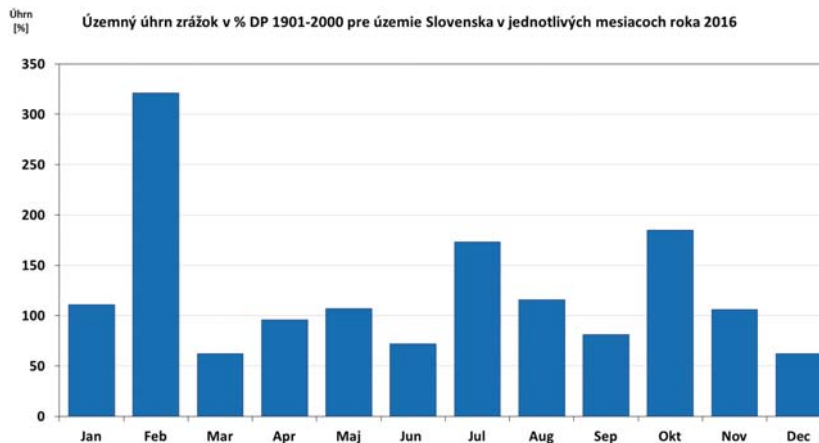


Obr. 2 Priemerná odchýlka sezónnej teploty vzduchu za zimu 2015/16, jar, leto a jeseň 2016 na Slovensku v porovnaní s normálom 1961 – 1990 (Zdroj: SHMÚ)

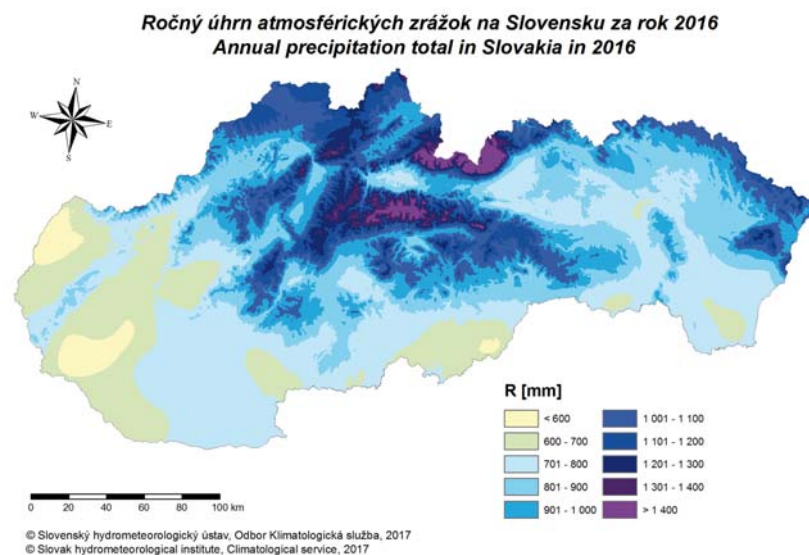


Obr. 3 Mesačný územný úhrn atmosférických zrážok v milimetroch (resp. deficitu a prebytku) na Slovensku v roku 2016 (Zdroj: SHMÚ)

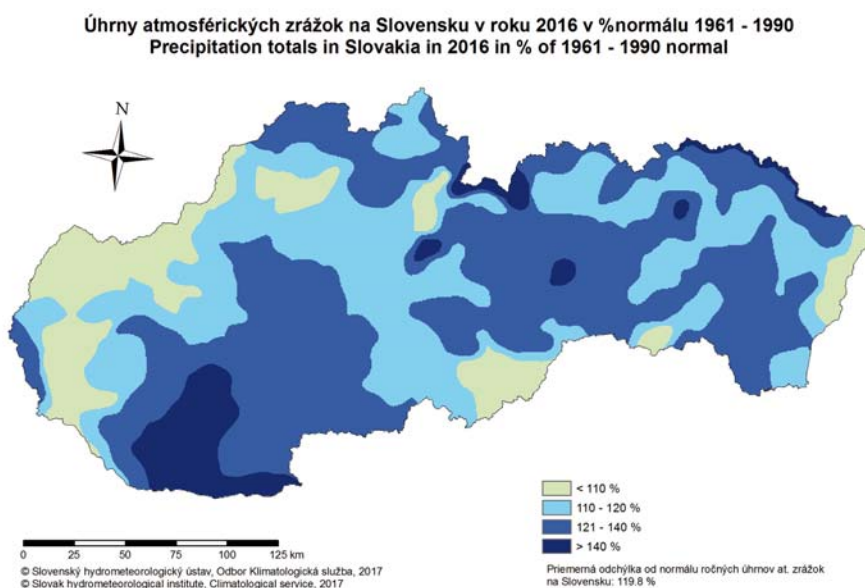
verovýchode Slovenska v druhej polovici júna vyskytlo veľmi intenzívne suchu. Za celý rok 2016 spadlo najviac, vyše 1000mm zrážok (obr. 5), v horských oblastiach stredného a severného Slovenska. V porovnaní s normálom, teda relatívne najväčší ročný prebytok zrážok sme zaznamenali na juhu Slovenska (východná polovica Podunajskej nížiny; 140 – 175%) a oblasti Tatier (>175%; obr. 6). Väčšina týchto zrážok napršala predovšetkým v období od mája do augusta. Sezóna výskytu konvekčných a búrkových javov sa naplno rozvinula na konci jari (máj), a potom predovšetkým v priebehu júla a augusta. V máji 2016 sme na celom území Slovenska zaznamenali až 25 dní s búrkou (v júni potom 24 a júli 25 dní). Posledný deň s búrkou bol zaznamenaný na východnom Slovensku na začiatku novembra (6. 11. 2016). Premennivejší charakter počasia na konci jari a v priebehu leta bol výsledkom kombinácie vysokých teplôt a značnej vlhkosti vzduchu, vďaka ktorej v priebehu dňa dochádzalo k rozvoju kopovitej oblačnosti a búrok, spojenými s lokálnymi a veľmi intenzívnymi lejakmi. Najvyššia intenzita zrážok v roku 2016 bola nameraná dňa 27. 7. 2016 v obci Dolná Poruba. Počas búrky v tejto lokalite spadlo za hodinu 110mm, (za 30 minút až 91 mm). Celodenný úhrn zrážok dosiahol na tejto stanici až 128,0mm. Vysoké 1-hodinové intenzity zrážok boli aj dňa 31. 7. 2016 na stanici Kremnické Bane (79,8 mm/hod.) a dňa 29. 7. 2016 na stanici Revúca (53,2 mm/hod.). Celodenný úhrn vyšší ako 100mm sa vyskytol okrem Dolnej Poruby aj na staniaciach Zverovka 136,0mm (17. 7. 2016), Turček 103,9mm, Kremnica 110,2mm a Kremnické Bane 128,4mm (všetky 31. 7. 2016) a v Revúcej 112,1mm (29. 7. 2016). Zimná sezóna 2015/2016 sa na Slovensku vyznačovala podpriemerným trvaním snehovej pokrývky, podobne ako v predchádzajúcich dvoch rokoch (2013/2014 a 2014/2015). Najmenší počet dní so snehovou pokrývkou mali v sezóne 2015/2016 niektoré miesta na juhu stredného Slovenska, kde sa ojedinele snehová pokrývka udržala aj menej ako 10 dní. Okrem malého počtu dní so snehovou pokrývkou bola zima 2015/16 špecifická aj pomerne nízkou výškou snehovej pokrývky. Výraznejšie začala snehová pokrývka pribúdať až v druhej januárovej dekáde, a to predovšetkým v oblasti stredného a severozápadného Slovenska, kde výška snehovej pokrývky dosiahla okolo 25cm. Ak neberieme do úvahy vysoké horské polohy, v stredných horských polohách bolo naj-



Obr. 4 Mesačný územný úhrn atmosférických zrážok v percentách dlhodobého priemeru 1901 – 2000 na Slovensku v roku 2016 (Zdroj: SHMÚ)



Obr. 5 Ročný úhrn atmosférických zrážok v milimetroch na Slovensku v roku 2016 v mm (Zdroj: SHMÚ)



Obr. 6 Ročný úhrn atmosférických zrážok v percentách normálu 1961-1990 na Slovensku v roku 2016 v mm (Zdroj: SHMÚ)

viac snehu na konci prvej polovice februára, kedy na Donovaloch a Štrbskom Plese snehová pokrývka dosahovala výšku okolo pol metra. Podstatne významnejšia snehová pokrývka sa zatiaľ vytvára v aktuálnej zimnej sezóne 2016/17. V niektorých oblastiach na severnom Slovensku, predovšetkým v Tatrách, sa prvá významná snehová pokrývka vytvorila už začiatkom októbra 2016, kedy napríklad v priebehu 4. októbra pribudlo na Skalnatom plese až 38cm nového snehu. Ďalšie výdatné sneženie sme pozorovali na začiatku decembra, kedy postupoval v severozápadnom prúde cez naše územie ďalej na juhovýchod frontálny systém, ktorý priniesol snehové zrážky hlavne v severnej polovici územia. Na Orave a v Tatrách napadlo 1. decembra miestami aj viac ako 40cm nového snehu. Naopak, na juhu Slovenska bolo snehových zrážok výrazne menej.

KLIMATICKÝ EXTRÉM ROKA: FEBRUÁR 2016

Február 2016 bol na niektorých meteorologických staniciach teplotne a zrážkovo rekordný. Zatiaľ čo sme extrémne vysoké zrážky zaznamenali najmä na juhu Slovenska, teplotné rekordy dominovali skôr v nižších polohách východného Slovenska. Zrážkami bola najviac zasiahnutá východná polovica Podunajskej nížiny, čiastočne aj Ponitrie, ďalej Pohronie, juh stredného a východného Slovenska. V pohoriach sa výrazne prejavovali zosilňujúce vplyvy náveterných efektov. Z pohľadu územných priemerov teploty vzduchu a úhrnu atmosférických zrážok bol február 2016 teplejší ako doposiaľ rekordný február 1966 a bohatší na zrážky ako február 1977. Územný priemer mesačnej teploty vzduchu za február 2016 bol iba o jednu desatinu (3,6 °C) vyšší ako v roku 1966 (3,5 °C). Mimoriadne teplý bol február na Slovensku aj v rokoch 2014, 1974, 1990 a 1995 (všetky nad 2,5 °C). Priestorová hodnota celoslovenského úhrnu zrážok na Slovensku pre mesiac február bola doteraz najvyššia v roku 1977 (94 mm), pričom v roku 2016 to bolo až 133mm (obr. 3).

LITERATÚRA

- [1] Mikulová, K., Šťastný, P., Bochníček, O., Borsányi, P., Čepčková, E., Ondruška, P. 2015: Klimatologické normály teploty vzduchu na Slovensku za obdobie 1961-1990. NKP, 13-II/15, SHMÚ, Bratislava, 2015. 135 s. ISBN 978-80-88907-92-3.
- [2] Mikulová, K., Šťastný, P., Faško, P. 2015: Klimatologické normály atmosférických zrážok na Slovensku za obdobie 1961-1990. NKP, 13-II/15, MŽP SR, SHMÚ, Bratislava, 2015. 640 s. ISBN 978-80-88907-93-0.

XVII. konferencia s medzinárodnou účasťou

PITNÁ VODA**19. – 21. 9. 2017, Kursalon (Kúpeľná dvorana), Trenčianske Teplice****Témy konferencie:**

Právne predpisy v oblasti vodárenstva

Konceptné otázky rozvoja vodárenstva, organizácia a riadenie vodárenských systémov zásobovania pitnou vodou

Technický, technologický a energetický audit

Zdroje vody a ich ochrana

Technológie úpravy vody a skúsenosti z technologických procesov úpravy vody

Doprava vody

Zdravotná bezpečnosť a kvalita pitnej vody

Prezentácia výroby, dodávky a servisu technologických zariadení a výrobkov v oblasti vodárenstva

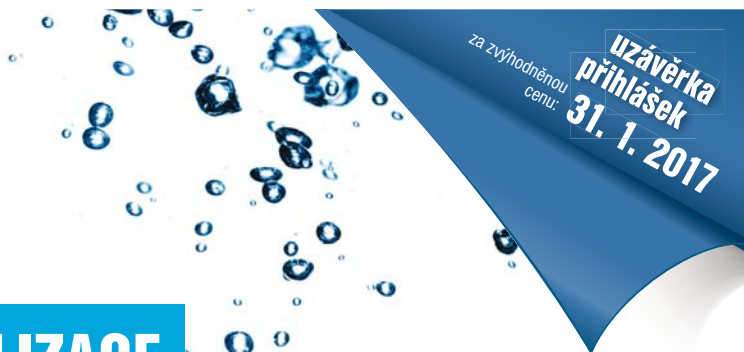
Viac informácií na sekretariáte konferencie:

Ing. Jana Buchlovičová, VodaTím s. r. o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava

mobil: +421 903 268 508; e-mail: buchlovicova@vodatim.sk

Materiál na stiahnutie: www.vodatim.sk

VODOVODY-KANALIZACE

**VODOVODY-KANALIZACE****20.** mezinárodní vodohospodářská výstava
23.–25. 5. 2017**PVA EXPO PRAHA****www.vystava-vod-ka.cz****ZVÝRAZNĚNÁ TÉMATA:**

- Hospodaření s pitnou vodou
- Problematika povodní a sucha
- Hospodaření s dešťovými vodami
- Ochrana vodních zdrojů
- Kvalita vypouštěných odpadních vod (nové technologie, hospodaření s kaly)
- Nové technologie v oboru
- Legislativa, nový Vodní zákon
- Programovací období 2014 – 2020 dotací EU

Pořadatel a odborný garant:



Organizátor:



MANAŽMENT POVODÍ A EXTRÉMNE HYDROLOGICKÉ JAVY

VYHNE, Hotel Siŕno, 10. – 11. októbra 2017

Vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou

TEMATICKÉ OKRUHY KONFERENCIE

- Integrovaný manažment povodí a programy opatrení
- Hydrologické extrémy: modelovanie a predpovedanie
- Technické opatrenia a zelená infraštruktúra

Bližšie informácie na www.vuvh.sk



Fragment z foto Jarná voda, M. Reiterová

10. bienálna konferencia s medzinárodnou účasťou

REKONŠTRUKCIE STOKOVÝCH SIETÍ A ČISTIARNÍ ODPADOVÝCH VÔD

16. – 18. 10. 2017 Podbanské

Viac informácií na: www.vuvh.sk

Kurz vzorkovania podzemných a odpadových vôd

3. – 5. 4. 2017

Hlavné témy:

- Odber vzoriek podzemných vôd
- Odber vzoriek odpadových vôd a kalov

Záväznú prihlášku, na základe ktorej Vám budú zaslané bližšie informácie, prosíme zaslať najneskôr do: **15. 3. 2017**

Viac informácií o kurze a kontaktná osoba pre zasielanie prihlášok:

Mgr. Anna Tlučáková, PhD., Tel. č. 02/59 34 34 61, e-mail: tlucakova@vuvh.sk

Kurz vodohospodárov I. stupňa

22. – 26. 5. 2017

Program:

exkurzia významných slovenských vodohospodárskych objektov / získanie komplexných poznatkov o problematike vodného hospodárstva

Témy:

Hydrológia povrchových a podzemných vôd

Hydraulika vodohospodárskych objektov a zariadení

Hydrochémia a hydrobiológia vôd

Čistenie odpadových vôd a kanalizácia

Úprava vôd a vodovodné siete

Bilancia kvantity a kvality vôd

Legislatíva vodného hospodárstva

Záväznú prihlášku, na základe ktorej Vám budú zaslané bližšie informácie, prosíme zaslať najneskôr do **28. 4. 2017**

Viac informácií o kurze a kontaktná osoba pre zasielanie prihlášok:

Mgr. Anna Tlučáková, PhD., Tel. č. 02/59 34 34 61, e-mail: tlucakova@vuvh.sk

Ing. Josef Hladný, CSc.

Koncom minulého roka 15. decembra 2016 navždy odišiel ďalší spomedzi významných českých hydroológov, Josef Hladný, ktorý bol veľmi dobre známy aj slovenskej hydrologickej obci. S Českým hydrometeorologickým ústavom bol v spojení dlhých 60 rokov. Odborný život Ing. Josefa Hladného bol mimoriadne dynamický, čínorodý a inšpiratívny.

Na pripomenutie uvedieme zopár faktov z jeho životopisu.

Pochádzal z Moravy, narodil sa 3. januára 1932 v Doloplazoch pri Olomouci. Vyštudoval Stavebnú fakultu v Brne a po jej skončení, v roku 1956, nastúpil do Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ).

Josef Hladný prešiel všetkými oblasťami hydrologickej služby. Významný bol jeho príspevok k vzniku hydrologickej predpovednej služby, bol pri zakladaní pobočiek ČHMÚ, ale aj pri zakladaní Hydrofondu – banky hydrologických údajov a informácií. V rokoch 1979 až 1990 pôsobil v ČHMÚ vo funkcii námestníka pre vedu a výskum. Tu, medzi iným prispel aj, k dnes stále žiadanému, prepojeniu meteorológie a hydrologie. Veľmi cenné boli jeho aktivity v príprave študentov a doktorandov univerzitného aj technického smeru a jeho participácia na postgraduálnom vzdelávaní v rámci Medzinárodného hydrologického kurzu UNESCO v Prahe.

Na medzinárodnom poli sa zapájal najmä do programov Svetovej meteorologickej organizácie, v rámci ktorých založil Národné referenčné centrum HOMs. Bol dlhoročným predsedom Národného výboru pre Medzinárodný hydrologický program UNESCO a aktívnym členom Českého národného výboru pre obmedzovanie katastrof. Viac rokov aktívne pracoval v Národnom klimatickom programe. Za dlhoročnú úspešnú prácu v službách ČHMÚ dostal Ing. Josef Hladný najvyššie ústavné ocenenie – Zlatú medailu Antonína Štrnada.

Za dlhodobú konštruktívnu spoluprácu so slovenskými inštitúciami dostal Josef Hladný ďakovný list Slovenského výboru pre hydrologiu, Pamätnú medailu Výskumného ústavu vodného hospodárstva (VÚVH) a Slovenský hydrometeorologický ústav mu udelil striebornú aj zlatú medailu za zásluhy o rozvoj hydrometeorologickej služby.

Radi by sme spomenuli aj niektoré oblasti, v rámci ktorých Josef Hladný veľmi úzko spolupracoval aj so slovenským VÚVH: boli to napr. normy a terminológia, viaceré úlohy štátneho plánu základného výskumu, hydrologické metodiky podporujúce vstupy pre vodné hospodárstvo (napr. presnosť hydrologických charakteristík, hydrologické bilancie, výskum na experimentálnych povodiach, generovanie hydrologických radov). Významná bola napríklad jeho participácia na Hydrologických pomeroch ČSSR, ale tiež dlhoročná organizátorská práca na poli hydrologickom, či už pri Hydrologických dňoch, Národnom klimatickom programe, pri projekte FRIEND alebo v redakčnej rade Vodohospodárskeho časopisu.

Ako jeden z mála českých a slovenských hydroológov bol pri zakladaní Hydrologických dní, ktorých bol aj aktívne účastný. Zvlášť si spomíname na 7. hydrologické dny 2010 v Hradci Králové s témou: „Voda v měnícím se prostředí: Hydrologie v České republice a Slovenské republice na počátku 21. století“, ktoré mal pod svojou taktovkou a v programe tejto konferencie a v záveroch veľmi pregnantne vyjadril to, čo moderná hydrologia a „voda v meniacom sa prostredí“ potrebujú.

Do našej spoločnej histórie hydrologie a vodného hospodárstva za dvadsiate storočie sa k menám Jan Novotný, Jan Smetana, Štefan Bella, Oto Dub, Jaroslav Čábelka, Milan Dzubák určite zapíše aj meno Josef Hladný.

Ukrajinský popularizátor vedy Alexander Petrovič Merkulov svoju knihu o vode nazval Podivuhodná tekutina. Je dobre, keď sa takejto podivuhodnej tekutine venujú obdivuhodní ľudia, ku ktorým bez výhrad patril aj Josef Hladný.

Pepík Hladný bol po celý život dobrým a mimoriadne usilovným človekom, bol verným a veselým kamarátom, zanechal nám významné výsledky dobre vykonanej práce, posolstvo koležiality a priateľstva. Budeme na neho spomínať s láskou a úctou.

Za priateľov a kolegov zo Slovenska

Olga Majerčáková

Ing. Peter Krahulec

Vo veku 86 rokov zomrel 15. 1. 2017 v Bratislave Peter Krahulec. Od roku r. 1960 bol vedúcim pracovníkom Inšpektorátu kúpeľov a žriedel na Ministerstve zdravotníctva v Prahe s pôsobnosťou pre celé Československo. Od 1967 zastával túto funkciu na Ministerstve zdravotníctva v Bratislave až do svojho odchodu do dôchodku v roku 1994.

Peter Krahulec narodil sa 26. 5. 1930 v Modre. V roku 1955 ukončil Slovenskú vysokú školu technickú (SVŠT), Stavebnú fakultu s diplomovou prácou na Katedre zdravotného inžinierstva v Bratislave. Už počas štúdia ho upútal nový predmet Balneotechnika a kúpeľníctvo, ktorý bol v tom čase zaradený do študijných osnov stavebných fakúlt v Československej republike (ČSR). V roku 1960 odchádza na Ministerstvo zdravotníctva do Prahy, kde vzniklo oddelenie pre kúpele. P. Krahulec má zásluhu pri presadzovaní nového právneho princípu delenia a ochrany podzemných vôd a zároveň aj technicky realizoval ochranu priamo v horninovom prostredí. Ním presadzovaná technická ochrana mala interdisciplinárny charakter. Preto spolupracoval, napríklad aj s Katedrami hydrogeológie v Prahe (Prof. O. Hyníe) a neskôr v Bratislave (Prof. L. Melioris).

Možno konštatovať, že celý pracovný život venoval problematike ochrany a rozvoja liečebných kúpeľov a liečebných zdrojov, je zakladateľom a autorom odborného systému ich ochrany a rozvoja, legislatívneho zabezpečenia, ako aj praktickej realizácie. V r. 1977 vydal s kolektívom dvojzväzkové 1500 stránové dielo „Minerálne vody Slovenska“. Jedná sa o jediný komplexný materiál registrácie minerálnych vôd vydaný knižne na Slovensku.

Bol dlhoročným predsedom Balneologickej sekcie slovenskej lekárskej spoločnosti a členom predsedníctva medzinárodnej balneologickej spoločnosti so sídlom v Paríži. Je nositeľom štátneho vyznamenania Za vynikajúcu prácu a Zlatej medaily Slovenskej lekárskej spoločnosti. Intenzívne tiež spolupracoval s Katedrou zdravotného inžinierstva na Stavebnej fakulte Slovenskej technickej univerzity (STU). Bol členom Komisie pre štátne záverečné skúšky, navrhoval témy diplomových a odborných prác. Stavebná fakulta STU ho pri ostatnom životnom jubileu ocenila Plaketou akademika Duba.

Budeš nám chýbať!

Jarmila Božíková, Ľubomír Hyánek

Informácie o nových STN

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava

V januári a februári 2017 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN ISO 7027-1: 2017 (75 7361) Kvalita vody. Stanovenie zákalu. Časť 1: Kvantitatívne metódy

Vydáním STN EN ISO 7027-1: 2017 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN ISO 7027: 2001.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 17294-2: 2017 (75 7478) Kvalita vody. Použitie hmotnostnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou (ICP-MS). Časť 2: Stanovenie vybraných prvkov vrátane izotopov uránu

Vydáním STN EN ISO 17294-2: 2017 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN ISO 17294-2: 2005.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 5667-14: 2017 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 14: Pokyny na zabezpečenie kvality pri odbere vzoriek prírodných vôd a manipulácii s nimi

Norma vyšla v anglickom jazyku, ale v roku 2017 vyjde aj jej preklad do slovenského jazyka.

STN EN 12566-1: 2017 (75 6403) Malé čistiare odpadových vôd do 50 EO. Časť 1: Prefabrikované septiky

Predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12566-1: 2001 zostáva v platnosti do 31. 5. 2018 súbežne s novým vydaním.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 12566-3: 2017 (75 6403) Malé čistiare odpadových vôd do 50 EO. Časť 3: Balené a/alebo na mieste montované čistiare splaškových odpadových vôd

Predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12566-3+A2: 2014 zostáva v platnosti do 31. 5. 2018 súbežne s novým vydaním.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 12566-4: 2017 (75 6403) Malé čistiare odpadových vôd do 50 EO. Časť 4: Septiky budované na mieste z prefabrikovaných prvkov

Predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12566-4: 2008 zostáva v platnosti do 31. 5. 2018 súbežne s novým vydaním.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 12566-6: 2017 (75 6403) Malé čistiare odpadových vôd do 50 EO. Časť 6: Prefabrikované čistiace prvky používané na odtok zo septikových

Predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12566-6: 2013 zostáva v platnosti do 31. 5. 2018 súbežne s novým vydaním.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 12566-7: 2017 (75 6403) Malé čistiare odpadových vôd do 50 EO. Časť 7: Prefabrikované jednotky na terciárne čistenie

Predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12566-7: 2013 zostáva v platnosti do 31. 5. 2018 súbežne s novým vydaním.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 937: 2017 (75 8403) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chlór

Vydáním STN EN 937: 2017 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 937: 2016.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

STN EN 938: 2017 (75 8404) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chloritan sodný

Vydáním STN EN 938: 2017 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 938: 2016.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

STN EN 1420: 2017 (75 8700) Vplyv organických materiálov na pitnú vodu. Stanovenie pachu a posudzovanie chuti vody v potrubných systémoch

Vydáním STN EN 1420: 2017 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 1420: 2016.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

STN EN 15768: 2017 (75 8735) Vplyv materiálov na pitnú vodu. Identifikácia organických látok vyluhovateľných vodou metódou GC-MS

Vydáním STN EN 15768: 2017 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 15768: 2015.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Zmeny noriem:

Zmena Z1: 2017 k STN ISO 14189: 2015 (75 7845) Kvalita vody. Stanovenie *Clostridium perfringens*. Metóda membránovej filtrácie.

Zmena Z1 je zmenou označenia normy, správne označenie teraz platí STN EN ISO 14189 (obsahovo sa norma nemení).



Fragment z foto Jarná voda, M. Reiterová

Ako písať do Vodohospodárskeho spravodajcu

Vaše príspevky nám posielajte v textovom editore Word.

Štandardná dĺžka príspevku je 5 normalizovaných strán, čo zodpovedá cca 1 časopiseckej dvojstrane. (1 normalizovaná strana: cca 34 riadkov. **Okraj:** horný, dolný, pravý, ľavý: 2,5. **Zarovnanie:** do bloku. **Riadkovanie:** 1,5. **Písmo:** Times New Roman, 12 bodov.)

Používajte iba „hladký“ text, t. j. bez preddefinovaných odstavcov, nadpisov, štýlov, záhlavia, zápätia, ap. Pre zvýraznenie niektorých slov a viet možno použiť tučné písmo.

1. Štruktúra príspevku:

- Názov – krátky a výstižný
- Anotácia

Názov a anotáciu (cca. 10 riadkov) dodávajte v slovenskom a anglickom jazyku (v prípade potreby zabezpečíme preklad v redakcii).

- Úvod
- Samotný text (jednotlivé hlavné časti oddelené medzititulkami)
- Závery
- Literatúra

Literatúru uvádzajte na konci príspevku v poradí ako je citovaná v texte (napr. [1] HUCKO, P.: ...).

2. Písanie zoznamu literatúry:

• Kniha

Pitter, P. 2009: *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT Praha 2009. s. 568, ISBN 9788070807019.

• Kapitola v knihe

Melioris, L., Mucha, I. 1986: *Podzemná voda – metódy výskumu a prieskumu*. 1. Vyd. Alfa – SNTL Bratislava, 1986, kap. 8. Hydrogeologický výskum minerálnych a termálnych vôd, s. 303-331, ISBN 87-556-90452.

• Článok v časopise

Bačík, M., Halmo, N., Lichnerová, O., Verčíková, S. 2010: Nová právna úprava ochrany pred povodňami. In: *Vodohospodársky spravodajca*. 2010, roč. 53, č. 3-4, s. 8-12. ISSN 0322-886X.

• Príspevok v zborníku

Hucko, P., Kušnír, P., Shearman, A. 2007: Hodnotenie procesov prebiehajúcich v dnových sedimentoch – ťažké kovy vodného diela Ružín. In: *Sedimenty vodných tokov a nádrží. Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou, Bratislava, Bratislava 16. – 17. mája 2007*. Vyd. Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS pri VÚVH, 2007, s. 169-181, ISBN 978-80-89062-51-5.

• Monografia

Weltonová, J.: *Impresionizmus : Obrazový sprievodca základnými dielami impresionistických maliarov a období, v ktorom sa zrodili*. Prel. Stanislav Kacík. 1. vyd. Bratislava : Perfekt, 1996. 64 s. Umenie z blízka. Prekl. Z angl. orig. Eyewitness Art – The Impressionism. ISBN 80-8046-020-5.

• Časť monografie

Hudec, I. et al.: *Úrazová chirurgia*. 1. vyd. Ilustroval Štefan Chlumecký. Martin: Osveta, 1986, časť C, kap. III. Poranenie chrbtice a miechy, s. 508-579.

• Zdroj z internetu

The European Curriculum vitae. [online], [citované 7.3.2004], Dostupné na internete: <<http://www.cedefop.eu.int/transparency/cv.asp>>

3. Citácie v texte príspevku:

Odkazy na literatúru v príspevku uvádzajte v hranatých zátvorkách [1] atď.

4. Obrázky (t. j. fotografie, grafy, schémy, tabuľky, atď.):

Nevkladajte ich do textu, ale zasielajte originály v samostatných súboroch. V texte vyznačte ich približné umiestnenie.

Odporúčame takéto rozlíšenie pri posielaní obrázkov: celostranový obrázok, A4 (210 × 297 mm) = rozlíšenie 2480x3508 Pixel

½ strany – A5 (148 × 210 mm) = rozlíšenie 1748x2480 Pixel

¼ strany – A6 (105 × 148 mm) = rozlíšenie 1240x1748 Pixel

Pri fotografiách sa snažte o čo najvyššiu kvalitu; najvhodnejší je formát .jpg; rozlíšenie 300 dpi. Tabuľky a grafy dodávajte farebne.

Všetky obrázky označte (očísľujte) a výstižný popis k nim uveďte na konci príspevku.

5. Súčasťou každého príspevku musí byť:

- celé meno a titul autora (autorov)
- úplná adresa pracoviska, telefónne číslo, e-mail
- úplná adresa bydliska
- rodné číslo
- číslo účtu (v prípade, ak chcete zaslať honorár na bankový účet)

Autor tým zároveň dáva súhlas vydavateľovi časopisu – Združeniu zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku – so spracovaním osobných údajov v zmysle zákona č. 428/2002 Z. z. o ochrane osobných údajov.

6. Posielajte nám iba originálne práce:

Ak bol Váš príspevok uverejnený v inej publikácii, alebo odznel na konferencii, seminári, ap., uveďte to na konci príspevku.

O publikovaní jednotlivých príspevkov rozhoduje redakčná rada a v prípade potreby ich postupuje na odborné lektorovanie.

Prosíme Vás o dôsledné dodržiavanie týchto pokynov pre formálnu úpravu príspevkov, ušetríte nám tak mnoho času, ktorý môžeme venovať tvorivejšej práci.

Tešíme sa na spoluprácu s Vami na stránkach Vášho Vodohospodárskeho spravodajcu.

Všetky ďalšie otázky Vám radi zodpovieme telefonicky alebo mailom:

tel.: 02/593 43 322

e-mail: hucko@vuvh.sk, maria.berecova@vuvh.sk

Dodávateľ technologických celkov
čistiarní odpadových vôd a úpravni vôd

envi-pur

ČOV s membránovým bioreaktorom MBR pre zaistenie ešte lepšej kvality vyčistenej vody

Technológia MBR je vhodná

- » Pre objekty v národných parkoch a chránených oblastiach
- » Pre vypúšťanie do podzemných vôd
- » Pre využitie vyčistenej vody ako úžitkovej
- » Pre rekonštrukcie a intenzifikácie ČOV

Výhody technológie MBR

- » Vysoká kvalita vyčistenej vody
- » Takmer nulové koncentrácie nerozp. látok, baktérií a vírusov
- » Nižšie požiadavky na objemy nádrží a zastavanú plochu

Ponúkané ČOV s MBR

- » Domové a kontajnerové ČOV s MBR
- » Kompaktné obecné ČOV s MBR
- » Priemyselné ČOV s MBR



envi-pur

ENVI-PUR.SK, s.r.o.

Obchodná kancelária:
Zvolenská 27
821 09 Bratislava
Slovenská republika

www.envi-pur.sk

Milan Drda, konateľ
telefon: +421 911 897 897
e-mail: info@envi-pur.sk



VodaTím

VodaTím s.r.o.

Zvolenská 27, 821 09 Bratislava
e-mail: vodatim@vodatim.sk
www.vodatim.sk

Bezpečná pitná voda zdravie a ekológia

- » výskum a prieskum vo vodnom hospodárstve
- » odber a analýza vzoriek vody
- » návrh technológie úpravy vody
- » poloprevádzkové a prevádzkové overenie navrhnutých technológií a technologických zariadení na úpravu vody
- » dodávka technologických zariadení
- » prevádzkovanie verejných vodovodov a kanalizácií
- » organizovanie konferencií a seminárov v oblasti pitných vôd
- » činnosť podnikateľských, organizačných a ekonomických poradcov
- » dodávka biodegradovateľných a ekologických výrobkov na čistenie, pranie

KOMPLETNÁ LABORATÓRNA ANALÝZA OD JEDNÉHO DODÁVATEĽA



ANALYZÁTORY

TOC analyzátor QbD1200
+ Autosampler QbD1200



FOTOMETRIA A ELEKTROCHÉMIA

Prenosný paralelný
analyzátor SL1000



TITRÁCIA

Automatický titrátor AT1000

www.sk.hach.com
info-sk@hach.com



Be Right™



Čistiareň odpadových vôd Trenčín