



Vodohospodársky spravodajca 9-10

ročník 59

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie

2016



REG  TRANS-**rittmeier**

KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ



Myšlienka, návrh, projekt



Voda je život, chráňme si ju

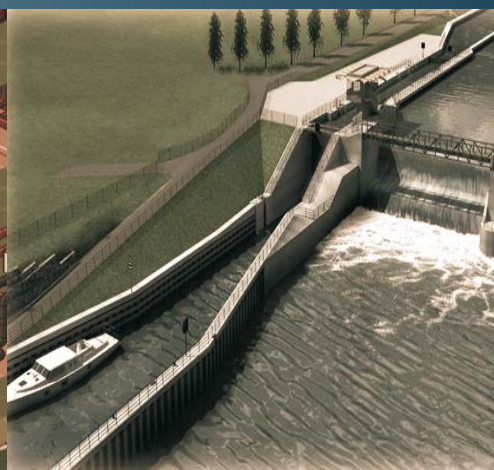
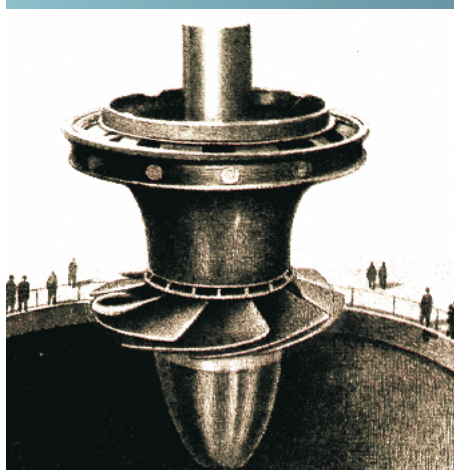
Inžinierska,
projektová
a dodávateľská
spoločnosť
v oblasti merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

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-rittmeier.sk
www.regotrans-rittmeier.sk



Milí vodohospodári,
nachádzame sa v polročnom období, ktoré je pre Slovensko obzvlášť významné. Dôvodom je naše predsedníctvo Rade európskej únie, čo je jednou z najdôležitejších a najnáročnejších úloh vyplývajúcich z členstva v EÚ. Pre slovenskú vládu z toho vyplýva rad povinností, keďže zastupuje vlády všetkých 28 členských štátov, koordinuje politiky Únie a prijíma

právne predpisy. Predsedníctvo v Rade EÚ je celospoločenskú záležitosť dotýkajúca sa všetkých rezortov našej krajiny vrátane životného prostredia, vodné hospodárstvo nevynímajúc. Práve ministerská konferencia „Zlepšenie vodného hospodárstva prostredníctvom integrácie environmentálne vhodných prístupov“ z 11. 7. 2016 za účasti renomovaných „vodných“ autorít a inštitúcií poskytla európsky priestor pre diskusiu o výzvach vodného manažmentu.

Globálne otepľovanie sa v Európe prejavuje nárastom priemernej ročnej teploty vzduchu a zvýšeným výskytom nepriaznivých účinkov povodní a sucha. Uvedomujeme si, že to v budúcnosti môže negatívne ovplyvniť vodnú bilanciю, poľnohospodárstvo, dopravu, energetiku, lesné hospodárstvo a rybníctvo, zvýšiť ohrozenie biodiverzity a ľudského zdravia.

Aj preto sú ciele ohľadom vody na globálnej úrovni zamerané na udržateľný rozvoj. Jedným z hlavných cieľov počas predsedníctva Slovenska je zlepšenie vodného hospodárstva prostredníctvom integrácie environmentálne vhodných prístupov. Našou spoločnou snahou je podstatne zvýšiť efektivitu pri hospodárení s vodou vo všetkých odvetviach, zabezpečiť udržateľný odber a dodávku vody na vyriešenie jej nedostatku a podstatne znížiť počet ľudí, ktorí trpia nedostatkom vody.

Pre naplnenie tohto zámeru existuje celý rad rôznych opatrení, ktoré môžu znížiť negatívny vplyv klimatickej zmeny a tlak na vodné zdroje v Európe. Preferencie sa kladú predovšetkým na preventívne opatrenia, ktoré predchádzajú samotným dôsledkom sucha alebo povodní. Patria medzi nich, napríklad využívanie ekonomických nástrojov, poplatenie vody a meranie jej spotreby, recyklácia odpadovej vody, zvýšenie efektivity vo využívaní vody v domácnostiach, poľnohospodárstve a priemysle, vrátane šírenia povedomia o možnosti úspory vody prostredníctvom vzdelávacích programov a kampaní.

V rámci vodného hospodárstva je rovnako dôležité koordinovať realizáciu legislatívy, ktorá sa týka vody, súvisiacich stratégií a spolupracovať s inými sektormi: poľnohospodárstvom, lesníctvom, energetikou a pod. Scenáre zmeny klímy a jej vplyvu na sociálny a ekonomický rozvoj si vyžadujú plánovanie v dlhodobom horizonte, ktorý presahuje šesťročný plánovací cyklus Rámcovej smernice o vode a Smernice o hodnotení a manažmente povodňových rizík. Jedným z konkrétnych opatrení, ktoré je súčasťou Koncepcie na ochranu vodných zdrojov Európy, sú opatrenia na zadržiavanie vody v krajine: v mestách, na poliach, v lesoch, ako aj revitalizácia mokradí a brehových porastov. Ich rozšírenie ako súčasť zelenej infraštruktúry v plánoch manažmentu povodia a povodňového rizika si popri ostatných technických opatreniach vyžaduje výmenu skúsenosti na rôznych úrovniach.

Vážení kolegovia, máme pred sebou dôležité a náročné úlohy a závery, ktoré chceme postupne naplňovať s veľkou zodpovednosťou. Verím, že v úzkej spolupráci s Vami sa nám to spoločnými silami podarí.

Ing. Norbert Kurilla, PhD.

Štátny tajomník

Ministerstvo životného prostredia

OBSAH – TABLE OF CONTENTS

Kurilla, N. – Úvodník	3
Editorial	
Gajdová, J. – Vodný plán Slovenska	4
Water Plan of Slovakia	
Kušniráková, I. – 50. výročie vzniku Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p.	6
50th Anniversary of the Slovak Water Management Enterprise	
Hoffman, P. – Čistenie vodnej nádrže Ružín na zabezpečenie jej protipovodňovej funkcie odstránením odpadov a nelegálnych skládok z príslušného územia nádrže.	7
Cleaning up the Ružín Water Reservoir in order to assure its flood protection function by disposal of waste and removal of illegal landfills from the adjacent area of the reservoir	
Říhová Ambrožová, J., Strolená, Z. – Mikrobiální kontaminace kabinových a vzduchových filtrů používaných v automobilech	10
Microbial contamination of cabin and air filters used in vehicles	
Murínová, S., Tölgyessy, P., Miháliková, Z., Šimovičová, K. – Vývoj analytickej metódy pre stanovenie polycyklických aromatických uhľovodíkov vo vodných živočíchoch	15
Development of analytical method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons contained in aquatic animals	
Stradiot, P. – Význam lesných ekosystémov a melioračných kanálov pri protipovodňovej ochrane územia	19
Importance of forest ecosystems and land drainage channels in flood protection	
Hrušková, K., Kyselová, D., Trstenský, T., Kolačná, Z., Padúch, F. – Zimná povodeň vo februári 2016 v povodí Hrona, Ipeľ a Slanej	21
Winter flood in the river basins of Hron, Ipeľ and Slaná in February 2016	
Hucko, P. – Hodnotenie kvality sedimentov v nádržiach SR	26
Assessment of sediment quality in the water reservoirs of Slovakia	
Červeň, M. – Kolpašský vodohospodársky systém	33
Water management system in Kolpachy	
Borovská, D. – Informácie o nových STN	37
Information on new Slovak Technical Standards	

Foto na titulnej strane, 3. a 4. strane obálky: zdroj internet

Vodný plán Slovenska

RNDr. Jana Gajdová
VÚVH Bratislava

Kľúčové slová: rámcová smernica o vode, Vodný plán Slovenska, plán manažmentu povodia, správne územie povodia, významný vodohospodársky problém, program opatrení

Anotácia: Vláda Slovenskej republiky dňa 13. januára 2016 schválila Vodný plán Slovenska. Ide o výstup implementačného procesu pri zavádzaní spoločnej vodnej politiky členských štátov Európskej únie v Slovenskej republike, v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 ustanovujúcou rámec pre činnosť Spoločenstva v oblasti vodnej politiky (skrátene nazývanou rámcová smernica o vode/RSV), ako aj v súlade so zákonom o vodách. Vodný plán Slovenska je súhrnný dokument vodného plánovania, ktorý pozostáva z plánov manažmentu čiastkových povodí správneho územia povodia Dunaja a správneho územia povodia Visly.

ÚVOD

V roku 2000 sa v smernici 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (skrátene nazývanej rámcová smernica o vode/RSV) predstavili nové ambiciózne ciele ochrany a obnovy vodných ekosystémov, ktorých napĺňanie je základnou podmienkou dlhodobého udržateľného využívania vody pre ľudí, prírodu a hospodárstvo.

Environmentálne ciele sa stali ústrednou myšlienkou ochrany vodného prostredia a integrovaného prístupu k vodnému hospodárstvu na úrovni povodia. Postupy a spôsoby dosahovania cieľov RSV sú predmetom plánov manažmentu povodí. Prvé plány manažmentu povodí museli byť vypracované, odsúhlasené verejnosťou a schválené do 22. decembra 2009.

V Slovenskej republike bol v rámci prvého plánovacieho cyklu, ktorý končil v roku 2015, vyhotovený Vodný plán Slovenska, ktorého súčasťou sú plán manažmentu správneho územia povodia Dunaja a plán manažmentu správneho územia povodia Visly. Vodný plán Slovenska bol schválený uznesením vlády SR č. 109/2010 dňa 10. februára 2010. Jeho záväzná časť bola vydaná nariadením vlády SR č. 279/2011 Z. z., ktorým sa vyhlasuje záväzná časť Vodného plánu Slovenska obsahujúca program opatrení na dosiahnutie environmentálnych cieľov. Vodný plán Slovenska bol zaslaný Európskej Komisii (EK) dňa 23. apríla 2010.

V zmysle čl. 13 RSV (§ 13 ods. 7 vodného zákona) plány manažmentu povodia

di sa musia prehodnocovať a aktualizovať každých šesť rokov. Na základe tejto požiadavky v rámci druhého plánovacieho cyklu, ktorý končí v roku 2021, bol vypracovaný aktualizovaný Vodný plán Slovenska.

VÝCHODISKÁ PRE AKTUALIZÁCIU VODNÉHO PLÁNU SLOVENSKA

Úroveň Európskej Komisie

Prvé plány manažmentu povodí Európska Komisia v zmysle článku 18 RSV posúdila a vypracovala Správu komisie Európskemu parlamentu a Rade o vykonávaní plánov vodohospodárskeho manažmentu povodia (2012). Z tejto správy vyplýva, že hoci sa očakáva pokrok pri napĺňaní cieľa dosiahnutia dobrého stavu vôd, v prípade významného počtu vodných útvarov sa dobrý stav nepodarí do roku 2015 dosiahnuť. EK vo svojom posúdení identifikovala hlavné prekážky, s ktorými sa členské štáty stretávajú a zdôraznila, že hydromorfologické vplyvy, znečisťovanie a nadmerný odber sú naďalej hlavnými problémami vodného prostredia. Zistenia z tohto posúdenia boli následne zapracované do politických návrhov uvedených v oznámení Komisie Európskemu parlamentu, Rade, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov o Koncepcii na ochranu vodných zdrojov Európy, ako aj do odporúčaní jednotlivým členským štátom EÚ na zlepšenie implementácie a dosiahnutie cieľov RSV v rámci prípravy 2. cyklu plánov manažmentu povodí. Vykonávanie týchto odporúčaní EK sleduje v rámci bilaterálnej spolupráce/rokovaní s jednotlivými členskými štátmi.

Na podporu implementácie a dosiahnutie cieľov RSV v rámci druhého pláno-

vacieho cyklu v roku 2013 bola prijatá Spoločná implementačná stratégia pre rámcovú smernicu o vode (2000/60 ES) a smernicu o povodniach (2007/60 ES), s pracovným programom na obdobie rokov 2013 – 2015 Posilnenie implementácie vodnej politiky EÚ prostredníctvom druhých plánov manažmentu povodí. Tento pracovný program nadväzuje na hodnotenie prvých plánov manažmentu povodí Európskou Komisiou a bol navrhnutý na podporu druhého plánovacieho cyklu a na dosiahnutie cieľov RSV v súlade s Plánmi manažmentu povodňového rizika tak, aby bol v súlade s pracovným programom pre spoločnú implementačnú stratégiu rámcovej smernice o morskej stratégii a implementačnými aktivitami iných s vodou súvisiacich smerníc.

Národná úroveň

V Slovenskej republike na základe dosiahnutého pokroku v realizácii opatrení v rámci prvého plánovacieho cyklu, obsiahnutých v plánoch manažmentu povodí a vo Vodnom pláne Slovenska, možno očakávať pokrok pri napĺňaní cieľa dosiahnutia dobrého stavu vôd, avšak dobrý stav vôd pre všetky útvary povrchových a podzemných vôd sa nepodarí do roku 2015 dosiahnuť. Za účelom odstránenia prekážok obmedzujúcich opatrenia alebo realizáciu opatrení na ochranu vodných zdrojov a ich racionálne/efektívne využívanie, identifikovaných v hodnotiacej Správe komisie Európskemu parlamentu a Rade o vykonávaní plánov vodohospodárskeho manažmentu povodia – členský štát Slovenská republika s dôrazom na prioritné aktivity, ktoré sú priamo spojené s imple-

mentáciou rámcovej smernice o vode, smernice o manažmente povodňových rizík a iných s vodou súvisiacich smerníc, ako aj ďalších tém relevantných pre vodné hospodárstvo SR, bolo potrebné prvé plány manažmentu povodí prehodnotiť a aktualizovať.

VODNÝ PLÁN SLOVENSKA

Vodný plán Slovenska je výstupom druhého cyklu implementačného procesu pri zavádzaní spoločnej vodnej politiky členských štátov EÚ v Slovenskej republike. Je súhrnným dokumentom vodného plánovania, ktorý pozostáva z plánu manažmentu správneho územia povodia Dunaja a plánu manažmentu správneho územia povodia Visly. Hlavným cieľom tohto dokumentu je na základe prehodnotenia a aktualizácie prvých plánov manažmentu povodí a aktuálneho vývoja, s dôrazom kladeným na prioritné aktivity, ktoré sú priamo spojené s implementáciou RSV (zlepšenie implementácie RSV) a iných s vodou súvisiacich smerníc, aktualizovať program opatrení s dôrazom na dosiahnutie pokroku pri napĺňaní cieľov RSV, t. j. dosiahnutie dobrého stavu vôd. Pri aktualizácii plánov manažmentu povodí sa postupovalo v súlade so schváleným vecným a časovým harmonogramom, ktorý bol predmetom pripomienkovania verejnosti v polročnej lehote. Východisková báza údajov pre druhý plánovací cyklus sa vzťahuje na obdobie 2009 – 2012.

VÝZNAMNÉ VODOHOSPODÁRSKE PROBLÉMY

Aktualizovaný program opatrení je navrhovaný vo vzťahu k cieľom k roku 2021, stanoveným na národnej úrovni a úrovni medzinárodného povodia Dunaja. Štruktúra programu opatrení odzrkadľuje významným vodohospodárskym problémom identifikovaným už v rámci prvých plánov manažmentu povodí, ktoré napriek dosiahnutiu určitého pokroku pri ich riešení a dosahovaní stanovených cieľov ostávajú významnými i pre druhé – aktualizované plány manažmentu povodí. Členenie významných vodohospodárskych problémov pre druhý cyklus plánov je nasledovné:

Povrchové vody

- organické znečistenie povrchových vôd
- znečistenie povrchových vôd živinami
- znečistenie povrchových vôd prioritnými látkami a chemickými látkami relevantnými pre SR

- hydromorfologické zmeny na vodných útvaroch

Podzemné vody

- zmena kvality podzemných vôd
- zmena kvantity podzemných vôd

Po roku 2009 boli preskúvané i ďalšie témy, s cieľom zistiť ich význam a relevanciu pre správne územia povodí, ktoré zatiaľ nie sú definované za významné vodohospodárske problémy, ale aktivity pre ich riešenie už prebiehajú alebo sa plánujú. Týka sa to nasledovných tém:

- Integrácia sektoru voda s ostatnými sektorovými politikami
- Invázne druhy
- Nedostatok vody a sucha (indikátory sucha, ekologické prietoky, vodné účty)
- Adaptácia na klimatickú zmenu
- Kvalitatívne a kvantitatívne aspekty manažmentu sedimentov (problematika Dunaja – v rámci spoločného prieskumu Dunaja (JDS2 a JDS3), budú riešené aj v projekte v rámci IC-PDR)

- Otázka jeseterov

Významné vodohospodárske problémy boli predmetom pripomienkovania verejnosti v polročnej lehote.

PROGRAM OPATRENÍ

Program opatrení obsahuje základné opatrenia, potrebné na splnenie iných smerníc/závazkov Slovenskej republiky dohodnutých v rámci prechodných období, zakotvených v Spoločnej pozícii Európskej únie Slovenskej republiky, ktoré RSV zastrešuje a opatrení vyplývajúcich z RSV, potrebných na dosiahnutie dobrého stavu vôd. V prípadoch, keď základné opatrenia nepostačujú na dosiahnutie dobrého stavu vôd obsahuje aj doplnkové opatrenia.

Základné opatrenia

- základné záväzné opatrenia podľa čl. 11 ods. 3(a) RSV, realizáciu ktorých vyžaduje plnenie záväzkov vyplývajúcich z iných smerníc v oblasti vôd, ktoré RSV zastrešuje a ku ktorým sa SR zaviazala v rámci prístupových jednaní. Týka sa to najmä:
 - smernice 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd
 - smernice 91/676/EHS o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov
 - smernice 2010/75/EU o priemyselných emisiách (IPKZ)
 - smernice 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík

(opatrenia z plánov manažmentu povodňových rizík)

- základné opatrenia podľa čl. 11 ods. 3(b) až 3(l) RSV, ktorými sú najmä opatrenia
 - pre aglomerácie pod 2000 EO situované v CHVO Žitný ostrov (PzV-dusíkaté látky)
 - zamerané na elimináciu hydromorfologických zmien
 - na redukovanie znečistenia prioritnými a relevantnými látkami
 - na prieskum, monitorovanie a sanáciu environmentálnych záťaží v súlade so Štátnym programom sanácie environmentálnych záťaží
 - na overenie využiteľných množstiev podzemných vôd – hydrogeologický prieskum nových, perspektívnych a doplnkových zdrojov

Doplnkové opatrenia

- opatrenia z Programu rozvoja verejných kanalizácií (organické znečistenie)
- na redukovanie znečistenia prioritnými látkami a relevantnými látkami
- opatrenia z Programu rozvoja vidieka na obdobie 2014 – 2020 (znečistenie živinami, znečistenie pesticídmi)
- zmierňujúce opatrenia na elimináciu dopadov navrhovaných opatrení na ochranu pred povodňami.

Takto zvolený prístup pri zostavovaní programu opatrení vychádzal zo skutočnosti, že napriek dosiahnutému pokroku pri realizácii programu opatrení v rámci prvého plánovacieho cyklu, dobrý stav vôd do roku 2015 sa vo všetkých vodných útvaroch nepodarí dosiahnuť a tiež na základe odporúčaní viacerých návodov Európskej komisie – navrhovať len “no regret measures” z dôvodu vyhnutia sa zbytočnému preinvestovaniu financií. Z celkového počtu 1510 útvarov povrchovej vody dobrý ekologický stav/potenciál nedosiahlo 660 útvarov povrchovej vody (z toho v správnom území povodia Dunaja 642 útvarov povrchovej vody) a dobrý chemický stav nedosiahlo 37 útvarov povrchovej vody (z toho v správnom území povodia Dunaja 36 útvarov povrchovej vody) a u podzemných vôd z celkového počtu 102 útvarov podzemnej vody dobrý kvantitatívny stav nedosiahli 3 útvary podzemnej vody a dobrý chemický stav nedosiahlo 11 útvarov podzemnej vody (všetky v správnom území povodia Dunaja).

REALIZÁCIA PROGRAMU OPATRENÍ

Opatrenia na dosiahnutie stanovených environmentálnych cieľov pre útvary povrchovej vody a útvary podzemnej vody prijaté v programe opatrení, musia byť realizované do troch rokov od jeho schválenia. V druhom plánovacom období je to do 22. decembra 2018.

Ak bolo pre dosiahnutie stanovených environmentálnych cieľov uplatnené predĺženie lehoty, realizácia opatrení je rozdelená do ďalšieho plánovacieho obdobia v časovom rozpätí do 22. decembra 2024.

O pokroku dosiahnutom pri realizácii plánovaného programu opatrení sa podáva správa Európskej komisii (EK). Termín pre vyhotovenie správy je stanovený na 22. december 2018.

NÁKLADY NA OPATRENIA

Náklady na realizáciu programu opatrení vo vzťahu k požiadavkám RSV na obdobie rokov 2016 – 2021 boli určené odhadom vo výške 1 766,213 mil. Eur.

Z toho náklady na opatrenia vyplývajúce priamo z RSV predstavujú 167,84 mil. Eur (cca 9,5 %).

REGISTER PODROBNEJŠÍCH PLÁNOV

Plány manažmentu povodí v zmysle bodu 8 prílohy VII RSV obsahujú aj zoznam ďalších podrobnejších plánov pre oblasť vôd, ktoré riešia problematiku vôd súvisiacu s plnením ďalších smerníc EÚ (smernica 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík, smernica 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd, smernica 98/83/ES o kvalite vody určenej na ľudskú spotrebu, smernica 2009/28/ES o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie). Sú to:

- Plány manažmentu povodňového rizika
- Plán rozvoja verejných vodovodov a verejných kanalizácií pre územie SR
- Koncepce využitia hydroenergetického

potenciálu vodných tokov SR do roku 2030

ZÁVER

Aktualizovaný Vodný plán Slovenska bol schválený uznesením vlády SR č. 6/2016 zo dňa 13. januára 2016. Schválený Vodný plán Slovenska bol zaslaný EK, ktorá tento dokument vodného plánovania posúdi, a to najmä z hľadiska jeho úplnosti a súladu s RSV. SR po poskytnutí hodnotiacej správy EK bude prípadné pripomienky riešiť v súlade so štandardnými postupmi Európskej komisie.

Organickou súčasťou plánov manažmentu povodí a Vodného plánu Slovenska sú plány manažmentu povodňového rizika, vypracované v súlade s požiadavkami smernice 2007/60/ES Európskeho parlamentu a Rady o hodnotení a manažmente povodňových rizík.

Vodný plán Slovenska je dostupný na webovom sídle: <http://www.vuvh.sk/rsv2/default.aspx?pn=2POVPS>

Zaznamenali sme

50. výročie vzniku Slovenského vodohospodárskeho podniku, š.p.

Ing. Ingrid Kušnieráková

Slovenský vodohospodársky podnik, š.p.



Plaketa

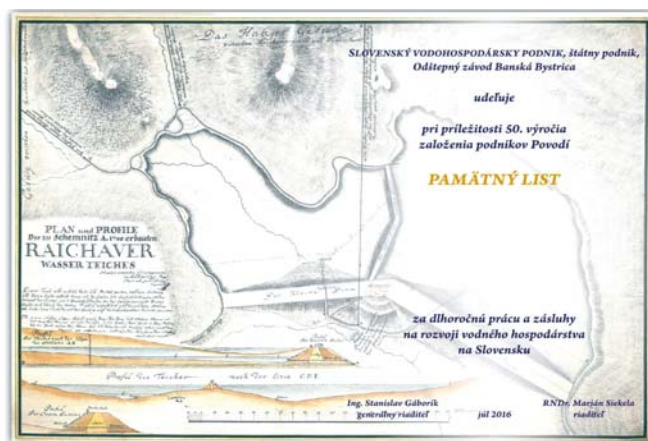
Vznik Slovenského vodohospodárskeho podniku (SVP), š. p., Odštepného závodu (OZ) Banská Bystrica oslávi

li vodohospodári dňa 28. 7. 2016 vo veľkej zasadacej miestnosti bývalého podniku „Povodia Hrona“ v Banskej Bystrici. Podujatie sa konalo pod záštitou vedenia podniku SVP, š. p. a zorganizovalo ho vedenie SVP, š. p. OZ Banská Bystrica.

Slávnostné zhromaždenie pri príležitosti 50. výročia vzniku Podnikov povodí otvoril RNDr. Siekela. Privítal hostí a bývalých i súčasných zamestnancov, ktorí sa výrazne zapísali svojou činnosťou do histórie tohto odštepného závodu. Osobne predstavil aj povereného generálneho riaditeľa SVP, š. p. Ing. Stanislava Gáboríka. Ing. Rybár, technicko-prevádzkový námestník zaujal prítomných príhovorom z dejín vodného hospodárstva a prierezom činností v povodí Hrona, Iplá a Slanej z obdobia ostatných

50 rokov. Prezentáciu sprevádzala projekcia aktivít s obrázkami výstavby vodných stavieb (významné vodárenské nádrže) a rekonštrukcií Banskoštiavnického vodohospodárskeho systému. Pri

bolo ocenenie bývalých i súčasných riaditeľov a zamestnancov podniku. Tridsať „významných vodohospodárov“ bolo odmenených za dlhoročnú prácu i prínos do vodného hospodárstva plakettou



Pamätný list

pomenuli sa významné povodne a protipovodňové opatrenia zrealizované do roku 2015. K najnovším stavbám patria aj opatrenia na spriechodnenie migračných bariér, oživenie starých ramien a spolupráca s maďarskými vodohospodármi pri budovaní biokoridorov na hraničnom úseku Iplá. Súčasťou programu

s motívom prameňa Hrona pod Kráľovou hoľou a grafickým pamätným listom s vyobrazením historického tajchu Richňava.

V príjemnej atmosfére stretnutia si bývalí zamestnanci zaspomínali na ťažké začiatky vo vodnom hospodárstve, ale i na dobré vzťahy, ktoré vznikli počas ich náročnej práce a pretrvávajú dodnes.

Čistenie vodnej nádrže Ružín na zabezpečenie jej protipovodňovej funkcie odstránením odpadov a nelegálnych skládok z príslušného územia nádrže

Peter Hoffman

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Odštepny závod Košice, Správa povodia Hornádu a Bodvy Košice

Vodné dielo Ružín sa nachádza v severovýchodnej časti Slovenského rudohoria. Pozostáva z hlavnej vodnej nádrže Ružín I, ktorej kamenitá sypaná

Výstavba nádrže prebiehala v rokoch 1963 – 1968, uvedená do prevádzky bola v roku 1972. Hlavným dôvodom budovania vodnej nádrže

ťovanie pobrežných pozemkov v rámci celého povodia, kde sa nachádza značný počet obcí. Vzhľadom k tomu, že v týchto obciach vytvárajú nediscipli-



Vodná nádrž Ružín



Detail odpadu na hladine



Detail odpadu na hladine

priehradu je vybudovaná na Hornáde v rkm 70,9 a z vyrovnávacej nádrže Ružín II s betónovou gravitačnou priehradou v rkm 66,3. Celkový objem nádrže Ružín I je 59 mil m³, pričom zatopená plocha dosahuje takmer 4 km². Plocha povodia nádrže je 1 907 km².

Ružín bolo vytvorenie dostatočnej zásoby vody pre priemysel, využitie na výrobu elektrickej energie a v neposlednom rade aj rekreačné účely.

Veľkým problémom sa stalo znečisťovanie vodnej hladiny priplaveným komunálnym odpadom, ako aj znečis-

novaní občania nelegálne skládky, po každom zvýšení hladiny v riekach Hornád a Hnilec dochádza k nekontrolovateľnému transportu odpadov z brehov tokov do vodnej nádrže. Tento jav spôsobuje nespokojnosť občanov hlavne počas letných mesiacov, keď je naj-

väčší záujem o rekreáciu a hromadia sa požiadavky na zabezpečenie čistenia vodnej hladiny a pobrežných pozemkov, ako aj na vykonanie preventívnych opatrení v povodí vodnej nádrže.

Z dôvodu zabezpečenia spokojnosti rekreatantov, ale najmä na zabezpečenie bezporuchovej prevádzky technologických zariadení na vodnej stavbe Ružín Štátny vodohospodársky podnik, š.p. (SVP š. p.), Správa povodia Hornádu a Bodvy zabezpečovala od roku 2006 každoročne jej čistenie.

riadenia vznikol pilotný projekt „Čistenie vodnej nádrže Ružín na zabezpečenie jej protipovodňovej funkcie odstránením odpadov a nelegálnych skládok z príslušného územia nádrže“.

Projekt trval od 20. septembra 2013 do 30. novembra 2015. Vykonávateľom projektu bol SVP š. p., Odštepny závod (OZ) Košice, Správa povodia Hornádu a Bodvy (SPHaB). Do projektu boli zapojené aj obce, ktoré sú v priamom kontakte s vodnou nádržou a to: Margecany, Jaklovce, Malá Lodina a Košická Belá.

val v pilotnom projekte v spolupráci s obcami Margecany a Košická Belá. Práce sa uskutočnili v období od 1. júla do 30. novembra. Na vodnej hladine sme testovali rozprestretie norných stien, ktorými sa zachytával odpad na prítokoch do vodnej nádrže. Celkovo sme vyťažili 852,06 ton odpadu pri finančných nákladoch vo výške 114,2 tis. €.

Za roky 2013 a 2014 sa SVP š. p. podarilo vytvoriť 55 pracovných miest z radov uchádzačov o zamestnanie



Zachytávanie odpadu pomocou nornej steny



Hladina nádrže po povodni



Ťažba odpadu

V rokoch 2006 – 2012 bolo na tento účel vynaložených cca 302 500 €.

V roku 2013, keď už bola situácia s komunálnym odpadom na vodnej hladine vážna, vstúpila do riešenia tejto problematiky vláda SR, ktorá na svojom výjazdovom zasadnutí uložila Ministerstvu životného prostredia SR (MŽP SR) úlohu zabezpečiť čistenie vodnej hladiny. Na základe tohto na-

V roku 2013 SVP š. p., SPHaB Košice v čase trvania projektu od 20. septembra 2013 do 30. novembra 2013, zamestnal na dohodu o pracovnej činnosti 23 zamestnancov. Počas tohto obdobia sme vyzbierali a odstránili 284,05 ton odpadu a náklady predstavovali sumu 55 000 €.

Podobne, ako v roku 2013, aj v roku 2014 SVP š. p. pokračo-

a dlhodobu nezamestnaných, ktorých pracovno-právny vzťah trval 8 mesiacov. Náklady na mzdy a odvody predstavovali 23 420,98 €, náklady na projekt celkovo 169,2 tis. € a spolu sa odviezlo 1 136,11 ton odpadu.

V roku 2015 sa čistenie rozšírilo na celú plochu nádrže. Zber sme uskutočnili pomocou plavidiel a norných stien, odstraňovali sme i náleto-



Zachytávanie odpadu

vé dreviny, spracovali ich štiepkovaním a zabezpečili technické vybavenie na trvalé udržanie čistej hladiny. Zmluvy sme podpísali s obcami Margecany, Jaklovce a Košická Belá. Prijatých bolo 39 zamestnancov na dohody o pracovnej činnosti, pričom nákla-

jektu sa zapojili aj 4 obce. Celkové náklady dosiahli čiastku 520 976,56 €, z toho cez Environmentálny fond bolo uhradených 253 894,13 € a kapitálové výdavky predstavovali čiastku 120 000 €. Z vodnej hladiny a príľah-
lých pozemkov sa podarilo odstrániť

ňovej ochrany, zlepšenie stavu životného prostredia a kvality vody a v neposlednom rade vytvorenie možnosti zamestnania nízko kvalifikovanej pracovnej sily.

V budúcnosti bude potrebné naďalej zvyšovať povedomie občanov nie-



Ťažba odpadu



Ťažba odpadu

dy na nich predstavovali 24 702,15 €. Odstránili sme 1 136 ton odpadu (náklady 231 032,29 €) a zakúpili technické vybavenie v hodnote 120 000 €, ako napríklad traktor s hydraulickou rukou, štiepkovač, člny a pod.

Za celé trojročné obdobie teda SVP š. p. zamestnal spolu 84 zamestnancov, na ktorých boli vynaložené prostriedky vo výške 48 123,13 €. Do pro-

celkovo viac ako 3 000 ton odpadu, čo pri skladbe komunálneho odpadu – plasty – predstavuje asi 700 nákladných vozidiel. Túto činnosť správcu vodnej nádrže každoročne prezentoval v rámci „Dňa otvorených dverí na vodnej stavbe Ružín“ za účasti takmer 1 000 návštevníkov.

Za hlavné prínosy projektu možno považovať zvýšenie protipovod-

len pri odstraňovaní čiernych skládok, ale najmä podporovať aktivitu miest a obcí v povodí nádrže v prevencii pred ich vznikom.

Priebeh a výsledky pilotného projektu priblížil SVP, š. p., širšej verejnosti na výstave v átriu Ministerstva životného prostredia SR, ktorá trvala od 25. 7. do 5. 8. 2016.

Foto: SVP, š. p., OZ Košice

Mikrobiální kontaminace kabinových a vzduchových filtrů používaných v automobilech

doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D. a Ing. Zuzana Strolená

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

Souhrn: Tato práce je zaměřena na záchyt a identifikaci mikroorganismů, tj. bakterií a mikromycet a na zjištění charakteru abiosestonu a následném posouzení bezpečnosti vzduchových a kabinových filtrů automobilů. Celkem bylo hodnoceno 13 vzduchových a kabinových filtrů. Výsledky mikroskopických a mikrobiologických rozborů prokázaly, že ve filtrech nastávají vhodné podmínky pro růst a množení mikroorganismů, které mohou mít škodlivý vliv na lidské zdraví.

Klíčová slova: Vzduchový filtr; kabinový filtr; mikroskopický rozbor; mikrobiologický rozbor.

1. ÚVOD

1.1 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Ve vzduchu se vyskytují částice anorganického anebo organického původu, některé se vyskytují přirozeně (viry, bakterie, mikromycety, pylová zrna) a některé jsou antropogenního původu (cigaretový kouř, kouř ze spalování organických paliv) [1]. Vzduch je znečištěn škodlivými látkami, které pocházejí z velmi širokého spektra zdrojů (přírodních, antropogenních), z nichž nejvýznamnější jsou spalovací procesy, které jsou základem výroby energie, průmyslu a dopravy. Znečištěné ovzduší může mít prokazatelně negativní dopad na lidské zdraví [2]. Kvalita ovzduší ovlivňující lidské zdraví a úroveň znečištění způsobené vypouštěním znečišťujících látek je nastíněna v zákoně o ovzduší č. 201/2012 Sb. [3]. V nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, jsou v příloze č. 7 vyjmenováni biologičtí činitelé. Jedná se o viry, bakterie, mikromycety a parazity, kteří jsou zařazeni do skupin 2, 3, nebo 4 podle jejich nebezpečnosti [4]. Ve vyhlášce č. 6/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb, jsou uvedeny limity výskytu mikroorganismů. Nepřípustný je viditelný nárůst mikromycet na zdech. Dále nesmí být překročena koncentrace 500 kolonií bakterií na 1 m³ vzduchu a 500 kolonií mik-

romycet na 1 m³ vzduchu. V příloze č. 2 jsou uvedeny limity hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu [5]. Dle EUR 14988 – „Kritérium koncentrace směsné populace bakterií a směsné koncentrace plísní v ovzduší obytných místností“, je ovzduší zařazeno do určité kategorie znečištění (velmi nízké, nízké, střední, vysoké, velmi vysoké) podle hodnot počtu kolonií (KTJ) bakterií a mikromycet v 1 m³ ovzduší, tyto hodnoty jsou jen doporučenými hodnotami. Čistý vzduch je také nedílnou součástí při provozu automobilů. Zaprvé je zajištěn přívod čistého vzduchu do kabiny vozidla a zadruhé je zajištěn přívod čistého vzduchu do motoru, kde probíhá spalování paliva. Pokud jde o kvalitu ovzduší v prostředí kabin vozidel, není k dispozici žádný direktivní předpis, které by se touto problematikou blíže zabýval.

1.2 ALERGENY V OVZDUŠÍ

Venkovní alergenů jsou převážně pylová zrna, bakterie a spory mikromycet. Mezi nejčastější zdroje pylových zrn dřevin patří olše, líska, bříza, platan, dub, vrba, jilm a jasan. V našich zeměpisných podmínkách jsou nevýznamnějším pylovým alergenem traviny, např. bojínky, jilek, lipnice a srha; a dále pylová zrna bylin, např. pelyněk, jitrocel, šťovík a kopřiva [6]. Alergeny u citlivých osob mohou způsobit alergickou rinitidu, konjunktivitidu a bronchiální astma [7]. Bakterie se ve vzduchu vyskytují v hojném počtu a jsou původci řady infekčních a jiných onemocnění

ni. Některé bakterie jako jsou např. *Mycobacterium tuberculosis*, *Legionella* sp., mohou být vylučovány fyzickými osobami ve formě kapének a mohou být rovnoměrně rozptýleny v uzavřeném prostředí s cirkulací vzduchu. *Legionella pneumophila* způsobuje legionářskou nemoc, která se projevuje vážným onemocněním plic. Bakterie *Streptococcus pyogenes* mohou způsobovat infekce horních cest dýchacích a kůže, nekrotizující fasciitis a streptokokový syndrom toxického šoku. Některé bakterie jako *Bacillus subtilis* nebo *Pseudomonas aeruginosa* mohou také způsobovat exogenní alergickou alveolitidu. Dále mohou bakterie napadat zažívací trakt, urogenitální trakt, kůži a oční spojivky. Některé bakterie jako jsou *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium difficile*, *Salmonella* sp., *Vibrio cholerae* produkují toxiny, které mohou působit neurotoxicky, cytotoxicky, kardiotoxicky nebo enterotoxicky. Mikromycety mohou negativně ovlivnit zdraví lidí, jelikož jsou původci řady alergických a mykotických onemocnění (povrchové, hluboké a systémové mykózy). Saprofytické druhy produkují značné množství spor, které spolu s mycelií tvoří součást prachu. Citliví jedinci (děti, starší osoby a nemocní) jsou alergizováni spory při vdechování, u jedinců se může objevit astma, senná horečka a alergická bronchopulmonální aspergilóza. Časté jsou případy, kdy saprofytický druh může způsobit mykózu u lidí se sníženou imunitou nebo v důsledku působení jiné choroby, kdy

je ovlivněn imunitní systém jedince (jedná se o tzv. oportunní patogeny). Některé mikromycety jsou schopné produkovat mykotoxiny, které mají mutagenní, teratogenní, karcinogenní či estrogenní účinky a vyvolávají mykotoxikózu (aflatoxikóza, ochratoxikóza, fusáriová mykotoxikóza). Druhy *Aspergillus ochraceus* a *A. melleus* mohou produkovat mykotoxin ochratoxin. Toxikogenní mikromycety mohou také produkovat více mykotoxinů. *Aspergillus flavus* je jedním ze zástupců mikromycet, který produkuje dva mykotoxiny a to aflatoxin a kyselinu cyklopiasonovou [8].

1.3 FILTRACE VZDUCHU

Čistota ovzduší je důležitým faktorem pro ochranu zdraví lidí, v bytových, nebytových prostorech nebo

měna filtru závisí na tom, v jaké lokalitě je vozidlo využíváno. Zda se jedná o průmyslovou zónu, městskou aglomeraci či zemědělskou oblast. Ve znečištěných filtrech mohou probíhat rozkladné procesy, filtrovaný vzduch zapáchá a u cestujících se mohou projevit bolesti hlavy a závratě. Výměna kabinového filtru se doporučuje maximálně do 1 roku expozice, nebo při njetých 15 tisíc km. Pro astmatiky, alergiky, děti, starší osoby a osoby se zdravotními problémy je čistý a bezpečný filtr důležitou ochranou při užívání vozidla [9]. Filtry se vyrábějí v různých konstrukcích a tvarech, filtrační materiály mohou být vyrobeny z celulosových vláken, textilních vláken, syntetických vláken, skleněných mikrovláken, nebo *melblown* obvykle elektrostaticky nabíjených vláken [10].

částice, písek, saze a další látky, které by mohly ovlivnit spalovací proces. U znečištěného filtru mohou znečišťující látky vytvořit s motorovým olejem brusnou pastu, která může poškodit třecí plochy válců, pístů a lopatky kompresorů a turbodmychadel [11]. Pro osobní vozidla se nejčastěji používají skládané částicové filtry, nebo patronové skládané filtry.

2. METODIKA HODNOCENÍ FILTRŮ

Hodnocení mikrobiální kontaminace bylo provedeno u 13 kabinových a vzduchových filtrů (viz tabulka 1) různých typů automobilů. Z každého filtru byly vystřiženy dva proužky filtračního materiálu (o přibližně stejné velikosti, 5 cm × 2,5 cm), které byly následně vloženy do skleněných láhví DURAN GL 45 naplněné 50 ml sterilním fyziolo-

Tab. 1 Přehled typů testovaných kabinových a vzduchových filtrů

Vzorek	Typ filtru/Výrobce/Materiál	Automobil	Doba expozice	Vizuální hodnocení
F1	Vzduchový/f. FRAM/celulosa vlákna	Fiat Punto	6 měsíců	Znečištění prachovými a pískovými částicemi.
F2	Kabinový/f. BOSCH/celulosa vlákna s kombinací aktivního uhlí	Volkswagen	6 let	Znečištění listím, částicemi písku a šterku, chlupy, prachovými částicemi, jehličím, nažkami smetanky lékařské a semeny brízy.
F3	Kabinový/f. PERFLUX/textilní vlákna s kombinací aktivního uhlí	Peugeot	1,5 roku	Znečištění prachovými částicemi.
F4	Vzduchový/f. FILTRON/celulosa vlákna	Peugeot	1,5 roku	Znečištění prachovými částicemi.
F5	Vzduchový/f. UFI FILTERS/celulosa vlákna	Renault Megane	2 roky	Znečištění prachovými částicemi.
F6	Kabinový/f. MEYLE/textilní vlákna s kombinací aktivního uhlí	Octavia	10 let	Znečištění listím, částicemi písku a šterku, chuchvalci prachu, peřím, saze, nažkami smetanky lékařské, semeny brízy a javoru.
F7	Kabinový/f. VISTEON/syntetická vlákna s kombinací aktivního uhlí	Ford Fusion	2 roky	Znečištění částicemi písku a šterku, nažkami smetanky lékařské, semeny brízy, listím a chuchvalci prachu.
F8	Vzduchový/f. FILTRON/celulosa vlákna	Ford Fusion	2 roky	Znečištění listím, chuchvalci prachu, olejem a nažkami smetanky lékařské.
F9	Vzduchový/f. MANN/celulosa vlákna	Citroen Berlingo	6 let	Znečištění jemnými prachovými částicemi.
F10	Kabinový/f. CORTECO/syntetická vlákna s kombinací aktivního uhlí	BMW	6 měsíců	Znečištění chuchvalci prachu, nažkami smetanky lékařské, semeny brízy, částicemi písku a šterku.
F11	Kabinový/f. MANN/syntetická vlákna s kombinací aktivního uhlí	AUDI	1 rok	Znečištění prachovými částicemi, peřím, semeny brízy a částicemi písku a šterku.
F12	Kabinový/f. MAHLE/syntetická vlákna s kombinací aktivního uhlí	BMW	1 rok	Znečištění jemnými prachovými částicemi.
F13	Vzduchový/f. STARLINE/celulosa vlákna	Volvo	2 měsíce	Znečištění jemnými prachovými částicemi.

v automobilech je čistota ovzduší docílena především filtrací za pomoci filtrů vyrobených z tkaninových, celulosových nebo syntetických vláken.

Kabinové filtry zachytávají prachové částice, pylová zrna, oxidy dusíku, ozon, saze, uhlovodíky a další nečistoty obsažené ve vzduchu. U některých vozidel se nachází v interiéru vozu za příhrádkou spolujezdce, nebo pod čelním sklem na straně spolujezdce. Výměna filtru závisí na tom, v jaké lokalitě je vozidlo využíváno. Zda se jedná o průmyslovou zónu, městskou aglomeraci či zemědělskou oblast. Ve znečištěných filtrech mohou probíhat rozkladné procesy, filtrovaný vzduch zapáchá a u cestujících se mohou projevit bolesti hlavy a závratě. Výměna kabinového filtru se doporučuje maximálně do 1 roku expozice, nebo při njetých 15 tisíc km. Pro astmatiky, alergiky, děti, starší osoby a osoby se zdravotními problémy je čistý a bezpečný filtr důležitou ochranou při užívání vozidla [9]. Filtry se vyrábějí v různých konstrukcích a tvarech, filtrační materiály mohou být vyrobeny z celulosových vláken, textilních vláken, syntetických vláken, skleněných mikrovláken, nebo *melblown* obvykle elektrostaticky nabíjených vláken [10].

Vzduchový filtr se nachází pod kapotou v přední části motorového prostoru a filtry čistí vzduch, který následně slouží pro spalování paliva v motoru vozidla. Pro správnou funkci je potřeba filtr měnit každých ujetých 12 tisíc km. Při ujetých 50 tisíc až 80 tisíc km je filtr zanesený a ucpaný. Samozřejmě výměna také závisí na tom, v jakém prostředí je vozidlo využíváno. Ve filtrech se zachytávají pylová zrna, prachové

částice, písek, saze a další látky, které by mohly ovlivnit spalovací proces. U znečištěného filtru mohou znečišťující látky vytvořit s motorovým olejem brusnou pastu, která může poškodit třecí plochy válců, pístů a lopatky kompresorů a turbodmychadel [11]. Pro osobní vozidla se nejčastěji používají skládané částicové filtry, nebo patronové skládané filtry.

Vzorky výluhů byly poté podrobeny mikroskopické analýze, vyhodnoceny porovnáním s odhadovou stupnicí

Tab. 2 Kontaminace filtrů částicemi a mikroorganismy

Vzorek	Mikroskopické hodnocení*	Kultivační stanovení*			
		TB22°C	TB36°C	MIMY/SBA	MIMY/DG
F1	10 %	120·106 KTJ	79·106 KTJ	2500 KTJ	1000 KTJ
F2	20 %	379·106 KTJ	171·106 KTJ	5200 KTJ	19500 KTJ
F3	20 %	58·106 KTJ	69·106 KTJ	4600 KTJ	5600 KTJ
F4	10 %	324·106 KTJ	216·106 KTJ	2700 KTJ	15800 KTJ
F5	20 %	82·106 KTJ	43·106 KTJ	800 KTJ	1600 KTJ
F6	40 %	106 KTJ	18·106 KTJ	0 KTJ	200 KTJ
F7	40 %	127·106 KTJ	84·106 KTJ	1500 KTJ	1000 KTJ
F8	5 %	319·106 KTJ	103·106 KTJ	400 KTJ	100 KTJ
F9	20 %	182·106 KTJ	52·106 KTJ	8200 KTJ	26300 KTJ
F10	40 %	623·106 KTJ	916·106 KTJ	0 KTJ	600 KTJ
F11	10 %	78·106 KTJ	87·106 KTJ	0 KTJ	2200 KTJ
F12	40 %	674·106 KTJ	432·106 KTJ	800 KTJ	4500 KTJ
F13	40 %	616·106 KTJ	74·106 KTJ	5800 KTJ	4200 KTJ

Poznámky k Tabulce 2: AB – abioseston, TB 22 °C – kultivovatelné mikroorganismy při teplotě 22 °C, TB 36 °C – kultivovatelné mikroorganismy při teplotě 36 °C, MIMY/SBA – mikromycety kultivované na Sabouraudově agaru, MIMY/DG – mikromycety kultivované na dichloran glycerolovém médiu, * – komentář a specifikace uvedena blíže v textu.

pokryvnosti v % při 200× zvětšení mikroskopu dle ČSN 75 7713 Kvalita vod – Biologický rozbor – Stanovení abiosestonu [12]. Současně byly u vzorků provedeny mikrobiologické analýzy. Pro orientaci toho, jaké druhy mikroorganismů jsou přítomny na/v filtračních materiálech byly provedeny mikrobiologické rozborů pro stanovení koliformních bakterií, termotolerantních koliformních bakterií a *Escherichia coli*, intestinálních enterokoků, *Pseudomonas aeruginosa*, koagulázopozitivních stafylokoků a *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, kultivovatelných mikroorganismů při teplotě 22 °C a 36 °C, mikromycet a kvasinek. Pro výsledné stanovení kontaminace filtrů byly vybrány takové ukazatele, které má smysl stanovit ve všech vzorcích a které nikoli. V tomto případě byla konečná kultivace zaměřena na stanovení celkového počtu aerobních mikroorganismů (kultivovatelné mikroorganismy se specifikací růstu při 22 °C a 36 °C) a mikromycet (plísní). Pro kultivaci aerobních mikroorganismů rostoucích při 22 °C a 36 °C byl použit agar s kvasničným extraktem (HiMedia M1272) a pro kultivaci mikromycet dva typy médií, Sabouraudův agar s chloramphenicolem (HiMedia M1067) a dichloran glycerolový agar (HiMedia M1129) [8,13]. Některé vykultivované kolonie bakterií na agaru s kvasničným extraktem byly podrobeny sadě biochemických testů s cílem zjištění druhu bakterie (Enterotest-16). Kolonie mikromycet vyrostlé na Sabouraudově a dichloran glycerolovém

agaru byly podrobeny submikroskopické determinaci (nativně barvené preparáty laktofenolem) [8].

3. VÝSLEDKY ROZBORŮ

Výsledky mikroskopického rozboru a mikrobiologického rozboru vzorků výluhů ze sledovaných typů kabínových a vzduchových filtrů uvádí v přehledu tabulka 2. Sledovanými ukazateli byla charakteristika přítomných částic organického a anorganického původu (% abiosestonu) a počty KTJ bakterií a mikromycet zjištěných kultivací na živných médiích [13,14]. Výsledné počty KTJ vykultivovaných bakterií a mikromycet byly přepočítány na plochu ve skutečnosti testovaného proužku filtru (vystřiženého z kabinového a vzduchového filtru). Komentář, specifikace nalezených částic organického a anorganického původu a determinace mikromycet je blíže specifikována v textu práce.

Ve vzorku F1 byly zjištěny výtrusnice a hyfy mikromycet, konidie mikromycet *Alternaria*, pylová zrna břízy, borovice a modřínu, prachové částice, rostlinné a živočišné zbytky, motýlí šupiny, chlupy, ptačí peří. Enterotestem-16 byla potvrzena přítomnost bakterie *Morganella morganii* a *Proteus mirabilis* s 95,74% pravděpodobností. Na miskách se Sabouraudovým agarem s chloramphenicolem (dále SBA-médium) byly identifikovány mikromycety *Rhizopus nigricans*, *Penicillium waksmanii*, *Alternaria tenuis* a *Penicillium notatum*. Na dichloran glycerolovém médiu (dále DG-médi-

um) byly identifikovány mikromycety *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus terreus*, *Penicillium vernicatum*, *Mucor mucedo* a *Fusarium* sp.

Ve vzorku F2 byly zjištěny hyfy mikromycet, pylová zrna borovice, javoru, lípy a švestky, zrnka písku, prachové částice, saze a rostlinné zbytky. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus oryzae*, *Alternaria tenuis*, *Fusarium nivale* a *Penicillium notatum*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Fusarium solani*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavipes*, *Rhizopus nigricans*, *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuis* a *Dactylella leptospora*.

Ve vzorku F3 byly zjištěny saze, zrnka písku, prachové částice, zrna bramborového škrobu, hyfy mikromycet, konidie mikromycet *Alternaria*, pylová zrna borovice, javoru a břízy. Enterotestem-16 byla potvrzena přítomnost bakterie *Yersinia pseudotuberculosis* s 97,56% pravděpodobností. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Fusarium nivale*, *Alternaria solani* a *Aspergillus fumigatus*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium fulvum*, *Alternaria solani*, *Fusarium solani* a kvasinky.

Ve vzorku F4 byly zjištěny rostlinné zbytky, pylová zrna borovice, zrna žitného škrobu, hyfy mikromycet, prachové částice, zrnka písku, saze, konidie mikromycet. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium notatum* a *Alternaria solani*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Verticillium tenerum* a *Penicillium waksmanii*.

Ve vzorku F5 byly zjištěny pylová zrna borovice, lípy, javoru a hlohu, hyfy mikromycet, konidie mikromycet *Alternaria* a *Fusarium*, zrnka písku, prachové částice a saze. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium waksmanii*, *Penicillium notatum* a *Alternaria tenuis*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus repens*, *Aspergillus wentii*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* sp. a *Cunninghamella echinulata*.

Ve vzorku F6 byly zjištěny saze, pylová zrna borovice, prachové částice, zrnka písku, hyfy mikromycet, konidie mi-

kromycet *Alternaria*, rostlinné zbytky a pylová zrna břízy. Enterotestem-16 byla potvrzena přítomnost bakterie *Shigella* serovar A s 9,28% pravděpodobností. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus* a *Fusarium nivale*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Fusarium* sp. a *Alternaria tenuissima*.

Ve vzorku F7 byly zjištěny saze, prachové částice, rostlinné zbytky, hyfy mikromycet, konidie mikromycet *Alternaria*, zrnka písku, pylová zrna javoru, lípy, břízy, borovice, jílku a jírovce a olejové krůpěje. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus fumigatus*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium notatum*, *Alternaria alternata* a kvasinky. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium* sp. a *Penicillium notatum*.

Ve vzorku F8 byly zjištěny částice písku, saze, rostlinné zbytky, pylová zrna borovice, pámelníku, trnky, javoru, jírovce, lísky a dubu. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus*, *Alternaria alternata*, *Fusarium aquaeductum* a kvasin-

tus, *Aspergillus nidulans*, *Cunninghamella* sp. a *Penicillium waksmanii*.

Ve vzorku F10 byly zjištěny saze, rostlinné zbytky, částice písku a prachu, pylová zrna břízy, smetánky a borovice, hyfy mikromycet, konidie mikromycet *Alternaria*, ptačí peří, motýlí šupiny, chlupy, škrobová zrna žita a ječmene. Enterotestem-16 byla potvrzena přítomnost bakterie *Yersinia pseudotuberculosis* s 97,02% pravděpodobností. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus repens* a *Aspergillus fumigatus*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus tereus*, *Aspergillus fumigatus* a *Alternaria solani*.

Ve vzorku F11 byly zjištěny hyfy mikromycet, prachové částice, saze, částice písku, pylová zrna borovice, lípy a brsleny. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Penicillium notatum*, *Geotrichum candidum*, *Alternaria tenuissima*, *Fusarium solani* a kvasinky. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Alternaria alternata* a *Fusarium nivale*.

Ve vzorku F12 byly zjištěny prachové částice, konidie mikromycet *Alterna-*

-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus*, *Cunninghamella* sp., *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus tereus*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium waksmanii* a *Fusarium aquaeductum*.

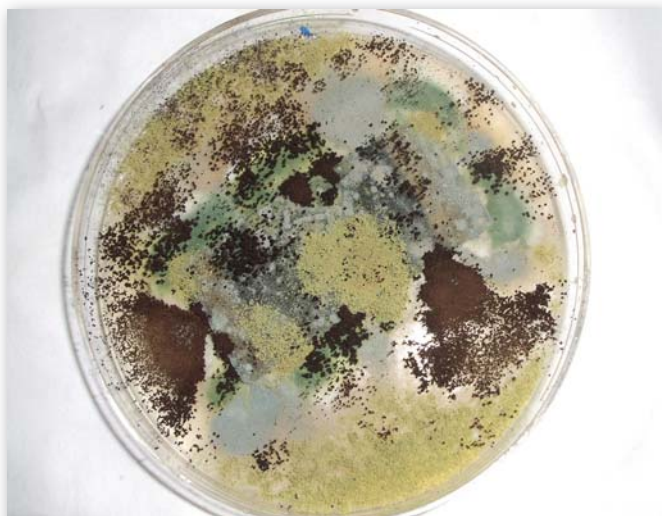
Ve vzorku F13 byly zjištěny prachové částice, zrnka písku, motýlí šupiny, hyfy mikromycet, zrna pšeničného škrobu, pylová zrna borovice, dubu, břízy a javoru. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Rhizopus nigricans*, *Penicillium waksmanii*, *Alternaria solani*, *Fusarium aquaeductum*, *Aspergillus ochraceus* a *Geotrichum candidum*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus glaucus*, *Alternaria tenuis*, *Rhizopus nigricans*, *Fusarium aquaeductum* a *Penicillium waksmanii*.

4. DISKUSE

Automobily jsou vybaveny vzduchovým a kabinovým filtrem, vzduchový filtr chrání motor a kabinový zase chrání cestující v kabině automobilu, a proto má čistota a bezpečnost filtrů důležitý význam. Filtry se vyrábějí z různých materiálů, tvarů a konstrukcí. Každý automobil je vybaven klimatizací, takže



Kolonie plísní na SBA-médiu



Kolonie plísní na DG-médiu

ky. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Fusarium nivale*, *Aspergillus fumigatus* a *Aspergillus candidus*.

Ve vzorku F9 byly zjištěny rostlinné zbytky, saze, konidie mikromycet *Alternaria*, hyfy mikromycet, částice písku a pylová zrna bezu. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Aspergillus fumigatus*, *Mucor mucedo* a *Fusarium solani*. Na DG-médiu byly identifikovány mikromycety *Fusarium solani*, *Aspergillus tereus*, *Aspergillus fumiga-*

ria, hyfy mikromycet, pylová zrna břízy, borovice a dubu, motýlí šupiny, částice písku a saze. Enterotestem-16 byla potvrzena přítomnost bakterie *Yersinia pseudotuberculosis* s 99,85% pravděpodobností, *Escherichia vulneris* s 99,25% pravděpodobností a *Providencia rettgeri* s 100% pravděpodobností. Na SBA-médiu byly identifikovány mikromycety *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus nidulans* a *Mucor racemosus*. Na DG-

tedy i zmíněným kabinovým filtrem. Pro správnou funkci vyžaduje klimatizace pravidelný servis. V zimním období filtr navlhá a se zachyceným organickým materiálem se tak vytvoří dokonalé podmínky pro růst a množení mikroorganismů převážně bakterií a mikromycet. Z toho důvodu by se měla alespoň jednou ročně provést dezinfekce klimatizace, výměna chladiva, kontrola výparníku a výměna filtru za nový. Výrobci vzduchových filtrů uvádějí, že filtr

by se měl měnit každých ujetých 12 tisíc km. Těchto ujetých 12 tisíc km není možné srovnávat s uváděnou dobou expozice (viz tabulka 1), jelikož každý vlastník automobilu ujede 12 tisíc km za různý časový interval. Někdo využívá automobil jen tzv. rekreačně a někdo využívá automobil jako pracovní prostředek. Naopak u kabinových filtrů je to o něco jednodušší. Výrobci kabinových filtrů uvádějí, že filtr by se měl měnit nejlépe minimálně po 1 roce využívání, nebo při ujetých 15 tisíc km. Filtr s nejnižší dobou expozice (6 měsíců) je vzorek F10, ale i přesto byl velmi vizuálně znečištěn a biologické rozborů také vykazují vysoké hodnoty. Vzorek s nejvyšší dobou expozice (10 let) je vzorek F6 a naopak hodnoty rozborů jsou nízké, z čehož je možné i usuzovat na typ aplikovaného filtru, v tomto případě vlákna v kombinaci s aktivním uhlím. V případě nalezeného abiosestonu záleží na tom, kde majitel automobil využíval. Zda se jednalo o městské části či venkovské oblasti.

Bakterie rostou v různém teplotním intervalu, který vytváří teplotní optimum. Psychrofilní bakterie rostou v teplotním intervalu od -7 °C do 20 °C. Mezofilní bakterie mají velmi široký teplotní interval. U některých druhů je teplotní optimum od 5 °C do 43 °C a u některých od 30 °C do 39 °C. Do této skupiny patří většina patogenních bakterií živočichů včetně člověka. Dalším důležitým faktorem je vlhkost. Některé bakterie prosperují ve velmi vlhkém prostředí až s 95% relativní vlhkostí a zase některé bakterie mohou prosperovat ve velmi suchých stanovištích s relativní vlhkostí menší než 30 %. Bak-

terie se vyskytují ve vodě, v půdě, skoro na každém organismu a na částech prachu v ovzduší, proto se bakterie také vyskytují ve vzduchových a kabinových filtrech [15]. Mikromycety jsou schopny růst při teplotním intervalu od 0 °C do 60 °C, avšak jejich optimální teplota je kolem 25 °C. Dalším faktorem je vlhkost. Ideální vzdušná vlhkost je 80 %, ale některé druhy mohou prosperovat i při nižší vlhkosti vzduchu a to kolem 65 %. Mikromycety se vyskytují ve vodě, v půdě a ve vzduchu a jsou poměrně nenáročné na živiny. Mohou se vyskytovat i tam, kde jsou jen prachové částice a nánosy organického materiálu, jako jsou například vzduchové a kabinové filtry [16].

5. ZÁVĚR

Bylo sledováno celkem 13 kabinových a vzduchových filtrů. Po vizuálním zhodnocení byly filtry znečištěné jemnými prachovými částicemi, chuchvalci prachu, semeny rostlin, částicemi písku a šterku, listím a částicemi odumřelého hmyzu. U většiny filtrů bylo mikroskopicky zjištěno vysoké zastoupení částic abiosestonu, kultivačně pak množství kolonií kultivovatelných mikroorganismů při teplotě 22 °C a 36 °C a mikromycet. U vzorků, kde byl proveden Enterotest-16 byly zjištěny bakterie, které mohou ohrozit lidské zdraví. Ve vzorcích byly identifikovány druhy rodů mikromycet jako *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Rhizopus* sp., *Geotrichum* sp., *Cunninghamella* sp., *Mucor* sp., *Verticillium* sp., *Cladosporium* sp., *Monilia* sp. a *Dactylella* sp. Nalezené mikromycety jsou ve většině případů patogenem rostlin a živoči-

chů včetně člověka. Mikromycety jsou producenti mykotoxinů, jako jsou například aflatoxin, ochratoxin A, zearalenon, patulin, citrinin, cyclopiazonová kyselina a fusariové mykotoxiny, mohou způsobovat onemocnění plic, jater, ledvin, mozku, očí a kůže, a dále mohou způsobit astma, alergie, infekce kůže, očí, kostí a vnitřních orgánů.

Jelikož je v dnešní době využívání automobilů na denním pořádku, bylo by nejen vhodné, ale i zcela zásadní zavést i legislativní požadavky na kvalitu vzduchu v kabině automobilu. Provozovatelé a majitelé vozidel jsou nuceni pouze k pravidelným kontrolám způsobilosti vozidla k provozu po dvou letech, bohužel součástí této kontroly není i nucená výměna filtrů anebo dezinfekce stávajícího filtračního materiálu. Výměna filtrů anebo jejich dezinfekce je na zvážení uživatele vozidla. Vzhledem k tomu, že se v náplních filtrů vyskytují pro člověka závadné a hygienicky významné mikroorganismy, měla by se legislativní pozornost ubírat tímto směrem, tj. na zpracování standardů či nařízení, které budou tuto problematiku řešit.

Předložená práce je apelací na všechny vlastníky automobilů, aby nepodceňovali výměnu filtrů. Včasnou výměnou filtrů nebo aplikací dezinfekčních sprejů se zvýší pravděpodobnost ochrany uživatelů vozidel. Rovněž se tímto přístupem zvýší ochrana provozu samotného motoru vozidla a jeho součástí. Vždyť špatně provozovaným vzduchovým filtrem je ohroženo lidské zdraví zejména v dopravních prostředcích veřejné hromadné dopravy.

Foto: autor

Literatúra

- [1] ŠVUB, O. Systémy techniky prostředí pro udržitelný rozvoj: Diplomová práce. Brno: Vysoké technické učení v Brně, 17. 1. 2014.
- [2] Ovzduší a zdraví [online]. Státní zdravotní ústav. [cit. 3. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/ovzdusi-a-zdravi>
- [3] Zákon o ovzduší č. 201/2012 Sb [online]. [cit. 3. 2. 2016]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201#cast2>
- [4] Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci [online]. [cit. 3. 2. 2016]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361#cast3>
- [5] Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí bytových místností některých staveb. [online]. [cit. 4. 2. 2016]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-6#p5>
- [6] Pylové alergie. Pylová služba [online]. [cit. 4. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.pylovasluzba.cz/novinky/kde-najdeme-nejcastejsi-pylove-alergie-43>
- [7] Inhalační alergie a spouštěče alergických onemocnění. Intermedicina [online]. [cit. 5. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.intermedicina.cz/pdfs/int/2010/02/10.pdf>
- [8] ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. Mikrobiologie v technologii vody. 2st ed. Praha: VŠCHT Praha, 2008. ISBN 978-80-7080-676-0.
- [9] Kabinové filtry [online]. [cit. 12. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.filtr-elisak.cz/kabin.htm>
- [10] Přednáška J. Hruzy, Automobilové filtry 2, Technická Univerzita v Liberci. [online]. [cit. 12. 2. 2016]. Dostupné z: <http://jakub-hruza.webnode.cz/prednasky/textilie-pro-automobilovy-prumysl-filtrace/>
- [11] GSCHIEDLE, R., et al. Příručka pro automechanika. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.
- [12] ČSN 75 7713 Kvalita vod – Biologický rozbor – Stanovení abiosestonu. – ČNI Praha (2015): 32 pp
- [13] HÁUSLEROVÁ, J. Mikromycety ve vodním prostředí. Praha: Pobočka ČSVTVS při ministerstvu životního prostředí České republiky, 1990. 155 p. ISBN 80-02-00747-6.
- [14] FASSATIOVÁ, O. Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii. Praha: SNTL, 1979. 240 p.
- [15] GREENWOOD, D., SLACK, R. Lékařská mikrobiologie: přehled infekčních onemocnění: patogeneze, imunita, laboratorní diagnostika a epidemiologie. 1st ed. Praha: Grada, 1999. 686 p. ISBN 80-7169-365-0.
- [16] PAŘÍKOVÁ, J., KUČEROVÁ, I. Jak likvidovat plísňe. 1st ed. Praha: Grada, 2001. 86 p. ISBN 80-247-9029-7.

Vývoj analytickej metódy pre stanovenie polycyklických aromatických uhľovodíkov vo vodných živočíchoch

Ing. Slavomíra Murínová, PhD., Ing. Peter Tölgyessy, CSc.,
RNDr. Zuzana Miháliková, Ing. Katarína Šimovičová, PhD.
Výskumný ústav vodného hospodárstva

Anotácia

Od 8. júla 2015 platí nariadenie vlády SR č. 167/2015 Z. z. o environmentálnych normách kvality. Toto nariadenie udáva povinnosť analyzovať vybrané kongenéry aromatických uhľovodíkov v živých organizmoch pre účely monitorovania stavu vôd. Z tohto dôvodu bolo potrebné vyvinúť spoľahlivú analytickú metódu. V tomto príspevku sú zhrnuté základné validačné parametre, metódy extrakcie a analýzy aromatických uhľovodíkov vo vybranej skupine vodných živočíchov.

ÚVOD

Polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU) sú chemické zlúčeniny pozostávajúce z dvoch a viacerých rôzne usporiadaných benzénových jadier. Do životného prostredia sa dostávajú pri nedokonalom spaľovaní organických materiálov a fosílnych palív alebo ako kontaminácia pri spracovávaní ropy a ropných produktov [1]. PAU patria medzi hydrofóbne látky, ktoré majú tendenciu kumulovať sa v živých organizmoch. Zároveň patria medzi potenciálne mutagény, karcinogény a majú teratogénne vlastnosti. Patria medzi endokrinné disruptory s priamym vplyvom na zdravie človeka [2]. Z tohto dôvodu nová európska legislatíva stanovila tzv. environmentálne normy kvality (ENK) pre vybrané kongenéry PAU v matrici živé organizmy. Túto legislatívu prebrala SR do nariadenia vlády č. 167/2015 Z. z. o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky. ENK pre fluorantén je 30 µg/kg a pre benzo(a)pyrén 5 µg/kg. ENK pre dané kongenéry PAU sa vzťahujú na kôrovce a mäkkýše [3]. Monitorovanie týchto látok v rybách nie je vhodné na účely posúdenia chemického stavu, nakoľko ryby sú schopné tieto látky metabolizovať [4]. V minulosti bola vyvinutá rýchla a efektívna metóda na analýzu pesticídov v rastlinných a biologických matriciach – tzv. QuEChERS (z angl. Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe – rýchla, ľahká, lacná, účinná, robustná a bezpečná) metóda [5]. Táto metóda využíva extrakciu analytov do organického rozpúšťadla (najčastejšie acetonitrilu) s využi-

tím solí (MgSO₄, NaCl a ďalších). V ďalšom kroku nasleduje čistenie extraktu použitím disperznej extrakcie tuhrou fázou (dSPE) aplikáciou bezvodého MgSO₄ a rôznych sorbentov (PSA – primárny-sekundárny amín, C18, GCB – grafitizovaný uhlík, a pod.) [5,6,7]. Tento príspevok je zameraný na vývoj analytickej metódy na stanovenie PAU v biote s využitím extrakčnej metódy QuEChERS v spojení s vysokoúčinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC).

NÁVRH EXPERIMENTOV

Pri vývoji metódy sme si za matricu zvolili homogenát získaný z druhu rýb jalec hlavatý (*Squalius cephalus*), vylovených v lokalite Vyčoma Sádok. Aj keď smernica hovorí o monitorovaní PAU v kôrovcoch a mäkkýšoch, pre zisťovanie výťažnosti extrakcie a vplyvu následného čistenia a koncentrovania extraktu na výťažnosť kongenérovan PAU je možné použiť aj homogenát získaný z rýb, pričom je ideálne ak sa v ňom pôvodne nevyskytujú sledované PAU. Koncentrácie PAU sme zisťovali zo slepého pokusu troch vzoriek homogenátu jalca hlavatého z danej lokality.

Súčasťou vývoja metódy boli experimenty zamerané na zisťovanie výťažnosti extrakcie, výťažnosti extrakcie s koncentrovaním extraktu, limitu detekcie, limitu kvantifikácie, lineárnosti a opakovateľnosti metódy. Výťažnosť extrakcie s čistením a bez čistenia extraktov sa overovala na štyroch vzorkách, do ktorých sa pred extrakciou pridal zmesný štandard obsahujúci 15 kongenérovan

PAU (PAU mix9 v acetontrile, c = 100 µg/ml, Dr. Ehrenstorfer, Nemecko) tak, aby výsledná koncentrácia jednotlivých PAU bola 5 ng/g homogenátu. Dve vzorky sa extrahovali bez čistenia a dve s čistením extraktu pomocou dSPE. Výťažnosť extrakcie sa vyhodnotila porovnaním koncentrácií analytov stanovených vo výsledných extraktoch s koncentraciami stanovenými v adekvátne obohatenom acetonitrilovom roztoku PAU.

Limit detekcie a kvantifikácie sa zisťoval na 10 vzorkách, do ktorých sa pridalo po 5 ng kongenérovan PAU tak, že výsledná koncentrácia bola 1 ng jednotlivých PAU/g homogenátu a na 5 vzorkách, kde výsledná koncentrácia PAU bola 0,5 ng/g.

Lineárnosť sa overovala extrakciou 5 rôznych koncentrácií kongenérovan PAU – 1,5; 5; 10; 30 a 50 ng/g v troch paralelných meraniach.

Opakovateľnosť extrakcie sa skúmala extrakciou 6 vzoriek rybieho homogenátu obohateného s PAU v koncentracii 5 ng/g.

Závislosť výťažnosti vybraných kongenérovan PAU od obsahu lipidov v mokrjej vzorke sa skúmala na vzorkách rybieho homogenátu s rôznym obsahom lipidov pripravených z jalca hlavatého, tresky a lososa, ktoré sa obohatili s PAU na úrovni 5 ng kongenér PAU/g homogenátu.

EXTRAKCIA VZORIEK

Ryby sa homogenizovali pomocou kuchynského sekáča potravín Eta 6078. Na analýzu sa odobralo 5 g ho-

mogenizovanej vzorky a extrahovalo sa s 5 ml acetonitrilu pretrepávaním na vortexe (Stuart SA8, UK) pri 800 ot/min počas 1 min. Následne sa do zmesi pridali 2 g MgSO_4 a 0,5 g NaCl a znova sa vortexovalo 1 min. Potom sa zmes centrifugovala pri 5 000 ot/min po dobu 5 min. Jeden ml supernatantu sa odobral Pasteurovou pipetou do vialky. Z každej vzorky sa na HPLC analýzu použilo 15 μl . Vzorky extraktov, ktoré sa dodatočne čistili, sa po scentrifugovaní doplnili o 300 mg MgSO_4 , 150 mg C18 a 150 mg PSA sorbentu a trepali ďalšiu minútu. Nasledovala centrifugácia za rovnakých podmienok ako v prvom prípade. Potom sa zo vzorky odobrali 3 ml supernatantu, ktoré sa skoncentrovali odľúkaním rozpúšťadla vzduchom pri laboratórnej teplote na objem 1 ml. Obsah vody v homogenáte bol 78,6 % a obsah lipidov 1,55 %. Tieto ukazovatele sa určili metódou publikovanou v literatúre [8].

ANALÝZA VZORIEK

Vzorky sa analyzovali na kvapalino-
vom chromatografe HP1100 s binárnou pumpou a fluorescenčným detektorom Agilent 1200. Analýza trvala 25 min. s následným 2-min. ustáľovaním chromatografického systému. Prietok bol 0,44 ml/min. Na analýzu sa použili dve mobilné fázy a to mobilná fáza A: acetonitril

Tab. 1 Gradient mobilnej fázy počas analýzy kongenéro PAU

Čas (min)	Mobilná fáza B (%)
0	40
3	40
10,5	10
20	0
22	40
25	40

a mobilná fáza B: 5%-ný acetonitril vo vode. Gradient mobilnej fázy je uvedený v tabuľke 1. Detekcia kongenéro PAU sa uskutočnila fluorescenčným detektorom pri excitačných a emisných maximách jednotlivých kongenéro, pričom excitačné maximá boli v rozmedzí 220 až 300 nm a emisné maximá v rozmedzí 314 až 495 nm.

VÝSLEDKY EXPERIMENTOV A DISKUSIA

Vplyv čistenia a koncentrovania extraktov na výťažnosť

Výsledky výťažnosti extrakcie bez a s čistením extraktu, bez koncentrovania a po koncentrovaní namerané v jednotlivých experimentoch sú zhrnuté v tabuľke 2. Pri metóde s koncentrovaním extraktu dochádza k výrazným strátam naftalénu, acenafténu a fluorénu. V experimente bez čistenia sa pre naftalén pôvodná výťažnosť 90 % znížila odľúkaním na 47 %. Pre acenaftén sa výťažnosť znížila z 80 % na 49 % a pre fluorén

a fluorén 153 % oproti vzorkám bez čistenia. Po koncentrovaní extraktov s čistením došlo k výraznému poklesu výťažnosti u naftalénu zo 188 % na 126 %, acenafténu zo 162 % na 108 % a fluorénu zo 153 % na 114 % oproti vzorkám, ktoré neboli koncentrované.

U niektorých kongenéro bol pozorovaný pokles výťažnosti za použitia čistenia na sorbentoch (benzo(a)antracén, chryzén, benzo(b)fluorantén, benzo(k)fluorantén, benzo(a)pyrén, dibenzo(ah)antracén, benzo(ghi)perylén a indeno-pyrén) oproti vzorkám bez čistenia. Ide najmä o menej polárne kongenéry PAU s log K_{ow} vyšším ako 5,6 a s minimálne

Tab. 2 Výťažnosť extrakcie pri koncentracii PAU 5 ng/n homogenát

Kongenér PAU	Výťažnosť $\pm$ SD (%)			
	Extrakt bez čistenia	Extrakt s čistením	Koncentrovaný extrakt bez čistenia	Koncentrovaný extrakt s čistením
Naftalén	90,1 $\pm$ 8,6	188,4 $\pm$ 11,2	46,9 $\pm$ 17,3	126,0 $\pm$ 20,3
Acenaftén	79,8 $\pm$ 7,0	161,9 $\pm$ 8,6	49,4 $\pm$ 18,7	107,7 $\pm$ 17,9
Fluorén	112,4 $\pm$ 6,6	153,2 $\pm$ 10,2	59,2 $\pm$ 16,7	114,1 $\pm$ 19,9
Fenantrén	89,7 $\pm$ 11,3	83,8 $\pm$ 3,8	88,9 $\pm$ 16,1	69,4 $\pm$ 2,4
Antracén	83,5 $\pm$ 4,2	87,3 $\pm$ 7,4	81,7 $\pm$ 12,1	67,0 $\pm$ 6,3
Fluorantén	87,6 $\pm$ 9,4	83,8 $\pm$ 5,8	70,0 $\pm$ 11,0	72,2 $\pm$ 3,4
Pyrén	95,6 $\pm$ 8,6	81,7 $\pm$ 4,8	71,9 $\pm$ 16,2	66,8 $\pm$ 4,6
Benzo(a)antracén	88,0 $\pm$ 4,1	77,4 $\pm$ 5,4	73,9 $\pm$ 15,1	51,3 $\pm$ 10,3
Chryzén	84,3 $\pm$ 4,0	73,8 $\pm$ 6,3	72,2 $\pm$ 10,1	62,8 $\pm$ 2,2
Benzo(b)fluorantén	89,6 $\pm$ 4,6	74,0 $\pm$ 3,7	76,1 $\pm$ 13,7	55,1 $\pm$ 7,3
Benzo(k)fluorantén	86,2 $\pm$ 4,2	70,2 $\pm$ 5,5	74,5 $\pm$ 11,5	54,2 $\pm$ 6,1
Benzo(a)pyrén	84,4 $\pm$ 8,2	65,9 $\pm$ 4,3	69,0 $\pm$ 17,7	56,4 $\pm$ 4,9
Dibenzo(a,h)antracén	85,6 $\pm$ 7,9	62,2 $\pm$ 7,7	63,7 $\pm$ 14,3	47,8 $\pm$ 6,2
Benzo(g,h,i)perylén	86,1 $\pm$ 9,7	51,8 $\pm$ 2,8	61,9 $\pm$ 12,8	43,8 $\pm$ 5,5
Indeno(1,2,3-c,d)pyrén	87,9 $\pm$ 7,4	42,6 $\pm$ 9,8	69,6 $\pm$ 9,8	35,5 $\pm$ 4,3

zo 112 % na 59 %. Celkovo pri koncentrovaní extraktov bez čistenia došlo k mier-
nemu poklesu výťažnosti takmer u všetkých sledovaných kongenéro PAU.

Pri metóde využívajúcej čistenie na sorbentoch došlo k značnému nárastu koncentrácie a teda aj výťažnosti pre naftalén 188 %, acenaftén 162 %

štyrmi benzénovými jadrami. Po koncentrovaní čistených vzoriek sa výťažnosť všetkých kongenéro PAU ešte znížila.

LIMIT DETEKČIE A KVANTIFIKÁCIE

Smernica 2013/39/EÚ [3] prevzatá do slovenskej legislatívy určuje hodno-

Tab. 3 Výťažnosť extrakcie pri koncentracii PAU 0,5 ng/n homogenátu

Kongenér PAU	Naftalén	Acenaftén	Fluorén	Fenantrén	Antracén
Výťažnosť $\pm$ SD (%)	0	0	0	0	127,9 $\pm$ 40,3
Kongenér PAU	Pyrén	Fluorantén	Benzo(a)antracén	Benzo(b)fluorantén	Benzo(k)fluorantén
Výťažnosť $\pm$ SD (%)	34,5 $\pm$ 19,2	0	131,7 $\pm$ 93,1	81,8 $\pm$ 41,9	81,0 $\pm$ 1,8
Kongenér PAU	Chryzén	Benzo(a)pyrén	Dibenzo(a,h)antracén	Benzo(g,h,i)perylén	Indeno(1,2,3-c,d)pyrén
Výťažnosť $\pm$ SD (%)	121,2 $\pm$ 38,6	70,9 $\pm$ 35,2	99,6 $\pm$ 44,3	43,0 $\pm$ 27,1	203,2 $\pm$ 88,6

Tab. 4 Výťažnosť extrakcie pri koncentrácii PAU 1 ng/n homogenátu

Kongenér PAU	Koncentrácia $\pm$ SD (ng/g)	Výťažnosť $\pm$ SD (%)	Výťažnosť po zakonc. $\pm$ SD (%)
Naftalén	0	0	60,9 $\pm$ 35,7
Acenaftén	0	0	58,1 $\pm$ 8,2
Fluorén	0	0	64,9 $\pm$ 4,2
Fenantrén	0,84 $\pm$ 0,08	85,7 $\pm$ 7,6	74,5 $\pm$ 15,3
Antracén	0,98 $\pm$ 0,17	96,4 $\pm$ 17,0	92,4 $\pm$ 17,1
Fluorantén	0,96 $\pm$ 0,13	89,0 $\pm$ 11,9	79,2 $\pm$ 9,1
Pyrén	0,92 $\pm$ 0,08	90,4 $\pm$ 8,3	62,7 $\pm$ 9,1
Benzo(a)antracén	0,78 $\pm$ 0,07	73,2 $\pm$ 6,5	54,5 $\pm$ 7,8
Chryzén	0,86 $\pm$ 0,03	79,1 $\pm$ 3,0	65,1 $\pm$ 15,6
Benzo(b)fluorantén	0,76 $\pm$ 0,05	72,2 $\pm$ 5,2	65,4 $\pm$ 9,5
Benzo(k)fluorantén	0,77 $\pm$ 0,04	73,1 $\pm$ 3,9	65,8 $\pm$ 9,0
Benzo(a)pyrén	0,69 $\pm$ 0,06	75,5 $\pm$ 6,6	66,3 $\pm$ 8,9
Dibenzo(a,h)antracén	0,73 $\pm$ 0,05	77,2 $\pm$ 5,1	57,5 $\pm$ 8,8
Benzo(g,h,i)perylén	0,81 $\pm$ 0,06	87,4 $\pm$ 6,7	70,9 $\pm$ 9,9
Indeno(1,2,3-c,d)pyrén	0,74 $\pm$ 0,05	83,8 $\pm$ 6,1	60,5 $\pm$ 9,2

tu ENK v matrici živé organizmy pre fluorantén 30 ng/g a pre benzo(a)pyrén 5 ng/g. Požiadavka smernice 2009/90/ES [9] vyžaduje, aby limit kvantifikácie tvoril 30% hodnoty ENK. V tomto prípade je to 9 ng/g pre fluorantén a 1,5 ng/g pre benzo(a)pyrén. Limit kvantifikácie má zároveň tvoriť 3-násobok limitu detekcie [9]. Pre fluorantén by preto limit detekcie nemal byť vyšší ako 3

tén ani benzo(a)pyrén neboli detegované. Z týchto výsledkov vyplýva, že metóda spĺňa požiadavky oboch európskych smerníc pre analýzu fluoranténu ako aj benzo(a)pyrénu v biote.

Pri experimentoch s koncentráciou PAU 0,5 ng/g ako aj 1 ng/g (viď tabuľky 3 a 4) naftalén, acenaftén a fluorén neboli detegované. Tieto kongenéry sa podarilo detegovať až po trojnásobnom

stredia ako aj od rýchlosti odľukovania. Výťažnosť ostatných kongenérova bola lepšia bez použitia zakoncentrovania.

Výťažnosť kongenérova PAU na úrovni limitu detekcie benzo(a)pyrénu je rôznorodá s pomerne nízkou opakovateľnosťou, o čom svedčí aj vysoká hodnota smerodajných odchýliek. Avšak pri tejto koncentrácii bolo možné detegovať prítomnosť antracénu, pyrénu, chryzénu, benzo(a)antracénu, benzo(a)pyrénu, benzo(b)fluoranténu, benzo(k)fluoranténu, dibenzo(ah)antracénu, benzo(ghi)perylénu aj indenopyrénu. Z výsledkov možno konštatovať, že koncentrácia 0,5 ng/g zodpovedá pre tieto kongenéry limitu detekcie.

LINEÁRNOSŤ A OPAKOVATEĽNOSŤ

Lineárnosť metódy bola určená z piatich koncentračných úrovní kongenérova PAU pridaných do homogenátu rýb. Z kalibračných kriviek sa zistilo, že lineárnosť bola dosiahnutá v celom skúmanom rozsahu od 1,5 do 50 ng kongenérova PAU/g homogenátu, pričom korelačné koeficienty (r^2) boli na úrovni vyššej ako 0,999 a relatívna smerodajná odchýlka faktorov odozvy (RF_RSD) sa pohybovala pod 20%. Korelačné koeficienty, rovnice kalibračných kriviek a hodnoty RF_RSD sú uvedené v tabuľke 5. Opakovateľnosť metódy sa hodnotila na základe RSD hodnôt z analýzy 6 vzoriek homogenátu s koncentráciou kongenérova PAU 5 ng/g. Z výsledkov uvedených v tabuľke 5 možno povedať, že pre stanovenie študovaných kongenérova PAU je vyhovujúca metóda bez koncentrovania extraktu (RSD $\leq$ 10%). Hodnoty RSD získané z analýz po koncentrovaní extraktu sa pohybovali u naftalénu, acenafténu, fluorénu, pyrénu, benzo(a)antracénu, benzo(a)pyrénu, dibenzo(a,h)antracénu a benzo(g,h,i)perylénu nad požadovanou úrovňou 20%.

VÝŤAŽNOSŤ VERZUS OBSAH LIPIDOV V RYBÁCH

Pre skúmanie možnosti uplatnenia navrhovanej metódy v praxi sa na záver študovala závislosť výťažnosti extrakcie PAU od obsahu lipidov v rybách. Pretože v smernici európskej legislatívy sú pre biotu stanovené ENK len pre fluorantén a benzo(a)pyrén, experiment bol zameraný len na tieto dva kongenéry PAU. Na experiment boli vybrané vzorky rýb s rôznym obsahom lipidov, a to vzorka tresky (0,73% lipidov), vzorky jalca (1,45%, 4,7% a 8,82% lipidov) a vzor-

Tab. 5 Kalibračné parametre metódy a opakovateľnosť

Kongenér PAU	r^2	RF_RSD (%)	Kalibračná rovnica	Opakovateľnosť_RSD (%)	
				Bez koncentrovania	Po koncentrovaní
Naftalén	0,99918	16,7	$A=0,05857 \cdot c + 0,07164$	9,5	36,9
Acenaftén	0,99983	12,8	$A=0,16726 \cdot c + 0,08405$	8,8	37,8
Fluorén	0,99924	19,5	$A=0,35282 \cdot c - 0,10604$	5,8	28,2
Fenantrén	0,99986	18,8	$A=0,36242 \cdot c + 0,47575$	9,9	18,1
Antracén	0,99989	4,2	$A=0,33710 \cdot c + 0,00558$	5,0	14,8
Fluorantén	0,99911	8,8	$A=0,25813 \cdot c + 0,25157$	9,7	15,7
Pyrén	0,99944	11,0	$A=0,38062 \cdot c + 0,35449$	9,0	22,5
Benzo(a)antracén	0,99974	8,4	$A=0,26117 \cdot c - 0,15925$	4,7	20,4
Chryzén	0,99981	4,0	$A=0,59493 \cdot c - 0,05933$	4,7	14,0
Benzo(b)fluorantén	0,99971	9,5	$A=0,17562 \cdot c + 0,00010$	5,1	18,0
Benzo(k)fluorantén	0,99997	1,8	$A=0,83634 \cdot c + 0,13991$	4,9	15,4
Benzo(a)pyrén	0,99998	2,7	$A=0,48699 \cdot c + 0,10743$	9,7	25,7
Dibenzo(a,h)antracén	0,99979	2,4	$A=0,39855 \cdot c - 0,07666$	9,2	22,5
Benzo(g,h,i)perylén	0,99978	11,0	$A=0,20901 \cdot c + 0,15605$	10,1	20,7
Indeno(1,2,3-c,d)pyrén	0,99959	7,3	$A=0,38295 \cdot c - 0,33138$	8,4	14,1

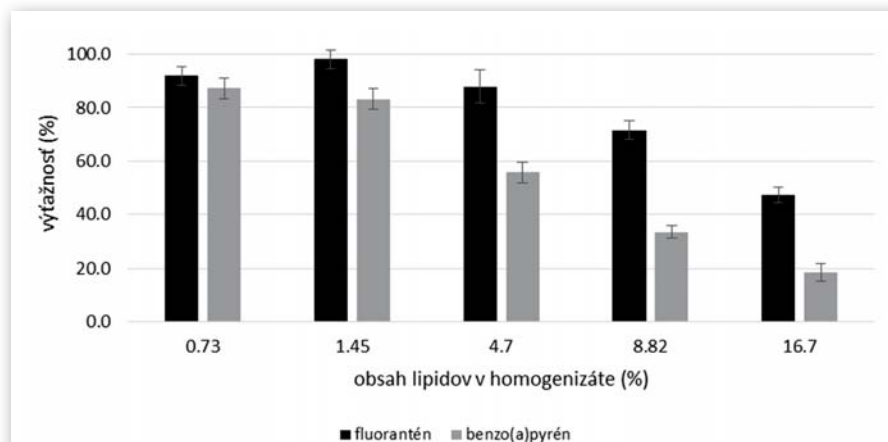
ng/g a pre benzo(a)pyrén 0,5 ng/g. Z tabuliek 3 a 4 možno vidieť, že pri analýze PAU kongenérova 0,5 ng/g homogenátu bola dosiahnutá výťažnosť benzo(a)pyrénu na úrovni 71% a pri analýze PAU s koncentráciou 1 ng/g výťažnosť fluoranténu na úrovni 89%. Pri analýze čísteho homogenátu (slepý pokus) fluoran-

skontentrování extraktov, pričom ich výťažnosť bola pomerne nízka so slabou opakovateľnosťou. Tento postup nie je vhodný, nakoľko z experimentov vyplynulo, že práve tieto kongenéry sa zvyknú odľukávaním strácať z extraktu, a preto sú výsledky za týchto podmienok nereprezentatívne a závisia od teploty pro-

ka lososa (16,7% lipidov). Uvedené vzorky rybích homogenátov sa obohatili vybranými PAU na úrovni 5 ng kongenér PAU/g homogenátu. Po extrakcii sa získané extrakty bez čistenia podrobili analýze kvapalinovou chromatografiou. Dosiahnuté výsledky sú zobrazené na obrázku 1. Vyplýva z nich, že vyššia výťažnosť PAU bola pozorovaná pri nižšom obsa-

trakčné činidlo ako v našej. Nižšia výťažnosť z matrice s vysokým obsahom lipidov môže byť odôvodnená vysokou lipofilnosťou PAU. Toto potvrdzujú aj naše výsledky, pri ktorých sa výťažnosť výraznejšie znižuje u benzo(a)pyrénu. Ten má hodnotu $\log K_{ow}$ 6,35, zatiaľ čo fluorantén má hodnotu $\log K_{ow}$ 4,9, čiže je hydrofóbnejší a teda aj lipofilnejší, a preto má

nie PAU v matrici biota. Požiadavky na vývoj takejto metódy sú dané novou smernicou Európskeho parlamentu a Rady a tiež národnou legislatívou. V práci bola skúmaná extrakčná účinnosť QuEChERS metódy, vplyv čistenia a koncentrovania extraktov na výťažnosť kongenéro PAU, závislosť výťažnosti fluoranténu a benzo(a)pyrénu od obsahu lipidov vo vzorkách rýb a boli tiež vyhodnotené základné pracovné charakteristiky metódy. Na základe dosiahnutých výsledkov možno skonštatovať, že na stanovenie PAU je vhodné použiť QuEChERS metódu bez dodatočného čistenia a koncentrovania získaných extraktov. Použitie dodatočného čistenia extraktov vedie k umelému navýšeniu koncentrácie naftalénu, acenafténu a fluorénu a naopak k zníženiu výťažnosti menej polárnych kongenéro so 4 a viacerými benzénovými jadrami. Koncentrovanie extraktov nie je vhodné kvôli prchavým vlastnostiam PAU, čoho dôsledkom bola nižšia výťažnosť metódy a nízka opakovateľnosť a reprezentatívnosť výsledkov. Detekčný limit, ktorý sa podarilo dosiahnuť navrhnutou metódou bol pre fluorantén 1 ng/g a pre benzo(a)pyrén 0,5 ng/g. Tieto limity spĺňajú požiadavky európskej aj národnej legislatívy pre analýzu týchto látok v biote.



Obr. 1 Výťažnosť fluoranténu a benzo(a)pyrénu v závislosti od obsahu lipidov v rybom homogenáte

hu lipidov vo vzorke. Najnižšia výťažnosť sledovaných kongenéro PAU bola pozorovaná pri vzorke lososa, ktorá obsahovala až 16,7% lipidov. Tieto výsledky môžu byť ovplyvnené aj rôznym druhom ryby použitým v experimente. Získané výsledky sa nezhodujú s údajmi nameranými Forsbergom a kol. [10], ktorí udávajú podobnú výťažnosť kongenéro PAU pri vzorkách lososa s rôznym obsahom lipidov. Avšak v ich práci bolo použité odlišné ex-

trahovanie lipidov väčší vplyv na jeho výťažnosť. Keďže percentuálne množstvo lipidov v kôrovcoch a mäkkýšoch, pre ktoré je táto metóda určená, sa pohybuje v rozmedzí do 3% [11,12], môžeme povedať, že metóda je aplikovateľná pre monitorovanie PAU v týchto vodných organizmoch.

ZÁVER

Predložená práca mala za cieľ vyvinúť analytickú metódu na stanove-

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore APVV-0656-12 a grantu číslo 1/0859/14.

Literatúra

- [1] Wang, D.Q., Yu, Y.X., Zhang, X.Y., Zhang, S.H., Pang, Y.P., Zhang, X.L., Yu, Z.Q., Wu, M.H., Fu, J.M. 2012: Polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in fish from Taihu lake: Their levels, sources, and biomagnification. In: Ecotoxicology and Environmental Safety. roč. 82, č. 6-70.
- [2] Villeneuve, D.L., Khim, J.S., Kannan, K., Glesy, J.P. 2002: Relative potencies of individual polycyclic aromatic hydrocarbons to induce dioxin-like and estrogenic responses in three different cell lines. In: Environmental Toxicology. roč. 17, č. 128-137.
- [3] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2013/39/EÚ z 12. augusta 2013, ktorou sa menia smernice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokiaľ ide o prioritné látky v oblasti vodnej politiky.
- [4] Jonsson, G., Bechmann, R.K., Bamber, S.D., Baussant, T. 2004: Bioconcentration, biotransformation and elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sheep-head minnows (Cyprinodon variegatus) exposed to contaminated seawater. In: Environmental Toxicology and Chemistry. roč. 23(6), č. 1538-1548.
- [5] Anastasiades, M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D., Schenck, F.J. 2003: Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and dispersive solid-phase extraction for the determination of pesticide residues in produce. In: Journal of AOAC International. roč. 86, č. 412-431.
- [6] Lucci, P., Pacetti, D., Núñez, O., Frega, N.G. 2012: Current trends in sample treatment techniques for environmental and food analysis. IBTECH Rijeka, Croatia, 2012. In: de Azevedo Calderon L. (ed.) Chromatography – the most versatile method in chemical analysis, kap. 5., ISBN 978-953-51-0813-9.
- [7] Ribeiro, C., Ribeiro, A.R., Maia, A.S., Concalves, V.M.F., Tiritan, M.E. 2014: New trends in sample preparation techniques for environmental analysis. In: Critical Reviews in Analytical Chemistry. roč. 44, č. 142-185.
- [8] Tölgyessy, P., Miháliková Z. 2016: Rapid determination of total lipids in fish samples employing extraction/partitioning with acetone/ethyl acetate solvent mixture and gravimetric quantification. In: Food Control. roč. 60, č. 44-49.
- [9] Smernica Komisie 2009/90/ES z 31. júla 2009, ktorou sa v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a sledovanie stavu vôd.
- [10] Forsberg, N.D., Wilson, G.R., Anderson, K.A. 2011: Determination of parent and substituted polycyclic aromatic hydrocarbons in high-fat salmon using a modified QuEChERS extraction, dispersive SPE and GC-MS. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry. roč. 59(15), č. 8108-8116.
- [11] Celik, M.Y., Türk Çulha, S., Çulha, M., Yildiz, H., Acarli, S., Celik, I., Celik, P. 2014: Comparative study on biochemical composition of some edible marine molluscs at Canakkale coasts, Turkey. In: Indian Journal of Geo-Marine Sciences. roč. 43(4), č. 601-606.
- [12] Johnson, Y.S. 2012: Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible seafood by QuEChERS-based extraction and gas chromatography – tandem mass spectrometry. In: Journal of Food Science. roč. 77(7), č. 131-137.

Význam lesných ekosystémov a melioračných kanálov pri protipovodňovej ochrane územia

Ing. Peter Stradiot, PhD.

Výskumný ústav vodného hospodárstva

Význam vody pre poľnohospodársku výrobu, ktorá musí zabezpečiť výživu narastajúcej svetovej populácie, sa v súčasnosti stáva obzvlášť dôležitým. Snaha ľudstva zabezpečiť dostatok potravín pre všetkých obyvateľov sa prejavuje v čoraz intenzívnejšom využívaní poľnohospodárskej pôdy pomocou budovania a rozširovania melioračných stavieb.

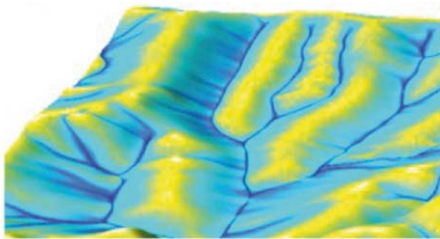
Dostatok vody je však dôležitý nielen pre poľnohospodársku pôdu, ale aj pre lesy, lúky, pasienky, ochranu a udržateľné využívanie celej krajiny a jej ekosystémov. Melioračné stavby (kanály) sa teda uplatňujú aj v lesných ekosystémoch.

Sú súčasťou organizačných, agro-technických, biologických a technických opatrení, ktoré v rámci vodohospodárskych a krajinných úprav riešia protipovodňovú ochranu celého povodia.

Táto situácia sa stáva aktuálnou najmä v podmienkach klimatickej zmeny, ktorá je z hľadiska ochrany proti povodňam charakterizovaná extrémnymi prívalovými zrážkami. Vtedy môže nastať situácia, že pôda vzhľadom na obsah vody v nej, už nebude schopná túto zrážkovú vodu zadržať. Preto treba túto prebytočnú vodu odviezť odvodňovacími kanálmi. Takto

ÚLOHA LESNÝCH EKOSYSTÉMOV V PROTIPOVODŇOVEJ OCHRANE

Lesné ekosystémy dokážu zadržať a prípadne evapotranspiráciou odpariť až 60% spadnutých zrážok. Pozitívne ovplyvňujú vzduch, vodu, rastliny a živočíchy. Aby mohli lesy dlhodobo plniť svoju funkciu a udržať si ekologickú stabilitu, treba zabezpečiť revitalizáciu lesnej krajiny. Ide hlavne o po-



V miestach vzniku koncentrovaného povrchového odtoku a v blízkosti vodných tokov sú pôdy bližšie k stavu nasýtenia. V prípade zrážok skôr prispievajú k rýchlemu povrchovému odtoku. Využitím melioračného účinku drevín mimo siete vodných tokov a úpravami koryta občasných tokov je možné ovplyvňovať prietokový a splaveninový režim vodných tokov [2].



Vysoká intenzita zrážok môže vytvárať aj v malých povodiach strmé prietokové vlny. Sprievodným javom je erózia, prehlbovanie koryta, zosúvanie svahového úpätia, premiestňovanie splavenín a ich ukladanie v koryte s malým sklonom. Následné zmenšovanie prietokového profilu v rovinatých častiach toku zvyšuje riziko vyliatia vody z koryta [2].

sa zabezpečí ochrana krajiny, zastavaného územia obce, stavieb a zariadení pred prívalovými vodami a podmáčaním, pred eróziou a účinkami erodovaného materiálu, zmierni sa nedostatok vlhky, zvýši sa ekologická stabilita a schopnosť krajiny reagovať na extrémne hydrologické situácie.

V Slovenskej republike je správou melioračných zariadení poverený štátny podnik Hydromeliorácie. Spravuje približne 5 860 km hlavných a vedľajších melioračných kanálov, z nich viac ako štvrtina bezprostredne ovplyvňuje stavby a zariadenia v zastavanom území obcí. Na melioračné kanály a prirodzené vodné toky, ktoré plnia funkciu odvodňovacích kanálov nadväzujú melioračné detaily, ktoré ovplyvňujú vodno-vzdušný režim približne 430 tis. ha poľnohospodárskej pôdy.

súdenie a prípadné zmeny súčasnej druhovej, vekovej a priestorovej štruktúry, ekologickej stability lesných porastov a spoločenstiev drevín stojacich mimo les tak, aby sa zohľadnili očakávané globálne i regionálne zmeny (najmä klimatické). Protipovodňové a protierózne účinky lesa sú síce oproti inej vegetačnej pokrývke evidentné, ale ich využitie je potrebné usmerniť tak, aby pôsobili napríklad aj proti nasýteniu pôdy v blízkosti miest tvorby povrchového odtoku (biologické meliorácie – zvýšené odparovanie, zlepšenie štruktúry pôdy a zvýšenie schopnosti zadržať vodu v pôde).

Zlepšenie odtokových pomerov v lesných ekosystémoch možno dosiahnuť starostlivosťou o neupravené korytá drobných vodných tokov (17 856 km), ďalej pomocou lesnícko-technických meliorácií, zahrádzaním



Prívalová vlna v obci Píla [TASR]

bystrín a strží, údržbou odvodňovacích kanálov a prirodzených tokov, ktoré plnia funkciu odvodňovacích kanálov (5 328 km otvorených a 532 km krytých odvodňovacích kanálov).

Tu treba podotknúť, že zanedbanie starostlivosti a bežnej údržby melioračných kanálov alebo jej nedofinancovanie, zastavenie programu hradenia bystrín sú faktory, ktoré v kombinácii s rastúcim výskytom extrémnych zrážok spôsobujú škody na majetku občanov, obcí, vyšších územných celkov a štátu, pôde, pestovaných plodinách a lesných porastoch. Príkladom takejto situácie je povodeň, ktorá spôsobila mohutnú prívalovú vlnu v obci Častá – Píla dňa 7. 6. 2011.

EKONOMICKÉ ASPEKTY PROTIPOVODŇOVEJ OCHRANY PROSTREDNÍCTVOM MELIORAČNÝCH KANÁLOV

V rámci lesného hospodárstva sú v sektore Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka poverené lesnými melioráciami podniky Lesy SR š. p., Štátne lesy TANAP-u a Lesopôdohospodársky majetok, štátny podnik Ulič.

Spoluúčasťou obcí (finančnou alebo nefinančnou) na realizácii krátkodobých opatrení poskytnutím materiálu, pracovných pomôcok, technických kapacít a odborného riadenia činností môžu štátne organizácie lesného hospodárstva vytvoriť približne 900 pra-

covných miest sezónneho charakteru (4 – 6 mesiacov) vo všetkých regiónoch Slovenska, okrem Bratislavy. Náklady na vytvorenie sezónneho pracovného miesta tvoria výdaje na pracovné nástroje a pomôcky, úkony spojené s prijímaním a ukončením pracovného pomeru, technicko-organizačné zabezpečenie činností, doprava na miesto výkonu práce a 5% spoluúčasť na príspevku zamestnávateľovi.

Na poľnohospodárskej pôde túto funkciu vykonávajú Hydromeliorácie, š. p. Vláda SR prijala uznesením č. 566 z 27. augusta 2010 krátkodobé opatrenia na riešenie problémov z odvedením nadbytočných vôd hydromelioračnými sieťami. Krátkodobé opatrenia



Podmytý most cez potok Gidra na ceste z Modry do Častej [TASR]



Zanedbanie alebo nedofinancovanie neinvestičnej údržby zvyšuje pravdepodobnosť zaplavenia územia prívalovými vodami a jeho podmáčania [2].



však nie sú systémové a nezahŕňajú náklady na údržbu a opravy vedľajších odvodňovacích kanálov, zaústenia melioračného detailu do odvodňovacieho kanála a potrebných investičných nákladov na opravy, úpravy a najmä predstavbu a revitalizáciu súčastí hydromelioračnej siete.

Možnosti realizácie opatrení na ochranu pred povodňami v pôdohospodárstve

V súvislosti s prívalovými zrážkami (a z nich vyplývajúcich opakovaných viacročných prekročení kulminačných prietokov) sa zvýšili aj požiadavky na mieru zabezpečenia intravilánu obcí vrátane stavieb a zariadení pred povodňovou vlnou.

Dôvodom je najmä nevhodné situovanie výstavby v ohrozených územiach a v dôsledku extrémnych zrážok zvýšené opakovanie viacročných kulminačných prietokov.

Skúsenosti z posledných rokov preukázali, že protipovodňové opatrenia musia byť ponímané komplexne a zkomponované do systému ochrany a zveľadovania krajiny. Najmä v prípade prívalových povodní je preventívna protipovodňová ochrana v rozhodujúcej miere ovplyvnená stavom krajiny v danom povodí. Proces územného plánovania pri koordinácii racionálneho využívania povodia má nenahradiiteľnú úlohu. Na preventívne protipovodňové opatrenia by sa mal v celej ich šírke a univerzálnosti kľásť podstatne väčší dôraz než doteraz. Územné plánovanie treba preto vnímať ako unikátny nástroj na tvorbu dobre udržiavanej a fungujúcej krajiny.

Príspevok je nerecenzovaným výstupom projektu **Tvorba a vývoj environmentálnych technológií pri protipovodňovej ochrane sídiel Malokarpatskej oblasti – prípadová štúdia Modra, kód ITMS 26240220019.**

Foto: autor a TASR

Literatúra

[1] Rusina P.: Preventívne protipovodňové opatrenia v územnom plánovaní, portál uzemneplany.sk.

[2] Preventívne protipovodňové opatrenia v organizáciách v zriaďovateľskej pôsobnosti Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky,

materiál na rokovanie vlády SR, číslo materiálu: UV-5587/2011, rezort: MPaRV SR, rezortné číslo: 327/2011-100.

Zimná povodeň vo februári 2016 v povodí Hrona, Iplá a Slanej

Mgr. Kateřina Hrušková, PhD., RNDr. Daniela Kyselová, Mgr. Tomáš Trstenský,
RNDr. Zuzana Kolačná, Ing. František Padúch

Slovenský hydrometeorologický ústav, regionálne pracovisko Banská Bystrica

Vo februári 2016 zasiahla slovenské povodia mimoriadna zimná povodeň, ktorá bola na dané ročné obdobie výrazne netypická. A to v tom zmysle, že jej predchádzali na február rekordne vysoké teploty vzduchu, extrémne vysoké úhrny atmosférických zrážok a minimálne zásoby vody v snehu. Na vzniku povodne sa tak napriek zimnému mesiacu podieľali najmä tekuté zrážky. Najviac postihnuté boli povodia Slanej a Iplá. Hydrologicky najvýznamnejšie kulminácie boli zaznamenané na prítokoch Slanej – Turiec a Muráň.

ÚVOD

Februárové povodne nie sú neobvyklé. Ich príčinou bývajú najčastejšie výdatné zrážky vo forme dažďa, zamrznutá pôda a výrazné oteplenie, s ktorým je spojené topenie sa snehovej pokrývky.

Posledný mesiac zimy 2015/2016 bol nadnormálne teplý a veľmi často sa v jeho priebehu vyskytovali výdatné atmosférické zrážky, ktoré boli len vo vyšších polohách vo forme snehu a dažďa so snehom. Z pohľadu štatistiky a celoslovenských priestorových charakteristík teploty vzduchu a atmosférických zrážok bol február 2016 teplotne aj zrážkovo rekordný – teplejší ako február v roku 1966 a bohatší na zrážky ako február v roku 1977 [1]. V porovnaní s tým priemerné mesačné februárové prietoky boli rekordné len v staniách so začiatkom pozorovania po roku 1977. V staniách s dlhšími časovými radmi sa tohtoročná februárová vodnosť zaradila väčšinou na tretie miesto práve za roky 1966 a 1977. Pred povodňami vo februári 1966 a 1977 boli vo všetkých povodiach naakumulované významné objemy vody v snehovej pokrývke. Oteplenie a tekuté zrážky spôsobili náhly odtok zo snehu a výrazne vzostupy vodných hladín. Objemy povodňových vln vo februári 1966 a 1977 tak boli v kombinácii s topiacim sa snehom väčšie ako tohtoročné.

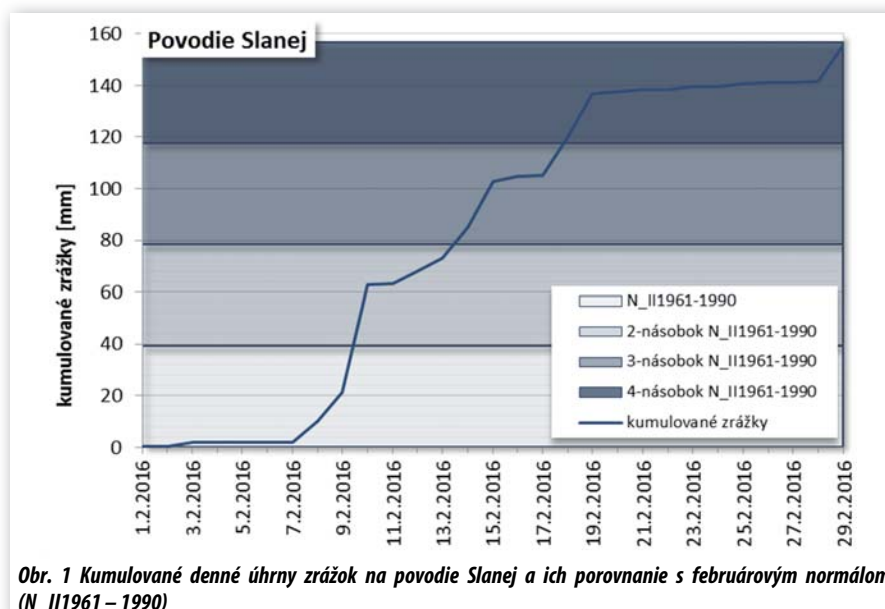
ZRÁŽKY

Na celom území Slovenska bol február 2016 zrážkovo nadnormálny. V povodí Hrona bol silne až extrém-

ne nadnormálny s prebytkom zrážok 103 mm, v povodiach Iplá a Slanej extrémne nadnormálny s prebytkom zrážok 97 mm, resp. 116 mm. Už v polovici mesiaca bol v nami monitorovaných povodiach dvojnásobne prekonaný februárový zrážkový dlhodobý priemer na povodie (normál rokov 1961 – 1990). Kumulované denné úhr-

Slanej s Rimavou, v 11 na Iplí a jednej stanici v povodí Hrona.

Absolútne najvyššie mesačné úhrny prekročili 220 mm na Hrone, 200 mm na Slanej a 170 mm na Iplí. Naopak nižšie mesačné úhrny sa v povodí Hrona a Iplá pohybovali okolo 100 mm, len ojedinele na dolnom Pohroní 70 mm. V povodí Slanej a Rimavy boli na úrov-



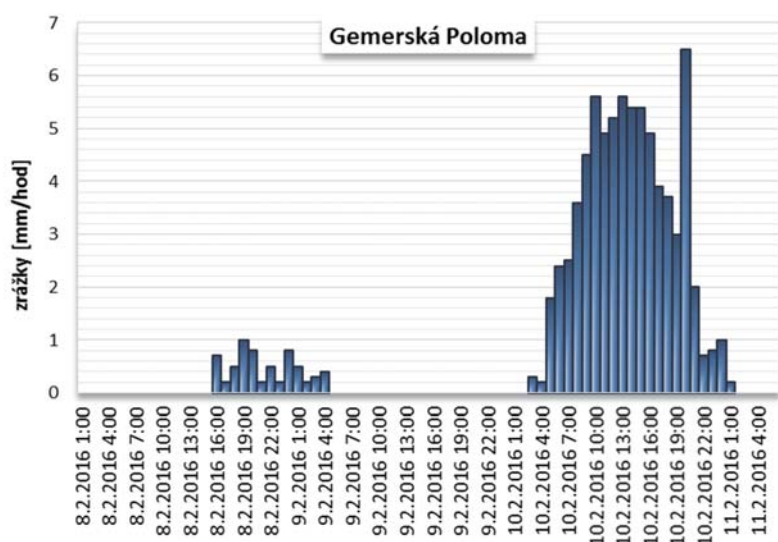
Obr. 1 Kumulované denné úhrny zrážok na povodie Slanej a ich porovnanie s februárovým normálom (N_II1961 – 1990)

ny zrážok na povodie Slanej a ich porovnanie s februárovým normálom je na obr. 1.

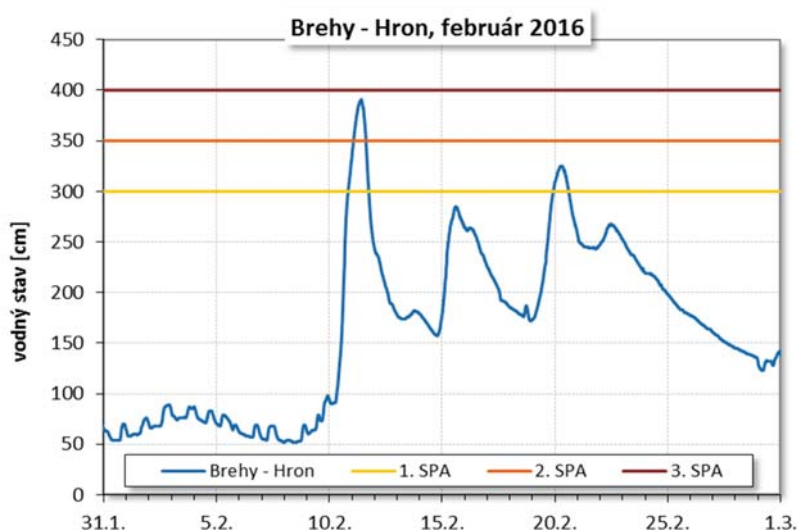
O extrémnosti situácie z pohľadu atmosférických zrážok svedčí aj fakt, že v zrážkomernej stanici Ábelová v povodí Iplá bol februárový normál prekročený viac ako 5-násobne. Viac ako 4-násobok mesačného normálu zrážok sme zaznamenali v 18 staniách v povodí

ni 110 mm, iba v južnej časti Rimavskej kotliny dosiahli 80 mm.

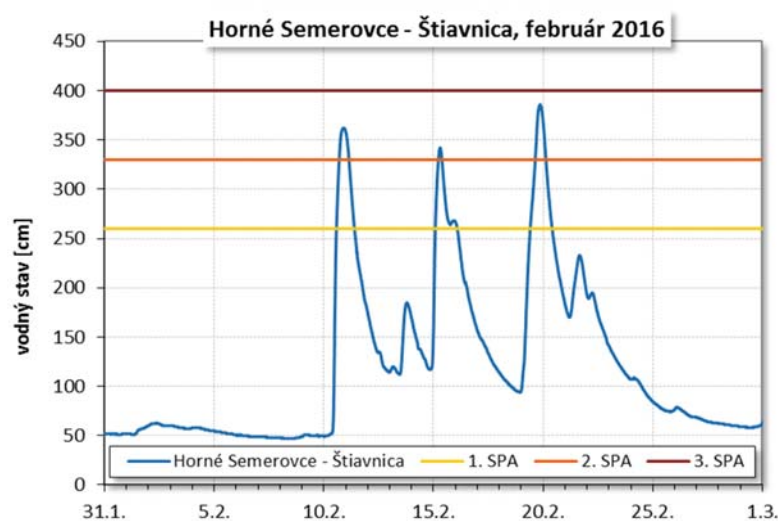
Samotná zrážková činnosť sa sústreďovala do niekoľkých epizód. Prvá a najvýraznejšia zasiahla povodia Hrona, Iplá a Slanej 8. – 10. februára. Na Hrone a Slanej boli namerané trojdenné úhrny zrážok väčšinou v rozmedzí 40 – 60 mm, v extrémnych prípadoch nad 70 mm, maximálne 89 mm na Motyč-



Obr. 2 Hodinové úhrny zrážok 8. – 11. 2. 2016 v automatickej zrážkomernej stanici Gemerská Poloma v povodí Slanej



Obr. 3 Priebeh vodných stavov vo vodomernej stanici Brehy – Hron vo februári 2016 s vyznačenými hladinami, zodpovedajúcimi stupňom povodňovej aktivity (SPA)



Obr. 4 Priebeh vodných stavov vo vodomernej stanici Horné Semerovce – Štiavnica vo februári 2016 s vyznačenými hladinami, zodpovedajúcimi stupňom povodňovej aktivity (SPA)

kách (Hron) a 92 mm v Ratkovskom Bystrom (Slaná). Trojdenné úhrny zrážok na Iplí sa pohybovali od 22 mm v Medovarciach až do 70 mm na Ružinej.

Druhá epizóda zrážok bola zaznamenaná 12. – 15. 2. v povodí Hrona, resp. 12. – 16. 2. na Iplí a Slanej, následne tretia 18. – 21. 2. Viacdenné úhrny zrážok dosiahli hodnôt v rozmedzí prevažne 20 – 50 mm v povodí Hrona, 30 – 40 mm v povodí Iplá a 30 – 60 mm na Slanej s Rimavou.

Vo väčšine zrážkomerných staníc bol maximálny februárový denný úhrn registrovaný 10. 2. 2016. Najvyššie namerané bodové hodnoty (>50 mm) boli zaznamenané v povodí Slanej (maximálne 61,6 mm v Nižnej Slanej) a výrazne prekročili februárový normál.

Hodinové úhrny zrážok z vybranej automatickej zrážkomernej stanice v dňoch 8. – 10. 2. 2016 sú na obr. 2. Maximálne hodinové intenzity zrážok sa pohybovali na úrovni 5 – 6 mm. Zrážky boli v čase i priestore pomerne rovnomerne rozdelené. Podobné rozdelenie bolo zaznamenané aj pri ostatných zrážkových epizódach.

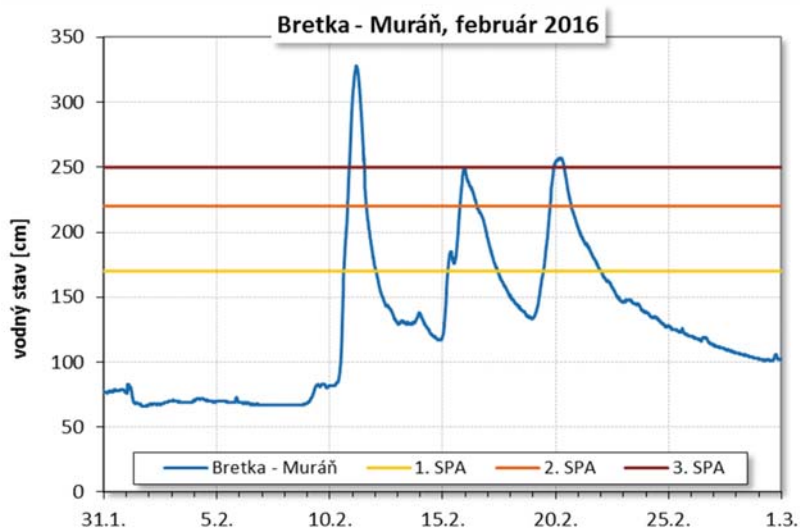
HYDROLOGICKÁ SITUÁCIA

Aj keď hlavnou príčinou povodňovej situácie boli výdatné atmosférické zrážky, ich transformácia na odtok bola **priaznivo** ovplyvnená aj ďalšími faktormi – a to hlavne časovým a priestorovým rozdelením zrážok, 1- až 2-dňovým bezzrážkovým obdobím po prvej aj druhej zrážkovej epizóde, skupenstvom zrážok, výškou celkovej snehovej pokrývky a hĺbkou premrzania pôdy.

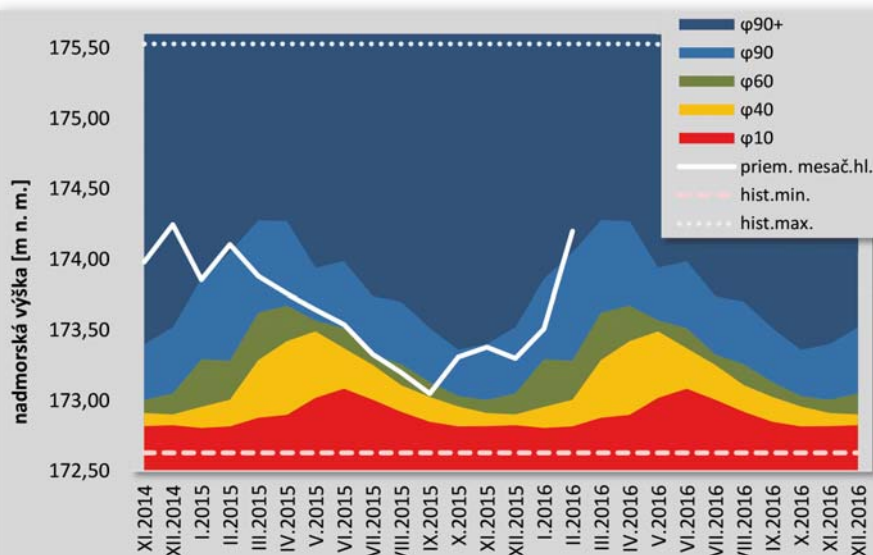
Nasýtenosť povodí bola pred výskytom príčných atmosférických zrážok nízka. Vodnosť tokov sa na základe údajov z hydroprognózných staníc z 8. 2. 2016 o 6:00 h SEČ pohybovala na úrovni prietokov s m-dennosťou $Q_{200d} - Q_{290d}$ v povodí Hrona a Slanej, vyššia bola v povodí Iplá, na úrovni $Q_{70d} - Q_{120d}$.

V povodí Hrona spadla časť zrážok vo vyšších polohách vo forme snehu a akumulovala sa. Nepodíeľala sa na priamom odtoku, vďaka čomu bola povodňová situácia na Hrone priaznivejšia. V dolnej časti povodia Hrona boli zrážky už len dažďové. Na Iplí a Slanej s Rimavou sa od stredných polôh vyskytovali aj zrážky zmiešané.

Výrazné vzostupy vodných hladín, ako reakcia na výdatné zrážky 8. – 10. 2.,



Obr. 5 Pribeh vodných stavov vo vodomernej stanici Bretka – Muráň vo februári 2016 s vyznačenými hladinami, zodpovedajúcimi stupňom povodňovej aktivity (SPA)



Obr. 6 Pribeh priemernej mesačnej úrovne hladiny podzemnej vody vo vzťahu k jednotlivým prahovým hodnotám a jej historickému maximu a minimu v sonde č. 850 Holiša v povodí Iplľa

boli zaznamenané na hlavných tokoch ako aj na prítokoch 10. februára v ranných hodinách. V ten istý deň v popoludňajších až nočných hodinách kulminoval Hron na prítokoch a vo svojej hornej a strednej časti, Ipeľ v Kalinove a takmer na všetkých prítokoch, v povodí Slanej niektoré prítoky v horných častiach povodí – Štítnik, Rimava a Rimavica.

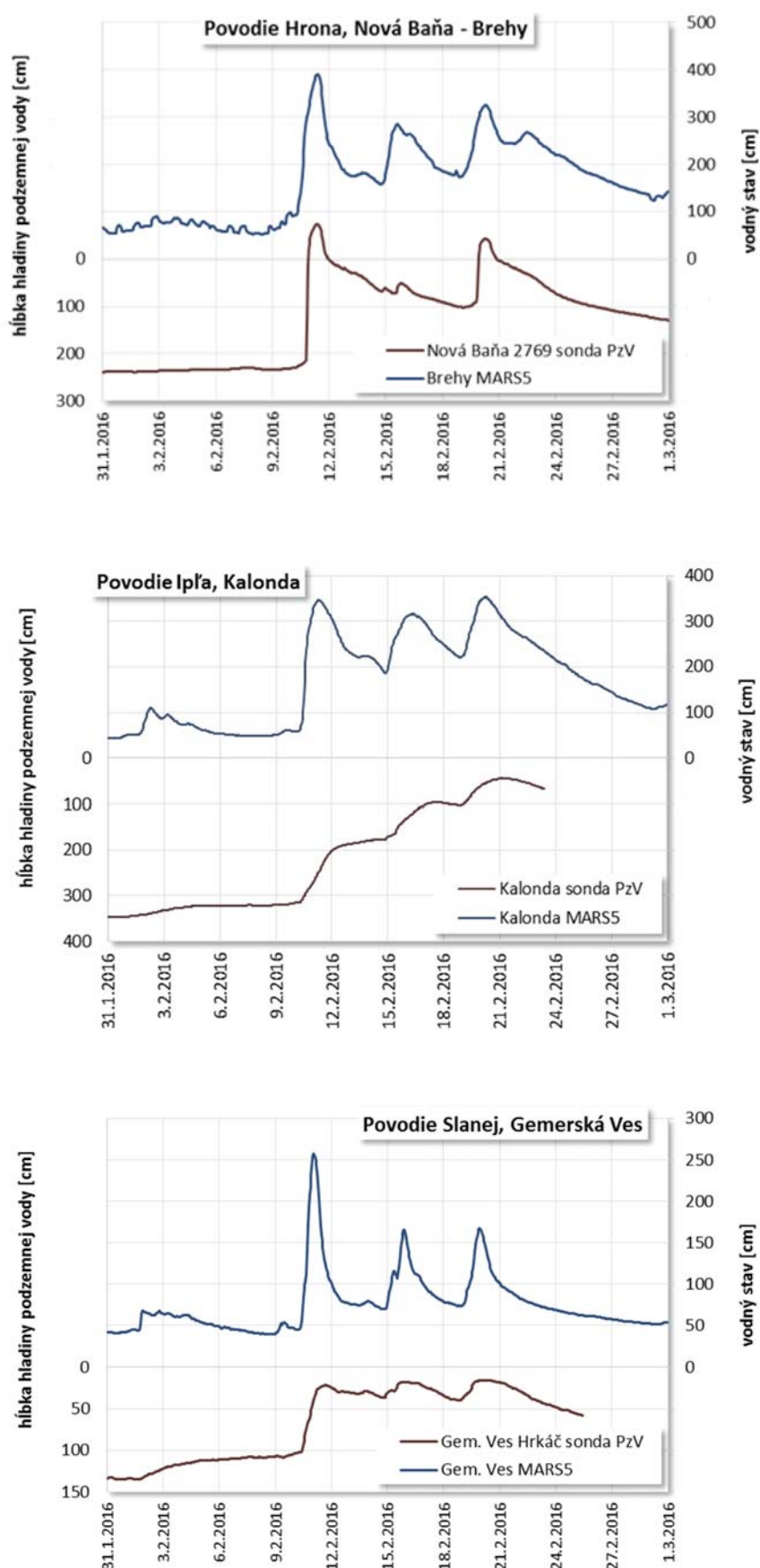
V povodí Hrona dosahovali kulminačné vodné stavy väčšinou hodnoty zodpovedajúce 1. stupňu povodňovej aktivity (1. SPA), len vo Zvolene na Neresnici kulminačný vodný stav prekročil hodnotu 2. SPA. Kulminačné prietoky boli na úrovni 1 až 2-ročných prietokov. V dolnej časti povodia kulminoval Hron v nasledujúcich dňoch. Kulminač-

né vodné stavy dosahovali väčšinou hodnoty 1. SPA, okrem vodomernej stanice v Brehoch, kde bol zaznamenaný najvýraznejší vzostup. 11. 2. 2016 Hron v Brehoch kulminoval na úrovni 2. SPA (obr. 3). V tejto časti povodia už väčšina zrážok spadla vo forme dažďa, ale odtok bol dotovaný aj topením sa snehovej pokrývky v stredných polohách Štiavnických vrchov a Vtáčnika. Hladina stúpala za 30 hodín o 300 cm. Kulminačný prietok v Brehoch bol hydrologicky najvýznamnejším februárovým prietokom v povodí Hrona a dosiahol hodnotu prietoku opakujúceho sa v priemere raz za 5 rokov. Kulminačné prietoky vo vodomerných staniaciach na dolnom Hrone zodpovedali hodnotám 1 až 2-ročných prietokov.

10. februára dosahovali vodné stavy v povodí Iplľa, v Kalinove a takmer na všetkých prítokoch, kulminačné hodnoty, zodpovedajúce 1. a 2. SPA. Kulminačné prietoky boli na úrovni 1- až 2-ročných prietokov. Najvýraznejší vzostup bol zaznamenaný vo vodomernej stanici Horné Semerovce v Štiavnici (obr. 4), kde hladina stúpala za 12 hodín o 309 cm. V ranných hodinách 11. februára boli zaznamenané kulminácie na Iplí v Holiši a Kalonde. Kulminačné prietoky zodpovedali hodnotám 1-ročných prietokov. Hlavný tok kulminoval v strednej a dolnej časti až v nasledujúcich dňoch. Situácia na dolnom úseku Iplľa bola komplikovaná aj tým, že došlo ku skladaniu povodňových vln z prítokov s povodňovou vlnou na hlavnom toku, čo ovplyvnilo najmä trvanie povodňovej situácie. Kulminačné prietoky sa pohybovali na úrovni prietokov vyskytujúcich sa priemerne raz za rok.

Na hornej Rimave v povodí Slanej prekročila kulminácia v Hnúšti-Likieri hladinu, zodpovedajúcu 3. SPA. Kulminačné prietoky na Štítniku, Rimave a Rimavici boli 10. februára na úrovni 1- až 5-ročných prietokov. Ďalšie prítoky, Muráň a Turiec, ako aj hlavný tok kulminovali 11. februára. Vo vodomerných staniaciach na prítokoch, v Bretke na Muráni (obr. 5), v Gemerskej Vsi a Behynciach na Turci a vo Vlkyni na Rimave, kulminačné vodné stavy prekročili hodnoty zodpovedajúce 3. SPA. Najvýraznejší vzostup bol zaznamenaný vo Vlkyni na Rimave, kde hladina stúpala za menej ako 24 hodín o 340 cm. V Lennartovciach, v dolnej časti povodia Slanej, kulminačný vodný stav 11. februára prekročil hodnotu zodpovedajúcu 2. SPA. Kulminačný prietok bol na úrovni prietoku vyskytujúceho sa priemerne raz za 5 rokov.

V povodí Slanej, na prítokoch Turiec a Muráň, sa vyskytli hydrologicky najvýznamnejšie kulminácie februárových povodní. 11. 2. 2016 dosiahol kulminačný prietok v Gemerskej Vsi na Turci hodnotu prietoku s dobou opakovania raz za 50 rokov, v Behynciach raz za 20 rokov a na Muráni v Bretke sa vyskytol 10-ročný prietok. Podľa predbežných údajov **to boli druhé najvyššie kulminačné prietoky za pozorovacie obdobie** v týchto vodomerných staniaciach. Hodnoty kulminačných prietokov z roku 2010 neboli prekonané.



Obr. 7 Priebeh hĺbok hladiny podzemnej vody od úrovne terénu a vodných stavov vo vybraných objektoch podzemných (sonda PzV) a povrchových vôd (MARSS) v povodí Hrona, Ipľa a Slanej vo februári 2016

Pri nasledujúcich zrážkovoodtokových situáciách (zrážky 12. – 16. 2. a 18. – 21. 2.) boli v nami sledovaných povodiach opätovne zaznamenané výrazné vzostupy vodných hladín. Kulminačné vodné stavy však boli väčšinou nižšie ako pri prvej epizóde, len vo Vlkyňi na Rimave bola kulminácia rovnaká. Kulminačné vodné stavy v povodí Hrona prekročili hodnoty zodpovedajúce 1. SPA, v povodí Ipľa a Slanej 1. a 2. SPA, iba v Bretke na Muráni a vo Vlkyňi na Rimave hodnoty zodpovedajúce 3. SPA. Kulminačné prietoky boli na úrovni 1- až 2-ročných prietokov, iba vo Vlkyňi na Rimave na úrovni prietoku, vyskytujúceho sa priemerne raz za 5 – 10 rokov.

Povodňová situácia trvala najdlhšie na dolnom Ipľi vo vodomernej stanici Vyškovce nad Ipľom. Hladina zodpovedajúca 1. stupňu povodňovej aktivity bola nepretržite prekročená 245 hodín od 11. do 25. februára 2016.

PODZEMNÉ VODY

Obdobie povodňových prietokov predstavuje intenzívne napájanie podzemných vôd prierečnych území vodou z povrchových tokov. To sa potvrdilo aj pri februárovej povodňovej situácii. Napriek rekordným zrážkam na veľkosť kulminačných prietokov na nami monitorovaných tokoch priaznivo zapôsobilo viacero faktorov. Najvýznamnejším z nich bol vzťah medzi povrchovými a podzemnými vodami.

Hladiny podzemných vôd na Slovensku klesali prakticky od júla do októbra 2015. Od novembra sme zaznamenali iba pozvoľné dopĺňanie podzemných vôd. Už v priebehu prvých dvoch dní februárovej povodne dosiahli hladiny podzemnej vody vo vybraných objektoch hodnoty $\varphi 90$ až $\varphi 90+$ v porovnaní s prahovými mesačnými hodnotami, vypočítanými za referenčné obdobie hydrologických rokov 1981 – 2000. Prahové hodnoty sú odvodené z krivky pravdepodobností prekročenia úrovne hladín podzemných vôd [2]. Priebeh priemernej mesačnej úrovne hladiny podzemnej vody vo vzťahu k jednotlivým prahovým hodnotám a jej historickému maximu a minimu v sonde Holiša v povodí Ipľa je na obr. 6.

Časovo aj priestorovo rovnomerné rozdelenie zrážok, prevažne kladné teploty pôdy a nízke hladiny podzemných vôd pred nástupom povod-

ne ovplyvnili retenčné vlastnosti povodí a tým aj priebeh odtoku. Znížil sa objem zrážok, podieľajúcich sa na priamom odtoku, čím sa priaznivo ovplyvnila povodňová situácia a znížili sa kulminačné prietoky. Veľká časť zrážok sa podieľala na doplnení podzemných vôd v hydraulikej spojitosti s povrchovým tokom. Zmeny hladín podzemných vôd z vybraných sond ako aj priame ovplyvnenie hladiny podzemnej vody z povrchového toku je na obr. 7.

ZÁVER

Tohtoročná povodňová situácia najviac zasiahla povodie Slanej a Ipľa. Bola výnimočná najmä **tým, že sa na nej aj napriek zimnému mesiacu podieľali najmä tekuté zrážky bez príspevku topenia sa snehovej pokrývky**. Zásochy vody v snehu boli vo februári v povodiach Slanej a Ipľa minimálne. Naopak v povodí Hrona spadla časť zrážok vo vyšších polohách vo forme snehu a akumulovala sa. Nepodieľala sa

na priamom odtoku, vďaka čomu bol priebeh povodňovej situácie na Hrone priaznivejší.

Časovo a priestorovo rovnomerné rozdelenie zrážok, prevažne kladné teploty pôdy a nízke hladiny podzemných vôd pred nástupom povodne priaznivo ovplyvnili retenčné vlastnosti povodí a tým aj priebeh celého odtoku. Znížil sa objem zrážok, ktoré sa podieľali na priamom odtoku, vďaka čomu sa znížili aj kulminačné prietoky.

Hydrologicky najvýznamnejšie kulminácie sa vyskytli 10. a 11. 2. 2016 v povodí Slanej, na prítokoch Turiec a Muráň. Kulminačný prietok v Gemerskej Vsi na Turci dosiahol hodnotu prietoku s dobou opakovania raz za 50 rokov, v Behynciach raz za 20 rokov a na Muráni v Bretke sa vyskytol 10-ročný prietok. Podľa predbežných údajov to boli druhé najvyššie kulminačné prietoky za pozorovacie obdobie v týchto vodomerných staniách. Hodnoty z roku 2010 neboli prekonané.

Aj keď z hľadiska opakovania nedosiahli kulminačné prietoky historické hodnoty, ako v prípade atmosférických zrážok a teplôt vzduchu, mimoriadnosť februárovej povodňovej situácie bola v jej trvaní a priestorovom rozsahu. Zasiahla nielen povodia Hrona, Ipľa aj Slanej s Rimavou, ale aj ostatné slovenské povodia. Kulminačné vodné stavy prekročili hladiny, zodpovedajúce 1. až 3. SPA v 2/3 stanic v správe regionálneho strediska SHMÚ Banská Bystrica, čo predstavuje 40 operatívnych hydrologických stanic. Povodňová situácia trvala od 10. do 25. februára 2016.

Počas tejto povodne sa vo vodomerných staniách vykonalo 34 meraní pre upresnenie merných kriviek prietokov a jedno celoprofilové meranie mútnosti vody (plavenín) v Kameníne na Hrone. Merania sa vykonávali hydrometrickými vrtulami, aj na závese so závažím z mosta, ultrazvukovými prístrojmi (ADCP) a z hydrometrickej lanovky.

Literatúra:

- [1] Faško, P., Turňa, M., Kajaba, P., Ivaňáková, G. 2016: Teplotne a zrážkovovo rekordný február 2016. [online], [citované 8.6.2016], Dostupné na internete: <<http://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=697>>
- [2] Slivová, V. 2015: Zhodnotenie časti hydrologického roka 2015 s ohľadom na výskyt sucha. *Vodohospodársky spravodajca*. 2015,

roč. 58, č. 9-10, s. 7-9. ISSN 0322-886X.

- [3] Kyselová, D., Hrušková, K., Trstenský, T., Borsányi, P., Kolačná, Z., Padúch, F., Podolinská, J., Kováč, P. 2016: Mimoriadny február 2016 v povodí Hrona, Ipľa a Slanej. Povodňová správa. [online], [citované 8.6.2016], Dostupné na internete: <<http://www.shmu.sk/sk/?page=128>>



Miki Fekete



Miki Fekete



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

Hodnotenie kvality sedimentov v nádržiach SR

Ing. Pavel Hucko, CSc.

Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava

ÚVOD

Zloženie a množstvo dnových sedimentov akumulovaných v útvaroch povrchových vôd (toky a nádrže) indikuje ekologický stav na celom území tak z hľadiska antropogénnych aktivít, ako aj erózných procesov v príslušnom povodí. Systematickým sledovaním a hodnotením kvality dnových sedimentov možno identifikovať časové zmeny látok prítomných v sedimentoch a hodnotenie potenciálneho rizika ohrozenia prirodzenej rovnováhy vo vodnom ekosystéme.

Význam sledovania kvality sedimentov v sebe zahŕňa smernica Európskeho Parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 (RSV) ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky, ktorá zavádza komplexnú integrovanú štruktúru riadenia Európskej vodnej politiky [1] v rámci jej implementácie v jednotlivých členských štátoch, ďalej smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/105/ES zo 16. decembra 2008 o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky [2] a smernica Komisie 2009/90/ES z 31. júla 2009, ktorou sa v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a sledovanie stavu vôd [3]. Monitoring a hodnotenie kvality sedimentov je nevyhnutným príspevkom k napĺňaniu cieľov RSV, článku 1c „zvýšená ochrana a zlepšenie vodného prostredia, okrem iného prostredníctvom špecifických opatrení na postupné znižovanie vypúšťania, emisií a únikov prioritných látok a zastavenie alebo postupné ukončenie vypúšťania, emisií a únikov prioritných nebezpečných látok“. Problematika monitoringu sedimentov a bioty je rozpracovaná v EU WFD CIS Guidance document No. 25 On chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive [4].

Kvalitatívne hodnotenie dnových sedimentov tokov a nádrží je možné vykonať vo vzťahu k rôznym legislatívnym predpisom, resp. postupom. Tomuto hodnoteniu je potom nevyhnutné podriaďovať aj spôsob odberu vzoriek sedimentov, ich spracovanie a analytické postupy.

KVALITATÍVNE HODNOTENIE DNOVÝCH SEDIMENTOV

Hodnotenie kvality sedimentov vodných tokov a nádrží je možné uskutočniť z viacerých hľadísk. Okrem možného opätovného využitia sedimentov aplikáciou na pôdu, hodnotenia kontaminácie zeminy, uloženia na skládku je tu aj environmentálne hľadisko. Používané metódy kvalitatívneho hodnotenia dnových sedimentov vychádzajú z porovnávania získaných výsledkov k limitným hodnotám hodnotiacich kritérií. Jedná sa o hodnotenie podľa: 1) Zákona č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov [5]; 2) Metodického pokynu (MP) MŽP SR č. 549/1998-2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží [6]; 3) Vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z. z 28. mája 2010, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov [7]; 4) Kanadskej smernice Canadian Sediment Quality Guideline for the protection of Aquatic Life [8], ktoré sa po dohode s maďarskou stranou používa pre hodnotenie sedimentov z VD Gabčíkovo. Ďalej sa môžeme stretnúť s hodnotením sedimentov podľa Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní závaz-

kov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie [9], v ktorom sú stanovené ukazovatele a normatívy pre asanáciu znečistenej zeminy, pôdy a podzemných vôd a tiež Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok [10].

HODNOTENIE KVALITY SEDIMENTOV PODĽA ZÁKONA č. 188/2003 Z. z.

Zákonom č. 188/2003 Z. z. (ďalej „zákon“) [5] sa podľa § 1, odsek 1a, upravujú podmienky aplikácie čistiarenského kalu a dnových sedimentov do poľnohospodárskej pôdy a do lesnej pôdy tak, aby sa vylúčil ich škodlivý vplyv na vlastnosti pôdy, rastliny, vodu a na zdravie ľudí a zvierat. V zmysle § 3, odsek 1b zákona, možno do poľnohospodárskej pôdy alebo do lesnej pôdy aplikovať len dnové sedimenty, v ktorých koncentrácia rizikových látok neprevyšuje ani v jednom sledovanom ukazovateli medzné hodnoty určené v prílohe č. 3 zákona a podľa § 5, odsek 1, je povolené do poľnohospodárskej a lesnej pôdy aplikovať len dnové sedimenty s minimálnym 18-percentným obsahom organických látok v sušine.

Podľa § 4, ods. 1, je možné dnové sedimenty aplikovať do poľnohospodárskej pôdy alebo do lesnej pôdy, v ktorej je koncentrácia rizikových látok nižšia ako medzné hodnoty určené v prílohe č. 4 a v ktorej sa medzné hodnoty neprevyšujú ani po aplikácii dnových sedimentov. Pred samotnou aplikáciou dnových sedimentov je potrebné v zmysle § 6, odsek 1, uskutočniť analýzu na zistenie obsahu rizikových látok, ktorá musí obsahovať podľa odseku 6 stanovenie: a) obsahu sušiny, organického podielu, b) hodnoty pH, c) celkového obsahu dusíka, fosforu, draslí-

ka a horčíka, d) obsahu ťažkých kovov As, Cd, Cr_{celk}, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn a ďalej stanovenie absorbovatelných organických halogénov (AOX), polychlórovaných bifenylov (PCB – suma kongénov 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) a polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU – acenaftén, benzo(bjk)fluorantén, benzo(a)pyrén, benzo(ghi)perylen, fenantrén, fluorén, fluorantén, pyrén, indeno(1,2,3-c,d)pyrén).

Zistené výsledky sa porovnávajú s prílohou č. 3 zákona č. 188/2003 Z. z. Limitné (medzné) hodnoty koncentrácie sú spolu s výsledkami z **vybraných nádrží pre maximálne stanovené hodnoty** uvedené v tabuľke 2 [12 – 14].

HODNOTENIE KVALITY SEDIMENTOV PODĽA MP MŽP SR č. 549/1998 – 2

Metodický pokyn (MP) MŽP SR č. 549/1998 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží stanovuje všeobecné princípy pre hodnotenie rizík spôsobovaných nepriaznivými faktormi pre človeka a životné prostredie vyplývajúce v tomto prípade zo sedimentov akumulovaných v tokoch a nádržiach. Výsledkom procesu hodnotenia a riadenia rizík je optimalizácia rizika s cieľom dosiahnuť minimálne spoločensky prijateľnú mieru zdravotného a ekologického rizika. Hodnotenie sa vykonáva na základe štandardizovaných hodnôt (hodnoty pre sedimenty sú štandardizované na 10 % obsah organickej hmoty a 25 % podiel lutitovej (prachovito/ílovitej) frakcie so zrnitosťou zložením <0,063 mm) porovnaním s kritériami kvality sedimentov uvedenými v prílohe č. 1 k Metodickému pokynu č. 549/98 – 2. Pod kritériami kvality sedimentov (*Sediment Quality Criteria*, SQC), na základe ktorých sa robí hodnotenie, sa rozumejú číselné koncentrácie chemických látok alebo ich zlúčenín prítomných v sedimentoch, odvodené na základe ekotoxikologických testov, na základe ktorých možno odvodiť mieru potenciálneho rizika pre živé organizmy, vrátane človeka (t. j. pre ekosystém ako taký). V rámci SQC sú uvedené viaceré limitné koncentrácie – podľa stupňa ochrany príslušných organizmov, resp. spoločenských ekosystémov. Limitné hodnoty uvedené v prílohe č. 1 k MP MŽP SR č. 549/1998-2 reprezentujú nasledovné environmentálne riziká:

TV – CIEĽOVÁ HODNOTA (*Target Value*, TV) parameter aplikovaný pri štúdiu kritérií kvality sedimentov (SQC) – odvodený z ekotoxikologických testov. Hodnota TV predstavuje 1/100 hodnoty MPC.

MPC – MAXIMÁLNA PRÍPUSTNÁ KONCENTRÁCIA (*Maximum Permissible Concentration*, MPC) je koncentrácia určitej chemickej látky (zlúčeniny) v sedimente, prekročenie ktorej vyvoláva v danom ekosystéme neprijateľné riziko. MPC v kritériách hodnotenia kvality sedimentov bolo stanovené

Risk Level). Intervenčná hodnota má slúžiť ako kritérium pre proces rozhodovania pri plánovaní rozsahu nápravných (remediačných) opatrení v silne kontaminovaných územiach v krátkodobom časovom horizonte.

MP MŽP SR č. 549/98 – 2 vychádza z medzinárodne platných noriem, predpisov a postupov aplikovaných predovšetkým v krajinách EÚ a USA, limitné hodnoty sú prebrané z holandskej smernice o najvyšších prípustných hodnotách znečistenia sedimentov. Prístup k hodnoteniu rizík zo znečis-

Tab. 1 Princíp metodického pokynu MŽP SR

Riziko	Hranica	Označenie hornej hodnoty koncentrácie pre prežitie (%) organizmov	Prežitie
Ekologické hodnotenie sedimentov			
Zanedbateľné riziko	Menej ako cieľová hodnota koncentrácie	TV (100 %)	Prežitie 100 % organizmov
Prípustné riziko	Menej ako maximálne prípustná koncentrácia	MPC (95 %)	Prežitie 95 – 100 % organizmov
Závažné vysoké neprípustné riziko	Viac ako maximálne prípustná koncentrácia	IV (50 %)	Prežitie 50 – 95 % organizmov
Nakladanie so sedimentmi			
Testovacia hodnota pre nakladanie so sedimentmi	Treba testovať sediment pri jeho použití alebo uložení	Tvd (95 – 50 %)	Prežitie 50 – 95 %

pri hladine HC5, t. j. na úrovni zabezpečujúcej prežitie 95 % všetkých druhov organizmov v danom ekosystéme. Filozofia stanovenia MPC vyplýva z predpokladu, že pri 95%-nej ochrane všetkých druhov organizmov v ekosystéme sa tento môže nerušene rozvíjať a fungovať. Maximálna prípustná koncentrácia je suma *požadovanej koncentrácie* (Cb) a takzvaného *maximálneho prípustného prídavku* (MPA), t. j. MPC = MPA + Cb.

TVd – TESTOVACIA HODNOTA (*Testing Value*, TVd). Parameter aplikovaný pri kritériách kvality sedimentov (SQC). Tento parameter leží v intervale hodnôt MPC a IV a v niektorých krajinách slúži pre účely rozhodovania pri nakladaní s vybagrovaným sedimentom z dna tokov a vodných nádrží.

IV – INTERVENČNÁ HODNOTA (*Interventional Value*, IV). Parameter aplikovaný pri štúdiu kritérií kvality sedimentov (SQC) – odvodený z ekotoxikologických testov. V tomto význame hodnota IV určitej chemickej látky zodpovedá koncentrácii tejto látky, pri ktorej je zabezpečená ochrana 50 % všetkých živočíšnych druhov v ekosystéme (HC50), a teda ktorá pre príslušný ekosystém predstavuje vysoké riziko (*High*

tených sedimentov by mal byť podľa tohto metodického pokynu trojzložkový, teda mal by hodnotiť nielen obsah znečisťujúcich látok v sedimente a jeho zloženie (fyzikálno-chemická analýza), ale hodnotenie by malo byť doplnené meraním ekotoxicity a hodnotením biologickej kvality sedimentu. MP MŽP SR č. 549/98 – 2 je založený na definovaní určitých hraníc rizika v ekosystéme (tab. 1).

Výsledky celkového hodnotenia sedimentov sú zaradené do troch základných tried:

- Bez účinku – namerané hodnoty pre každú chemickú látku či zlúčenie sú menšie ako limitná hodnota MPC uvedená v prílohe č. 1 metodického pokynu pre sušinu sedimentu.

+ Potenciálne riziko – namerané hodnoty hoci len pre jednu chemickú látku či zlúčenie ležia v intervale = alebo > ako MPC až < ako IV.

++ Závažné riziko – namerané hodnoty čo i len pre jednú látku alebo zlúčenie sú rovné alebo presahujú IV.

Príklady hodnotenia kovov v sedimentoch vo vybraných vodných nádržiach a limitné hodnoty sú uvedené v tabuľke 3 a výskyt PCB v sedimentoch Zemplínskej šíravy v tabuľke 4 [12 – 14].

HODNOTENIE KVALITY SEDIMENTOV PODĽA VYHLÁŠKY MŽP SR č. 263/2010 Z. z.

Pri hodnotení a nakladaní so sedimentmi je možné postupovať podľa zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch v znení neskorších úprav. V zákone č. 343/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov [11] sa § 1 odsek 2 dopĺňa písmenami i) až k), kde písmeno k) znie: „sedimenty premiestňované v rámci povrchových vôd na účely vodného hospodárstva a riadenia vodných tokov

zujú nebezpečné vlastností“. Ak je splnená vyššie uvedená podmienka, tak sa na sedimenty pri nakladaní s nimi nevzťahuje zákon č. 223/2001 Z. z., ale je treba preukázať, že nemajú nebezpečné vlastnosti. Pre tento účel je potrebné zisťovať ich vlastnosti podľa vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. [7].

Hodnotenie kvality sedimentov vychádza z požiadaviek vyhlášky MŽP SR č. 283/2011 Z. z. v znení vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z., § 32 ods. 5 písmeno b, ktorý znie „b) stabilizované ne-

pad, ktorý nie je nebezpečný, uvedené v prílohe č. 11b; nesmú sa však ukladať spolu s rozložiteľným odpadom, ktorý nie je nebezpečný, pričom metódy analýz a skúšok odpadov sú uvedené v prílohe č. 11c“. Výsledky analýz nátičných vzoriek sedimentov, výluhov sedimentov zo zdrže Hrušov a limitné hodnoty sú uvedené v tabuľke 5 [14].

ODBERY VZORIEK SEDIMENTOV Z VODNÝCH NÁDRŽÍ

Odbery vzoriek sedimentov z vodných nádrží sa v rámci prác vo VÚVH uskutočňovali pomocou odberového zariadenia firmy UWITEC – CORRER 60 a 90, rozdiel medzi jednotlivými typ-

Tab. 2 Maximálne hodnoty ukazovateľov v sedimentoch vybraných vodných nádrží a ich hodnotenie podľa zákona č. 188/2003 Z. z.

Vodná nádrž/ukazovateľ	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Jednotka	mg/kg							
Orava	3,24	1,06	29,34	30,68	0,101	44,29	27,18	107,2
Liptovská Mara	6,10	2,11	340,81	29,98	0,154	42,18	39,54	114,8
Krpeľany	7,17	1,39	28,60	38,30	0,178	35,80	54,30	134,0
Hričov	6,90	2,05	30,93	42,33	0,675	46,12	41,99	122,0
Nosice	6,17	0,97	31,31	48,70	0,209	50,85	35,44	126,1
Slňava	5,93	1,11	41,70	43,74	0,202	46,98	37,07	110,2
Kráľová	4,82	1,19	29,96	38,93	0,167	46,29	39,85	125,3
Veľké Kozmálovce	41,6	3,65	27,00	110,0	0,770	22,60	68,50	720,0
Klenovec	9,51	0,42	29,00	24,60	0,127	34,20	45,40	118,0
Málinec	6,75	1,06	27,60	22,2	0,103	20,60	29,50	131,0
Palcmanská Maša	86,50	2,11	32,79	68,33	0,817	61,17	80,75	257,8
Starina	8,50	0,94	35,40	47,40	0,492	65,71	32,69	118,3
Bukovec	814,0	5,41	9,75	68,36	3,820	29,80	430,20	301,4
Zemplínska šírava	5,02	1,10	27,80	30,50	0,100	43,90	29,90	103,0
Medzné hodnoty koncentrácie	20	10	1 000	1 000	10	300	750	2 500

Vodná nádrž/ukazovateľ	PAU	PCB	AOX	Organický podiel
Jednotka	mg/kg			%
Orava	1,319	0,0067	15,3	3,41
Liptovská Mara	0,661	0,0196	25,8	6,20
Krpeľany	1,870	0,0203	39,4	2,53
Hričov	2,937	0,0419	13,7	30,47
Nosice	6,404	0,0036	48,1	4,12
Slňava	3,132	<0,0025	34,0	3,70
Kráľová	2,090	<0,0025	20,8	5,15
Veľké Kozmálovce	8,120	0,0467	50,1	2,79
Klenovec	0,470	0,1838	62,4	9,56
Málinec	0,180	0,0135	69,4	3,07
Palcmanská Maša	3,050	0,0259	36,9	8,09
Starina	0,126	<0,0025	<50	1,53
Bukovec	0,436	0,0240	42,0	3,87
Zemplínska šírava	0,270	0,940	3,46	2,10
Medzné hodnoty koncentrácie	6	0,8	500	>18

Poznámky: Hodnoty označené tučne prekračujú medznú hodnotu

alebo na zabránenie záplavám, alebo na zmiernenie účinkov povodní a období sucha, alebo na rekultiváciu pôdy, ak sa preukáže, že sedimenty nevyka-

reakčné nebezpečné odpady, ktorých hraničné koncentrácie látok nesmú presiahnuť limitné hodnoty ukazovateľov pre triedu skládky odpadov a od-

mi je v použití trubice o priemere buď 6 cm alebo 9 cm (pozri obrázok 1). Zariadenie pozostáva z plastovej jadrovej trubice uchytenej v konštrukcii na na-

Tab. 3 Maximálne štandardizované hodnoty kovov v sedimentoch vybraných vodných nádrží

Vodná nádrž/ukazovateľ	Sb	As	Ba	Be	Cd	Cr	Co	Cu
Jednotka	mg/kg							
Orava	<0,06	6,10	-	2,62	2,04	56,46	57,25	70,73
Liptovská Mara	0,23	12,94	-	3,10	4,06	655,4	53,35	69,15
Krpeľany	7,17	6,12	736,0	2,56	2,68	55,11	52,83	83,86
Hričov	<0,04	12,92	-	-	3,95	82,92	-	97,64
Nosice	<0,10	11,61	-	1,51	1,87	60,23	57,69	70,75
Veľké Kozmálovce	276,9	831,4	5 641,1	15,87	92,26	538,2	329,4	2 286,1
Málinec	1,17	12,80	1 283,1	1,91	2,05	53,66	67,07	51,78
Palcmanská Maša	0,16	162,8	-	2,76	4,07	63,61	125,1	157,5
Zemplínska šírava	0,67	9,47	613,1	2,25	2,12	53,61	54,57	70,54
MPC	15	55	300	1,2	12	380	19	73

Vodná nádrž/ukazovateľ	Hg	Pb	Mo	Ni	Se	Tl	V	Zn
Orava	0,149	45,30	0,29	141,0	-	-	63,60	283,2
Liptovská Mara	0,230	65,82	0,47	134,3	-	-	65,24	302,9
Krpeľany	0,264	68,70	1,26	114,4	1,57	0,24	107,1	354,7
Hričov	1,005	69,97	-	148,1	-	-	-	325,2
Nosice	0,514	59,03	0,346	161,8	-	-	56,62	332,8
Veľké Kozmálovce	19,63	1 543,6	31,57	486,0	35,97	24,84	1 115,0	17 371
Málinec	0,121	40,89	0,78	67,28	1,11	0,52	165,9	351,6
Palcmanská Maša	1,213	134,9	0,619	195,6	-	-	62,15	685,9
Zemplínska šírava	0,150	49,89	0,69	126,2	1,30	0,17	107,3	273,1
MPC	10	530	200	44	2,9	620	2,6	56

Poznámky: MP MŽP SR č. 549/1998-2: MPC – maximálna prípustná koncentrácia. Hodnoty označené tučne prekračujú MPC.

vijaku. Trubica sa zatláča do sedimentu gravitačne vlastnou váhou, ktorú je možné zvýšiť prídavným závažím.

Odbery vzoriek sedimentov boli vykonané v súlade s STN EN 5667-12: 2001 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 12: Pokyny na odber dnových sedimentov.

Vzorky sedimentov sa odoberali minimálne v troch v priečných profiloch

(erózna časť, prechodová časť a sedimentárna časť podľa charakteru nádrže), minimálne 4 bodové vzorky z jedného odberového miesta a z takto odobratých vzoriek sa urobili zmiešané vzorky pri použití celého odobratého stĺpca – jadra (hodnotenie kvality sedimentu v celej jeho odobratej hĺbke), ktoré sa následne analyzovali podľa požiadaviek jednotlivých hodnotení.

VÝSLEDKY A ICH DISKUSIA

V nasledujúcom texte a tabuľkách sú uvedené výsledky analýz sedimentov pre vybrané vodné nádrže (VN) a ich hodnotenie podľa jednotlivých hodnotiacich postupov.

Hodnotenie kvality sedimentov podľa zákona č. 188/2003 Z. z. V tabuľke 2 sú uvedené maximálne hodnoty stanovené v sedimentoch vybraných

Tab. 4 Štandardizované hodnoty PCB v sedimentoch vodnej nádrže Zemplínska šírava

Ukazovateľ/ označenie vzorky	V	P1-3	K1-3	L1-3	MP MŽP SR č. 549/1998-2			
					TV	MPC	TVd	IV
Jednotka	µg/kg							
PCB č.8	114,8	240,0	390,0	219,5				
PCB č.28*	657,1	850,0	1 634,0	1 195,0	1	4	30	
PCB č.52*	226,2	354,0	553,5	358,5	1	4	30	
PCB č.101*	166,7	245,0	391,5	280,0	4	4	30	
PCB č.118*	264,8	862,0	556,5	416,0	4	4	30	
PCB č.138*	268,6	427,0	613,5	410,0	4	4	30	
PCB č.153*	269,0	387,5	589,0	393,5	4	4	30	
PCB č.180*	333,3	425,0	362,0	239,0	4	4	30	
PCB č.203	26,7	64,5	71,0	45,0				
Suma 7- PCB*	2 185,7	3 550,5	4 700,0	3 292,0	20		200	1 000

Poznámka: V – východná časť, P – prímestská časť, K – kameňolom, L – lodenica Kaluža
Tučne sú vyznačené hodnoty prekračujúce MPC (aj TVd), resp. IV hodnotu pri sume PCB.

Tab. 5 Výsledky analýz výluhov a natívnych vzoriek sedimentov zo zdrže Hrušov podľa vyhlášky MŽP SR č. 263/2010 Z. z.

Ukazovateľ	Jednotka	Zdrž Hrušov/ VD Čunovo-1	Zdrž Hrušov/ VD Čunovo-2	Zdrž Hrušov/ VD Čunovo-3	Trieda skládky odpadov		
					SKIO	SKNNO	SKNO
					Trieda vylúhovateľnosti		
					I	II	III
VÝLUHY							
pH	(-)	7,86	8,04	7,9	6 – 12	5,5 – 13	4 – 13,5
Hliník	mg/l	0,0642	0,0262	0,0123	2	50	-
Arzén		0,00561	0,00425	0,00485	0,05	0,2	2,5
Bárium		0,0199	0,0213	0,0216	2	10	30
Kadmium		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	0,1	0,5
Kobalt		<0,05	<0,05	<0,05	0,1	1	5
Chróom celk		<0,002	<0,002	<0,002	0,05	1	7
Meď		0,0028	0,0025	<0,002	0,2	5	10
Ortuť		<0,00005	<0,00005	0,00017	0,001	0,02	0,2
Molybdén		0,00573	<0,005	<0,005	0,05	1	3
Nikel		<0,05	<0,05	<0,05	0,04	1	4
Olovo		<0,001	<0,001	<0,001	0,05	1	5
Antimón		0,00303	0,00278	0,00359	0,006	0,07	0,5
Selén		<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,05	0,7
Cín		<0,01	<0,01	<0,01	0,2	5	20
Vanád		<0,01	<0,01	<0,01	0,05	2	10
Zinok		<0,02	<0,02	<0,02	0,4	5	20
Chloridy		3,1	3,2	2,7	80	1 500	2 500
Fluoridy		0,15	0,16	0,15	1	15	50
Sířany		15,4	16	17,8	100	2 000	5 000
FI		<0,006	<0,006	<0,006	0,1	50	100
DOC		8,3	6,8	8,4	50	80	100
CRL		109	143	115	400	6 000	10 000
KEU		<0,005	<0,005	<0,005	0,02	1	2
Ekotoxická	ml/l	negatívne	negatívne	negatívne	negatívne	10	-
NATÍVNA VZORKA							
SŽ	% hm.	0,0053	0,0052	0,0053	5	8	10
TOC		0,404	0,381	0,348	3	5	6
BTEX	mg/kg	0,0027	0,0059	<0,0025	6	-	-
PCB		0,0227	<0,0025	0,0283	1	-	100
UHL		76	66	95	500	1 000	50 000
PAU		0,100	<0,02	<0,02	80	-	100
Arzén		9,24	8,88	8,71	200	-	5 000
Kadmium		<0,2	<0,2	<0,2	4	-	5 000
Ortuť		0,32	0,29	0,3	2	-	3 000
Nikel		26,9	35,3	37,5	500	-	5 000
Olovo		15,3	15,2	15,1	500	-	10 000

Poznámky: Zdrž Hrušov/ VD Čunovo: 1 – pri hati, 2 – stred, 3 – koniec odberového miesta (Danubiana)

FI – Fenolový index, KEU – Kyanidy ľahko uvoľniteľné, CRL – Celkové rozpustené látky, SŽ – Strata žiňaním pri 550 °C, UHL – Uhlíkové látky C10-C40

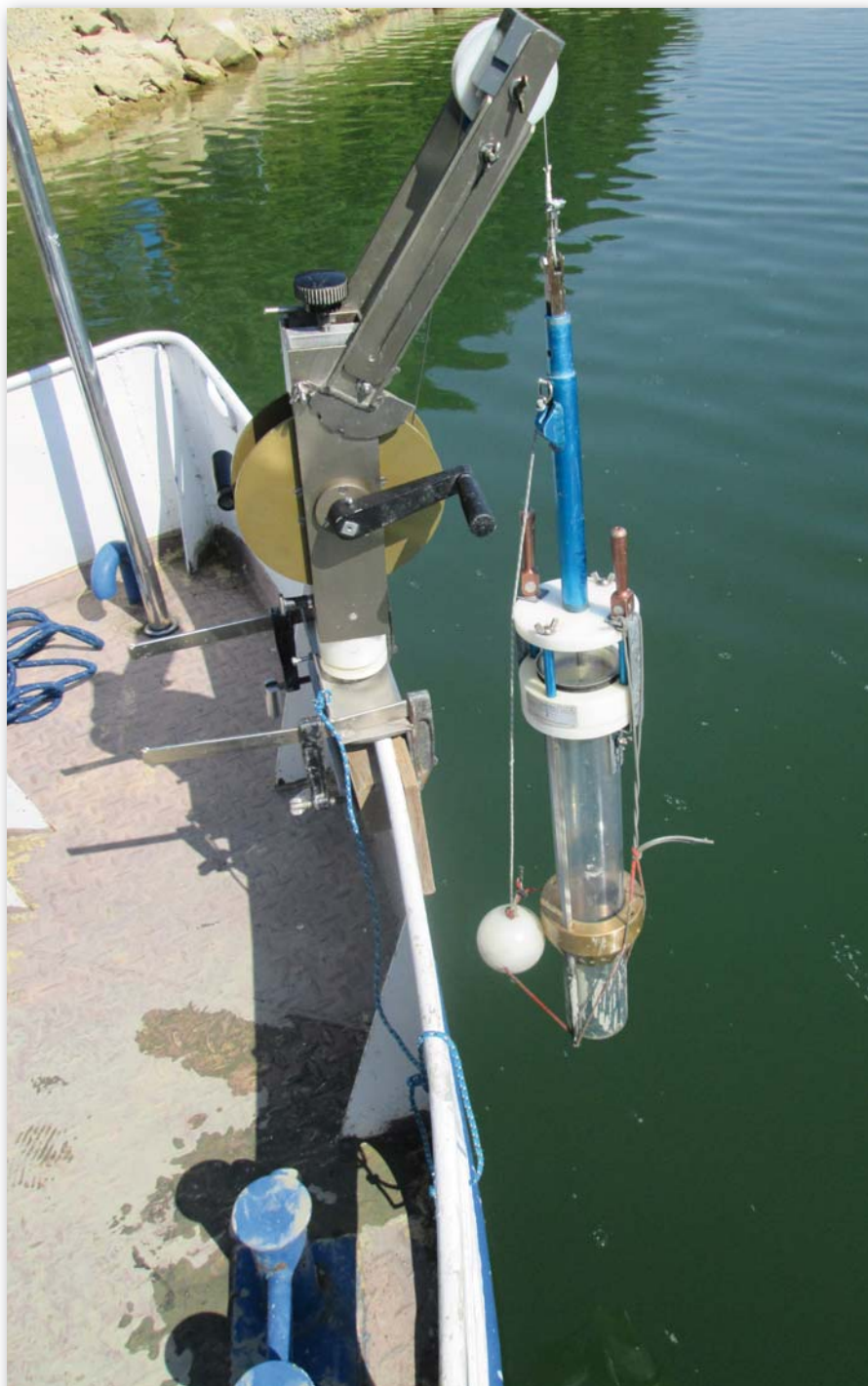
VN, porovnané s medznými hodnotami z prílohy č. 3, zákona č. 188/2003 Z. z. Z výsledkov analýz vzoriek sedimentov vyplýva, že u hodnotených kovov boli zistené prekročené medzné hodnoty koncentrácie v prípade arzenu u VN Veľké Kozmálovce, Pálmanská Maša a Bukovec. Ostatné analyzované kovy vyhovovali podmienkam zákona č. 188/2003 Z. z., aj keď niektoré z nich dosahova-

li v analyzovaných sedimentoch vyššie hodnoty v porovnaní s ostatnými (napr. kadmium, ortuť a olovo vo VN Bukovec, chróm vo VN Liptovská Mara a meď a zinok vo VN Veľké Kozmálovce).

V skupine ukazovateľov reprezentujúcich organické látky (PAU – polycyklické aromatické uhľovodíky, PCB – polychlórované bifenyly a AOX – adsorbovateľné organicky viazané ha-

logény) bolo v sedimentoch zistené prekročenie medzných hodnôt koncentrácie PAU v sedimente z VN Nosice a Veľké Kozmálovce a PCB v sedimente z VN Zemplínska šírava. Vzorky z ostatných nádrží spĺňali podmienky medzných koncentrácií.

Obsah organických látok v sušine vo vzorkách dnových sedimentov, okrem jednej, bol nižší než je požadovaných



Obr. 1 Odberové zariadenie firmy Uwitec Mondsee – jadrovnicový odoberák CORRER 90 nainštalovaný na plavidle SVP, š. p. OZ Košice, Správa povodia Bodrogu, Trebišov na VS Veľká Domaša

Z tabuľky 3 vyplýva, že v sedimentoch vybraných vodných nádrží nevyhovuje hodnotám MPC viacero kovov. Vo VN Orava boli prekročené MPC u Be, Co, Ni, V a Zn; vo VN Liptovská Mara to boli u Be, Cr, Co, Ni, V a Zn; vo VN Krpeľany sa jednalo o Ba, Be, Co, Cu, Ni V a Zn; vo VN Hričov išlo o Cu, Ni a Zn; vo VN Nosice išlo o Be, Co, Ni, V a Zn; vo VN Veľké Kozmálovce sa jednalo o všetky sledované kovy s výnimkou Mo a Tl; vo VN Málinec boli prekročené hodnoty u Ba, Be, Co, Ni, V a Zn; vo VN Palcmanská Maša sa jednalo o As, Be, Co, Cu, Ni, V a Zn; vo VN Zemplínska šírava boli prekročené MPC u Ba, Be, Co, Ni, V a Zn. Najvýraznejšie prekračovanie MPC bolo vo VN Veľké Kozmálovce.

Hodnotenie výskytu organických látok podľa MP MŽP je prezentovaný výskytom PCB v sedimentoch Zemplínskej šíravy. Sediment VN Zemplínska šírava (tabuľka 4) je významne znečistený PCB. Všetky odobraté vzorky prekračovali štandardizované hodnoty MPC pre všetky hodnotené kongenéry o niekoľko poriadkov. Dokonca suma PCB prekročila vo všetkých vzorkách aj intervenčnú hodnotu.

Hodnotenie kvality sedimentov podľa vyhlášky MŽP SR č. 263/2010

Z. z. je vykonané pre sedimenty zo zdrže Hrušov – predhatie Hate na obtoku (SVD G-N, vodné dielo (VD) Čunovo) (tabuľka 5). V zmysle vyhlášky sa hodnotia natívne vzorky sedimentov a výluhy z týchto sedimentov z pohľadu potenciálneho skládkovania na skládkach odpadov [15].

Z výsledkov analýz výluhov z odobratých vzoriek sedimentov vyplýva, že tieto vo všetkých hodnotených ukazovateľoch vyhovovali požiadavkám limitných hodnôt pre SKIO (skládka odpadov na inertný odpad). Hodnotené ukazovatele sa vo výluhoch sedimentov vyskytovali v hodnotách o jeden až dva poriadky nižšie než sú limitné hodnoty pre jednotlivé druhy skládok, resp. sú pod detekčným limitom.

V prípade výsledkov analýz natívnych vzoriek sedimentov sa zistilo, že tieto vyhovovali uloženiu na skládke odpadov na inertný odpad. Hodnotené ukazovatele sa v natívnych vzorkách sedimentov tiež vyskytovali v hodnotách o jeden až dva poriadky nižšie než sú limitné hodnoty pre jednotlivé druhy skládok, resp. boli zistené pod detekčným limitom.

18%. Zo získaných výsledkov sa ukazuje, že práve obsah organických látok v sedimentoch bude vo všeobecnosti, okrem nevyhovujúcich kvalitatívnych ukazovateľov, najväčším problémom pri ich využití aplikáciou na pôdu, pretože ich hodnoty bývajú pomerne nízke. Pri aplikácii sedimentov na pôdu by bolo potrebné dodať potrebné množstvo organických látok.

Hodnotenie kvality sedimentov podľa MP MŽP SR č. 549/1998 – 2. V tabuľke 3 sú uvedené maximál-

ne štandardizované hodnoty stanovené v sedimentoch vybraných vodných nádrží pre ukazovatele kovy. Zistené štandardizované hodnoty sú porovnané s limitnými hodnotami podľa prílohy č. 1 k MP MŽP, osobitne k maximálnej prípustnej koncentrácii – MPC. Zo sledovaných organických látok z priestorových dôvodov uvádzam v príspevku v tabelárnej forme a hodnotenie len pre výsledky stanovenia PCB v sedimentoch VN Zemplínska šírava (tabuľka 4).

ZÁVERY

Hodnotenie kvality dnových sedimentov vodných nádrží je možné vykonať vo vzťahu k rôznym legislatívnym predpisom. Tomuto hodnoteniu je potom nevyhnutné podriaďovať aj spôsob odberu vzoriek, ich spracovanie a analytické postupy.

V príspevku je uvedené hodnotenie

kvality sedimentov akumulovaných vo vybraných vodných nádržiach na Slovensku – Orava, Liptovská Mara, Krpelany, Hričov, Nosice, Slňava, Kráľová, Veľké Kozmálovce, Klenovec, Málnec, Palcmanská Maša, Starina, Bukovec a Zemplínska šírava.

V zmysle hodnotiacich kritérií možno konštatovať rôznu mieru konta-

minácie sedimentov akumulovaných v uvedených vodných nádržiach.

Počet nevyhovujúcich ukazovateľov závisí od zvoleného hodnotiaceho kritéria. Najväčší počet nevyhovujúcich ukazovateľov a vzoriek bol zistený pri hodnotení podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 549/1998 – 2, ktorý sa ukazuje byť ako najprísnejší.



Obr. 2 Odber vzoriek sedimentov na VS Orava

Foto: autor

LITERATÚRA

- [1] Smernica Európskeho Parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 (RSV) ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky. http://www.vuvh.sk/rsv2/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=53&lang=sk.
- [2] Smernica 2008/105/ES Európskeho parlamentu a Rady o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky, o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a o zmene a doplnení smernice 2000/60/ES zo 16. decembra 2008.
- [3] Smernica Komisie 2009/90/ES z 31. júla 2009, ktorou sa v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a sledovanie stavu vôd.
- [4] EU WFD CIS Guidance document No. 25 On chemical monitoring of sediment and biota under the water framework directive. Technical Report – 2010.3991. Luxembourg. ISBN 978-92-79-16224-4.
- [5] Zákon č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Zbierka zákonov č. 188/2003. Čiastka 91.
- [6] Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 27. augusta 1998 č. 549/98 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží. Vestník MŽP SR, ročník VI, č. 5, 1998.
- [7] Vyhláška MŽP SR č. 263/2010 Z. z. z 28. mája 2010, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z. z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov. Zbierka zákonov č. 263/2010, Čiastka 104.
- [8] Canadian Sediment Quality Guideline for the protection of Aquatic Life (CSQG), Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg 1999, Upgrade 2002.
- [9] Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie, 1997.
- [10] Rozhodnutie MP SR č. 531/1994-540 o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok. Vestník MP SR, ročník XXVI, č. 1, 1994, s. 3-10.
- [11] Zákon č. 343/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zbierka zákonov č. 343/2012. Čiastka 86.
- [12] Hucko, P., Kovalčík, B.: Riešenie problematiky sedimentov vodných nádrží a možnosti ich využitia. Záverečná správa. VÚVH Bratislava, 2007.
- [13] Hucko, P.: Hodnotenie environmentálnych vplyvov sedimentov vodných nádrží a možnosti ich riešenia. Záverečná správa VÚVH Bratislava, 2007.
- [14] Hucko, P.: Vplyv erózných procesov v povodí na kvalitu vody v tokoch. Záverečná správa. VÚVH Bratislava, 2007.
- [15] Hucko, P., Juhás, M.: Vyhodnotenie vzoriek sedimentov zo zdrže Hrušov. Záverečná správa. Záverečná správa VÚVH Bratislava, 2012.

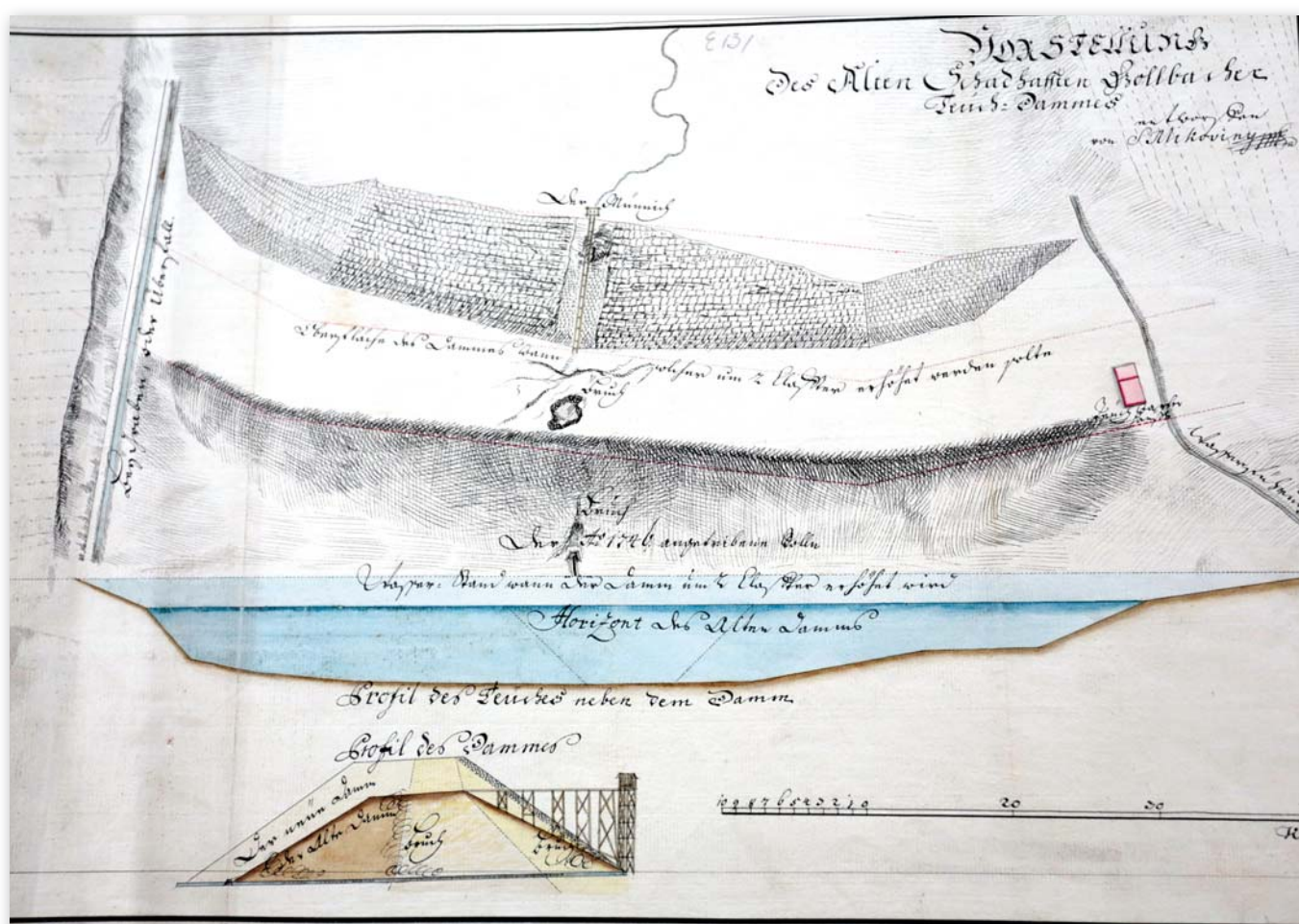
Kolpašský vodohospodársky systém

Ing. Michal Červeň

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Závod Dunaj

Úvod

Kolpašský vodohospodársky systém, jeden z ôsmich systémov Banskostíavnickej vodohospodárskej sústavy sa skladal z troch tajchov, troch zberných jarkov a jedného náhonného jarku. Systém sa rozprestiera v dvoch povodiach. Podstatne väčšia časť patrí do povodia Hrona, menšia do povodia rieky Ipel'. Väčšina tohto systému sa nachádza v dnešnej obci Banský Studenec. Paradoxom ostáva, že voda zachytená v tejto oblasti slúžila pre banské účely Rybníckej doliny a šachty František, ktorá sa nachádza v Banskej Štiavnici. Hlavné využitie spočívalo v dodávaní technologickej vody pre banské úpravárenské zariadenia – stupy.



Obr. 1 Poškodená hrádza pôvodného Kolpašského tajchu a návrh novej hrádze tajchu, Samuel Mikoviny, 1746. (Slovenský banský archív Banská Štiavnica)

VZNIK KOLPAŠSKÉHO VODOHOSPODÁRSKEHO SYSTÉMU

Prvou časťou tohto systému bol tajch Rybník, ktorý vznikol v roku 1727 v Rybníckej doline v miestach dnešnej železničnej trate v blízkosti stanice Banská Štiavnica. Keďže tento nevelký, nižšie položený tajch nemohol dodávať vodu novým, vyššie položeným

stupám, rozhodol sa Hlavný Komorský Banský úrad pre výstavbu nového, vyššie položeného tajchu. Ten sa mal nachádzať v obci Kolpachy (dnešný Banský Studenec), až 6 km od desiatich stúp v Rybníckej doline. V roku 1730 sa pristúpilo k výstavbe Kolpašského tajchu nad obcou Kolpachy. Tajch mal na starosti staviteľ zo Sliezska, ktorý stavbu realizoval. Po dokončení tajchu

sa prejavili netesnosti v hrádzi. Voda začala presakovať popri potrubíu dnového výpustu až na vzdušnú stranu hrádze. Problémom netesnej hrádze sa venoval aj Samuel Mikoviny, ktorý prišiel do Banskej Štiavnice v roku 1735. Avšak ani sám Mikoviny nedokázal dostatočne hrádzu opraviť. Preto navrhol generálnu opravu hrádze. Dvorská komora vo Viedni tento projekt nepodporila,



Obr. 2 Kolpašský náhonný jarok – aquadukt, 2015



Obr. 3 Kolpašský náhonný jarok – umelý násyp Kysihýbel, 2015



Obr. 4 Kolpašský zberný jarok, 2015

čo sa nakoniec vypomstilo. V roku 1746 sa hrádza Kolpašského tajchu pretrhla. Pôvodný tajch už nebol opravený a je pravdepodobné, že za celých šesťnásť rokov nebol ani využívaný. Ešte v tom istom roku sa pristúpilo k stavbe nového Kolpašského tajchu, ktorý sa zachoval až dodnes (obr. 1).

VEĽKÝ KOLPAŠSKÝ TAJCH

Kolpach teich

V roku 1746 naprojektoval nový Kolpašský tajch S. Mikovíny, ktorý ho umiestnil o čosi nižšie do údolia. Mikovíny mal na výber, prestavať starú porušenú hrádu alebo postaviť novú. Vybral si postaviť novú, väčšiu. Po odstránení starej priehrady prišla na rad ďalšia otázka, či je vhodné budovať novú priehradu na základoch starej, alebo nájsť iné miesto, aby sa získal čo možno najväčší objem tajchu. Mikovíny zrejme nechcel stavať novú priehradu na pôvodnom mieste. Aby sa vyhol stavbe na starých základoch, rozhodol sa postaviť vyššiu priehradu nižšie v údolí. Navrhol 15,5 m vysokú priehradu, ktorá by bola o 4,3 m vyššia ako pôvodná. Avšak takto vysokú priehradu by nebolo možné nižšie v údolí zaviazat do prirodzených svahov údolia. Preto navrhol zaujímavé riešenie, a to zvýšiť ľavú a pravú stranu údolia, tým že na prirodzené chrbátice údolia nasype umelé bočné hrádze. Týmto odvážnym riešením mohol do "zlepšených pomerov" vybudovať 15,5 m vysokú, mohutnú, heterogénnu priehradu, ktorá by inak na tomto mieste nikdy nemohla stáť. Nielen, že získal viac vody, ale hlavne potvrdil svojho vodohospodárskeho génia.

MALÝ KOLPAŠSKÝ TAJCH

Kleiner Kolbach teich

Trinásť rokov po smrti Mikovínyho v roku 1763 bola priehrada Kolpašského tajchu predĺžená a v menšom údolí vzniká nový Kolpašský tajch. Od tohto roku hovoríme o Veľkom a Malom Kolpašskom tajchu (obr. 6), ktoré boli v prevádzke až do roku 1975, kedy naposledy priviedli vodu k šachte František v Banskej Štiavnici (obr. 5).

KOLPAŠSKÉ ZBERNÉ A NÁHONNÉ JARKY

Oba kolpašské tajchy boli vybudované v povodí Hrona na prítoku malého sezónneho potôčika, ktorý nepostačoval potrebám celoročnej pre-



Obr. 5 Malý Kolpašský tajch

Kolpašské tajchy

Tajch	Rok	Typ hrádze	Šírka koruny (m)	Výška (m)	Šírka ZŠ (m)
Pôvodný Kolpašský	1730	Heterogénna	12,60	11,20	53,00
Veľký Kolpašský	1746	Heterogénna	14,70	15,50	60,80
Malý Kolpašský	1763	Heterogénna	3,00	6,80	24,10

vádzky desiatich stúp a jednej šachty. Preto S. Mikovíny navrhol priviesť vodu do nádrže tajchu umelým spôsobom a to prostredníctvom troch zberných jarkov. Mikovíny projektoval tieto jarky len pre Veľký Kolpašský tajch, keďže Malý ešte v tej dobe neexistoval. Takto naakumulovaná voda sa vypúš-

ťala do náhonného jarku, ktorý končil pred stupami na začiatku Rybníckej doliny (obr. 7).

HORNOKOLPAŠSKÝ ZBERNÝ JAROK

Hornokolpašský zberný jarok bol vybudovaný v roku 1746. Jarok bol špeci-

fický v tom, že privádzal väčšinu vody z toku Jasenica, ktorý tečie popod tajchy cez obec Banský Studenec. Keďže jarok odoberal vodu z toku vyššie v údolí, mohol ju pohodlne doviest až do nádrží tajchov. Jarok sa nachádza na pravom úbočí doliny, ktorou preteká Jasenica. Ústí do nádrží za parkoviskom pre návštevníkov kolpašských tajchov, kde sa rozdeľuje a podľa potreby privádza vodu buď do Veľkého alebo Malého Kolpašského tajchu. Táto časť jarku je v dnešnej dobe funkčná. Dĺžka jarku je 1 330 m.

DOLNOKOLPAŠSKÝ ZBERNÝ JAROK

Dolnokolpašský zberný jarok sa nachádzal pod Hornokolpašským a bol z tejto dvojice kratší. Rovnako ako vyššie položený jarok, odoberal vodu z toku Jasenica a privádzal ju najprv do Veľkého Kolpašského tajchu a neskôr do Malého Kolpašského tajchu. Jarok je v dnešnej dobe nefunkčný, z časti zastavaný. Dĺžka jarku je 505 m.

KOLPAŠSKÝ ZBERNÝ JAROK

Kolpašský zberný jarok bol zaujímavým a zároveň zvláštnym jarkom. Privádzal vodu z povodia rieky Ipel' aj napriek tomu, že Kolpašské tajchy sa nachádzajú v povodí Hrona. Dokonca privádzal vodu až zo Suchého potoka, ktorý sa vlieva do toku Štiavnica vo Svätom Antone. Jarok takto zachy-



Obr. 6 Veľký a Malý Kolpašský tajch – schéma budovania



Obr. 7 Kolpašský vodohospodársky systém

tenú vodu priviedol na stranu Hrona cez sedlo nad obcou Banský Studenec. Zvláštny bol aj v tom, že neústil do žiadneho kolpašského tajchu. Končil nad Banským Studencom, kde bola zachytená voda prepúšťaná do jednej z bočných dolín údolia. Takto prepustená voda bola zachytená nižšie Dolnokolpašským zberným jarkom a privedená do Veľkého, neskôr Malého Kolpašského tajchu. Najmä krkolomné zakončenie a príliš veľká starostlivosť viedla k tomu, že jarok bol už koncom 18. stor. opustený a vyradený z prevádzky. Aj napriek tomu je v súčasnosti viditeľný a relatívne zachovalý. Dĺžka jarku je 3 165 m (obr. 4).

KOLPAŠSKÝ (RYBNÍCKY) NÁHONNÝ JAROK

Voda z oboch kolpašských tajchov sa vypúšťala do náhonného jarku, ktorý ju privádzal až do Banskej Štiavnice, čo umožňovalo jej použitie na pohon mlynov na Kolpachoch (Banský Studenec) Drvivé množstvo vody, však putovalo práve do Štiavnice, kde bola privedená na stupy v Rybníckej doline a k šachte František. Jedná sa o jeden z najdlhších náhonných jarkov

v celej Banskoštiavnickej vodohospodárskej sústave, ktorý viedol ponad obec Banský Studenec. Následne prechádzal na prístupovú asfaltovú cestu, ktorá spája B. Studenec s B. Štiavnicou (vďaka výstavbe spomínanej cesty sa v týchto miestach jarok nezachoval). Ďalej prechádzal umelým násypom v oblasti Kysihýbla až k družstvu pod Drieňovou. Následne sa tiahol popod Drieňovú až k štolni, ktorá vyúsťovala na druhej strane kopca v Rybníckej doline. Kolpašský náhonný jarok slúžil svojmu účelu až do roku 1975, čím sa stal najdlhšie funkčným jarkom Banskoštiavnickej vodohospodárskej sústavy. Dĺžka jarku je 6 063 m z toho štölne 680 m.

Tento jarok je špecifický a výnimočný tým, že jeho umelý násyp v oblasti Kysihýbla, ktorou sa tiahne, je zároveň násypom umelo rozdeľujúcim povodie Hrona od povodia Iľľa (obr. 3). Ďalším významným bodom trasy je o niečo nižšie auqudukt, ktorý ho previedol ponad starú úzkorozchodnú železnicu z Hronskej Breznice do Banskej Štiavnice (obr. 2). Tento objekt bol vybudovaný v roku 1873 ako jeden zo siedmich štiavnických divov s názvom: „voda tečie po moste“. Kedysi viedla popri jarku

cesta do B. Štiavnice a starí kolpašania hovorievali „ideme hore do mesta“, pričom voda v jarku tiekla opačným smerom. Kolpašania si naozaj mysleli, že idú hore do mesta, avšak mierili k Antolskej bráne, ktorá sa nachádzala nižšie ako Kolpachy. Tento štiavnický div súvisiaci s jarkom dostal meno „voda tečie do kopca“. Takisto ich miatla takmer stojatá voda vo vrstevnicovom jarku, ktorá len pomaly prúdila smerom do B. Štiavnice.

ZÁVER

Voda z toku Jasenica, ale aj z povodia Suchého potoka, či čiastkových povodií Hrona prinášala neďalekej Banskej Štiavnici úžitok približne 230 rokov. Kolpašský vodohospodársky systém vydržal v prevádzke najdlhšie spomedzi všetkých systémov Banskoštiavnickej vodohospodárskej sústavy. Od ukončenia prevádzky poslednej úpravne pri šachte František ubehlo už 41 rokov. V súčasnosti je tento systém nefunkčný a je takmer nemožné ho obnoviť. Oba tajchy však našli nové využitie. Stali sa obľúbeným miestom oddychu a relaxu, ktoré vyžívajú dovolenkári najmä v letných mesiacoch.

Foto: autor

LITERATÚRA

[1] LICHNER M. a kol., Banskoštiavnicke tajchy, Layont Štúdio HARMONNY, s.r.o. 2005. 127 s. ISBN 80-89151-08-6

[2] NOVÁK J., a kol. Tajchy v okolí Banskej Štiavnice. AB ART Press Lichardova 51 Slovenská Ľubča 2012. ISBN 978-80-89270-72-9.

[3] Kolektív spoluautorov: Banská Štiavnica 7x7, vyd. Spoločnosť Hermann Armin s.r.o., 2010, ISBN 978-80-970421-9-6

Informácie

Informácie o nových STN

Prípravila: **Mgr. Daša Borovská**

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

V júli a auguste 2016 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN 75 6101: 2016 Gravitačné kanalizačné systémy mimo budov

Vydaním STN 75 6101: 2016 sa zrušila STN 75 6101: 2002 Stokové siete a kanalizačné prípojky.

STN EN 878: 2016 (75 8100) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Síran hlinitý

Vydaním STN EN 878: 2016 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 878: 2004.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 882: 2016 (75 8102) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú

vodu. Hlinitan sodný

Vydaním STN EN 882: 2016 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 882: 2005.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 887: 2016 (75 8106) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Síran železito-hlinitý

Vydaním STN EN 887: 2016 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 887: 2005.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 1420: 2016 (75 8700) Vplyv organických materiálov na pitnú vodu.

Stanovenie pachu a posudzovanie chuti vody v potrubných systémoch

Vydaním STN EN 1420: 2016 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 1420-1: 2001.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 15975-1 + A1: 2016 (75 5701) Bezpečnosť zásobovania pitnou vodou. Pokyny na riadenie rizika a krízové riadenie. Časť 1: Krízové riadenie

Vydanie STN EN 15975-1 z roku 2011 bolo doplnené o zmenu A1: 2015 a vydané nanovo (2016) spolu s touto zmenou.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

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 43 404

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

© Vodohospodársky spravodajca dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie ročník 59

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.zzvvh.sk

Redakcia: Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: +421 (0)2 59 343 404, mobil: +421 905 594 435, e-mail: hucko@vuvh.sk, maria.berecova@vuvh.sk

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

Dátum vydania: september 2016

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Berecová

Grafická úprava: Peter Vlček **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



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

