



Vodohospodársky spravodajca 1-2

ročník 58

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie

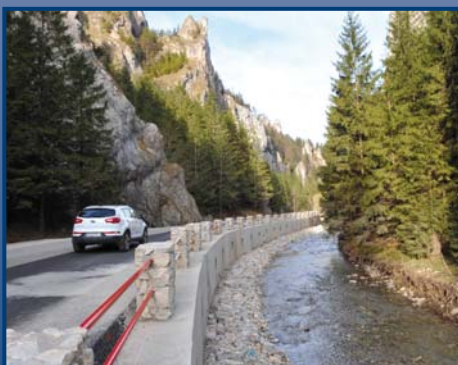
2015



PF 2015



V Košiciach odovzdali ďalšie tri stavby protipovodňovej ochrany – strana 13



Katastrofálne následky povodne vo Vrátnej odstránené – strana 17



Vodné dielo - plavebný stupeň Kolárovo na Váhu – strana 34

REG  TRANS-**rittmeier**

KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ



Myšlienka, návrh, projekt



Voda je život, chráňme si ju

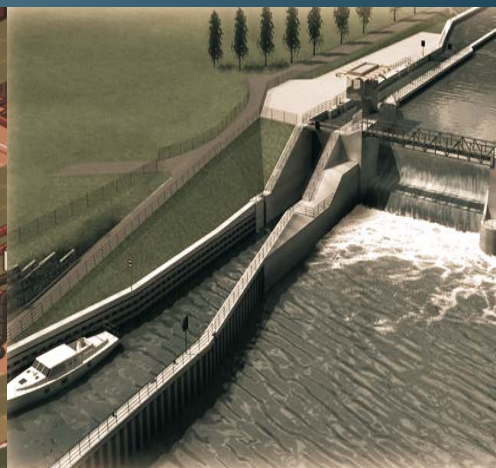
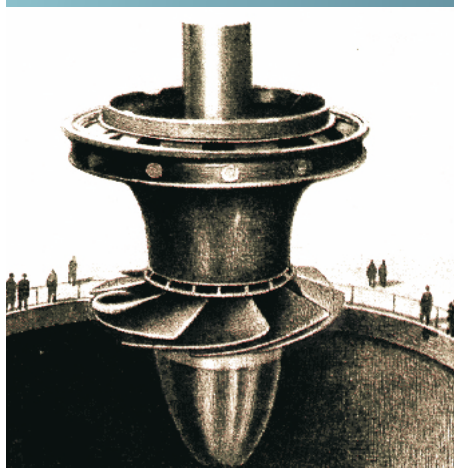
Inžinierska,
projektová
a dodávateľská
spoločnosť
v oblasti merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

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,

voda je strategická surovina, hoci pre odborníkov v tejto oblasti to platí už dlhé obdobie. Dôležitosť vody pre našu krajinu sme však po novom zakotvili už aj do ústavy, rovnako ako jej ochranu. K tomuto kroku primali vládu viaceré okolnosti. V prvom rade klimatická zmena, ktorá môže v budúcnosti spôsobiť nedostatok pitnej vody a rast jej ceny. Aj keď sa na prvý pohľad môže zdať, že zásoby pitnej vody máme na Slovensku bohaté, situácia by už o niekoľko rokov mohla byť iná. Svedčili o tom viaceré úvahy a jeden konkrétny pokus vyvážiť našu vodu potrubím za hranice a tam z nej profitovať. Náš štát, ako vlastník vodných zdrojov, by z toho nielenže nič nemal, ale mohlo by sa stať, že by zrazu bolo vody v niektorých lokalitách málo pre našich občanov. Doteraz totiž vývoz nebol regulovaný. Nový odsek ústavy jasne deklaruje, že preprava vody odobratej z vodných útvarov nachádzajúcich sa na území SR cez hranice SR dopravnými prostriedkami alebo potrubím sa zakazuje. Nevzťahuje sa to na vodu na osobnú spotrebu, pitnú a minerálnu vodu balenú do spotrebiteľských obalov na území Slovenska a na poskytnutie humanitárnej pomoci a pomoci v núdzových stavoch.

Chrániť však chceme nielen vodu pre ľudí, ale aj ľudí pred vodou. Mám na mysli povodne, ktoré vyplývajú z čoraz častejších extrémnych prejavov stále viac nevyspytateľného počasia. Najmä prívalové dažde a s nimi súvisiace povodne a zosuvy pôdy každoročne spôsobujú na Slovensku škody na majetku ľudí, samospráv a štátu v hodnote miliónov eur. Žiaľ, klimatické zmeny a prudké zmeny počasia je ťažké s určitou presnosťou predvídať. Navyše, sila týchto prudkých úderov je nebyť veľká. Za účinný spôsob boja proti povodňam považujeme budovanie protipovodňových opatrení, ktoré patria medzi hlavné priority nášho ministerstva a ich realizácia je vašou parketou. Protipovodňová ochrana si u nás za posledné desaťročie nesie historický dlh 450 miliónov eur. Pritom len v období rokov 2000 až 2012 dosiahli škody a náklady spojené s povodňami 961 miliónov eur. Viani v októbri náš rezort predstavil Program protipovodňovej ochrany pre Slovensko do roku 2020. Obsahuje protipovodňové projekty za vyše miliardu 154 miliónov eur. Zhruba 400 miliónov z nich plánujeme využiť z fondov EÚ v rámci nového operačného programu Kvalita životného prostredia. Plánované opatrenia budú riešiť najproblémovšie miesta, kde sa už v minulosti povodne vyskytli a spôsobili škody. Viaceré stavby sme už zrealizovali a ony už aj reálne pomohli a ochránili obyvateľov pred veľkou vodou pri nedávnych povodňach. Typický príklad je Stará Ľubovňa alebo hrádza v košickej mestskej časti Džungľa. Ale osvedčili sa aj viaceré novovybudované poldre na celom Slovensku, ktoré efektívne sploštili povodňovú vlnu a umožňujú reguláciu. Celkovo ide o takmer 600 rôznych stavieb - hrádze, poldre, vodné nádrže, úpravy tokov alebo čerpacie stanice. K významným plánovaným projektom patria aj projekty na ochranu väčších miest, ako je Banská Bystrica, Prešov, alebo riešenie problémov rieky Ondava v blízkosti Trebišova. Vzorový príklad efektívnosti týchto opatrení je protipovodňová ochrana Bratislavy, ktorá minulý rok zadržala rekordnú hladinu Dunaja a škody v hlavnom meste tak boli v porovnaní s rokom 2002 zanedbateľne malé. Pomôže aj nový systém POVAPSYS – Povodňový a varovný predpovedný systém, ktorý by mal znížiť škody spôsobené povodňami prostredníctvom hydrologických predpovedí, varovaní a výstrah.

Verím preto, že spoločnými silami dokážeme urobiť čo najviac, aby nám voda bola dobrým sluhom, ale nie pánom.

Ing. Peter Žiga, PhD.
Minister životného prostredia SR

OBSAH – TABLE OF CONTENTS

Žiga, P.: Úvodník	3
Editorial	
Dercó, J., Kassai, A., Tkáčová, J., Melicher, M., Sumegová, L.: Využitie ozónu na odstránenie 2-MBT z modelovej vody	4
The use of ozone for 2-MBT removal from model water	
Ježik, P.: Mapová aplikácia pro hledání malých povodí nejvíce ohrožených přívalovými povodněmi.	10
Map instrument for determination of small river basins endangered by flash floods	
Krno, L.: V Košiciach odovzdali ďalšie tri stavby protipovodňovej ochrany	13
Three more flood protection structures have been completed in Košice	
Krno, L.: Katastrofálne následky povodne vo Vrátni odstránené.	17
Disastrous consequences of flood in Vrátna have been eliminated	
Torma, S., Barančíková, G., Makovníková, J., Koco, Š.: Potenciálne znečistenie vodných zdrojov z poľnohospodárskych pôd Slovenska	20
Potential pollution of water sources from agricultural soils in Slovakia	
Krno, L.: Vodohospodári splnili verejný prisľub	23
Water managers have fulfilled their commitment to the public	
Tlučáková, A.: Seminár Problém ochrany podzemných vód predstavil aj akútne problémy.	24
The workshop 'Problem of groundwater protection' also presented urgent issues	
Hétharši, J.: Zo 46. konferencie vodohospodárov v priemysle	25
From the 46th Conference of Water Managers in Industry	
Krno, L.: Nové protipovodňové opatrenia zlepšia život obyvateľom Kežmarku.	26
New flood protection measures will improve the lives of people in Kežmarok	
Bujnovský, R., Malík, P., Švasta, J.: Odhad rizika difúzneho znečistenia podzemných vód dusíkom z poľnohospodárstva	28
Risk assessment of diffuse pollution of groundwater by nitrogen from agriculture	
Maječáková, O.: V. Holčík – Naši jubilanti.	32
Jubilees	
Borovská, D.: Informácia o nových STN.	33
Information on new Slovak Technical Standards	
Možiešik, L., Dušička, P., Šulek, P., Rumann, J., Orfánus, M.: Vodné dielo – plavebný stupeň Kolárovo na Váhu – návrh konceptu a výskum	34
Hydraulic structure – Kolárovo step on the Váh River- draft concept and research	

Foto na titulnej strane: © Ing. Martin Kolačan

Využitie ozónu na odstránenie 2-MBT z modelovej vody

^aJán Derco, ^bAngelika Kassai, ^bJana Tkáčová, ^aMichal Melicher, ^aLenka Sumegová

^aÚstav chemického a environmentálneho inžinierstva, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava 1, SR, email: jan.derco@stuba.sk

^bVýskumný ústav vodného hospodárstva, Nábrežie L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, SR

Kľúčové slová: biologická rozložiteľnosť, kinetika, 2-merkaptobenzťiazol, mineralizácia, ozonizácia, parciálna oxidácia, rezistentné látky, toxicita.

ÚVOD

2-merkaptobenzťiazol (2-MBT) sa vyskytuje najmä v odpadových vodách z gumárenského priemyslu, kde môže dosahovať koncentrácie aj viac ako 200 mg.l⁻¹ [1,2,3,4,5,6]. Fiehn *et al.* [5] uvádzajú, že 2-MBT je často prítomný aj v odpadových vodách z garbiarní. Nachádza sa aj v konzervačných prípravkoch používaných pri spracovaní dreva a na pilách, odkiaľ sa uvoľňuje do vody [7]. Používa sa ako antikoročný inhibítor, antifungálny a protiplesňový preparát v medicíne, ako fungicíd v kožiarskom a textilnom priemysle, ako aditívum do náterov na kovové povrchy a hlavne ako akcelerátor vulkanizácie kaučuku v gumárenskom priemysle [4,5].

2-MBT patrí medzi silný kontaktný alergén. Je rozpustný v roztokoch solí blízky ľudskému potu a spôsobuje dermatitídu [8]. Je to látka cudzia nášmu telu, toxická a biologicky ťažko rozložiteľná [1,2,3,4,9]. Podľa výnosu Ministerstva hospodárstva SR [10] je táto látka klasifikovaná ako nebezpečná chemická látka pre životné prostredie.

So vzrastajúcimi požiadavkami na kvalitu vody v recipientoch vystupuje do popredia potreba účinnejšieho odstraňovania aj biologicky rezistentných a toxických organických látok. Proces biodegradácie benzťiazolov je do značnej miery neznámy, hoci niektoré deriváty, napr. benzťiazol (BT) alebo hydroxybenzťiazol (OHBT) môžu byť degradované aktivovaným kalom. 2-MBT a jeho sulfónová forma (BTSO₃) sa javia ako biologicky ťažko rozložiteľné [3]. Chudoba *et al.* [11] charakterizujú 2-MBT ako biologicky nerozložiteľnú látku a jeho odstraňovanie aktivovaným kalom ako neenzymatický proces. Pri koncentrácii 600 μmol.l⁻¹ (molekulová hmotnosť 167,2 g.mol⁻¹), t. j. cca 100 mg.l⁻¹, môže narušiť biologické procesy čistenia odpadových vôd [12]. 2-MBT navyše inhibuje rozklad ľahko rozložiteľných organických látok a už pri veľmi nízkych koncentráciách inhibuje nitrifikáciu [5,13]. Vykazoval akútnu toxicitu v rozličných testovacích systémoch [14].

Jednou z potenciálnych možností na odstraňovanie 2-MBT je využitie procesu ozonizácie. Ozonizáciu 2-MBT v modelovej aj v priemyselnej odpadovej vode skúmal Fiehn *et al.* [5]. V priemyselnej odpadovej vode obsahujúcej osem benzťiazolových derivátov bolo po ozonizácii zistené

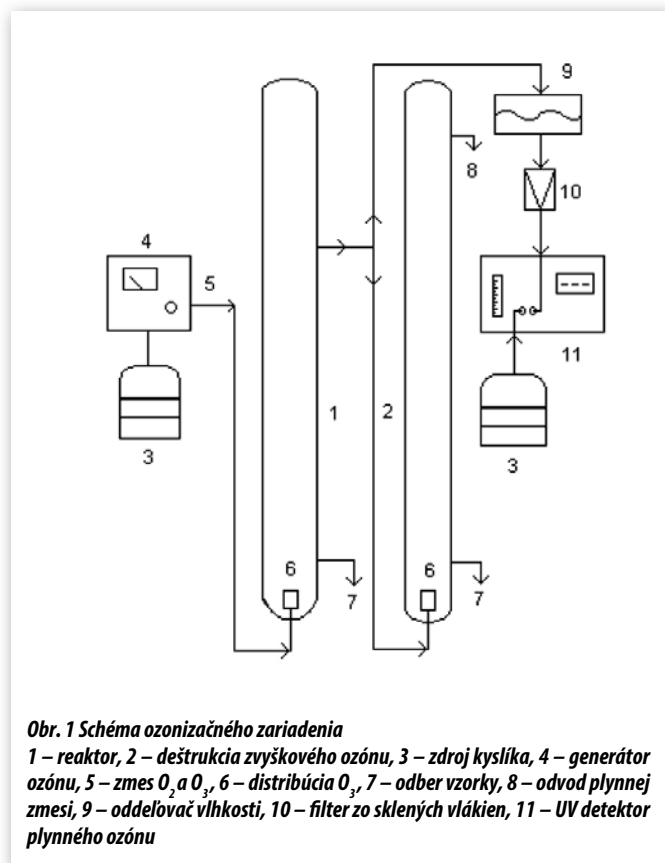
úplné odstránenie 2-MBT, pričom neboli stanovené ďalšie benzťiazoly. Avšak, obsah celkového rozpusteného organického uhlíka (DOC) nebol počas tohto procesu významne eliminovaný. Autori prác [15,16] uvádzajú 75 až 85 % účinnosti zníženia obsahu 2-MBT v ukazovateli CHSK. Odstraňovanie CHSK prebiehalo podľa kinetiky 1. poriadku vzhľadom k tejto veličine. Počas ozonizácie boli pozorované tri fázy s rozdielnymi hodnotami reakčných rýchlostí. Väčšie rýchlosti odstraňovania 2-MBT boli namerané pri vyšších hodnotách pH [17]. Ozonizácia roztoku 2-MBT mala pozitívny vplyv na zmeny v biologickej rozložiteľnosti a zvýšenie respiračnej aktivity aktivovaného [15,16,17,18].

Tento príspevok je zameraný na štúdium kinetiky degradácie a transformácie 2-MBT ozónom a sledovanie vplyvu produktov ozonizácie tejto látky na mikroorganizmy aktivovaného kalu. Cieľom je nájsť podmienky pre riadenú ozonizáciu 2-MBT z hľadiska jeho čiastočnej transformácie, úplnej mineralizácie a zníženia toxicity na mikroorganizmy aktivovaného kalu. Ďalším cieľom bolo overiť reprodukovateľnosť experimentálnych meraní vrátane analytických stanovení v ukazovateľoch 2-MBT, CHSK a DOC.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Experimentálne merania boli uskutočnené v laboratórnych podmienkach pri prietoku kyslíka $Q_{O_2} = 30 \text{ l.h}^{-1}$ ($T = 22,8^\circ\text{C}$, $p = 107\,650 \text{ Pa}$) a výkone generátora ozónu $W = 70\%$ z maximálneho výkonu. Na generovanie ozónu bol použitý ozonizátor firmy Lifetech s maximálnou produkciou ozónu 5 g.h^{-1} . Celkový čas ozonizácie bol 60 minút. Schéma experimentálneho ozonizačného zariadenia je zobrazená na obr. 1. Ozonizačné zariadenie sa skladá z dvoch sklenených kolón dĺžky 170 cm s vnútorným priemerom 5,2 cm. Jedna kolóna bola naplnená roztokom 2-MBT a druhá roztokom jodidu draselného (10 g.l^{-1}) na deštrukciu zvyškového ozónu. V jednotlivých kolónach bol využívaný reakčný objem 1 liter. Na meranie koncentrácie ozónu v plynnej vzorke bol použitý detektor ozónu Life ODU 100 od firmy Lifetech. V určitých časových intervaloch boli odoberané vzorky a uskutočnené analýzy vzoriek v ukazovateľoch CHSK, DOC a benzťiazolových derivátov 2-MBT, BT a OBT.

Stanovenie CHSK bolo uskutočnené dichrómanovou metódou s využitím semimikrometódy [19]. Na stanovenie TOC bol použitý analyzátor Shimadzu TOC-V_{CPH/CPN} [20]. 2-MBT a jeho rozkladné produkty boli separované pomocou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie a následne identifikované s DAD a ESI-MS technikou. Na analýzy bolo použité zariadenie HPLC Agilent Technologies 1200 s detektorom LC/MSD Trap XCT Plus.



Obr. 1 Schéma ozonizačného zariadenia

1 – reaktor, 2 – deštrukcia zvyškového ozónu, 3 – zdroj kyslíka, 4 – generátor ozónu, 5 – zmes O₂ a O₃, 6 – distribúcia O₃, 7 – odber vzorky, 8 – odvod plynnej zmesi, 9 – oddelovač vlhkosti, 10 – filter zo sklenených vlákien, 11 – UV detektor plyného ozónu

Na vyhodnotenie jednotlivých podielov organického znečistenia pri bilancovaní oxidovaných a mineralizovaných častí znečistenia modelovej vody ako aj na určenie najvyššej efektívnosti parciálnej oxidácie boli použité nasledovné rovnice [21,22]:

$$\alpha\text{CHSK}_{\text{oxi}} = 1 - \text{CHSK}_t / \text{CHSK}_0 \quad (1)$$

$$\alpha\text{CHSK}_{\text{miner}} = 1 - \text{DOC}_t / \text{DOC}_0 \quad (2)$$

$$\alpha\text{CHSK}_{\text{parcoxi}} = \alpha\text{CHSK}_{\text{oxi}} - \alpha\text{CHSK}_{\text{miner}} \quad (3)$$

$$\alpha\text{CHSK}_{\text{parcoxi}} = \text{DOC}_t / \text{DOC}_0 - \text{CHSK}_t / \text{CHSK}_0 \quad (4)$$

$$\mu\text{CHSK}_{\text{parcoxi}} = \alpha\text{CHSK}_{\text{parcoxi}} / \alpha\text{CHSK}_{\text{oxi}} \quad (5)$$

kde $\alpha\text{CHSK}_{\text{oxi}}$ je celkový oxidovaný podiel organických látok (2-MBT), $\alpha\text{CHSK}_{\text{miner}}$ je mineralizovaný podiel oxidovaných organických látok, $\alpha\text{CHSK}_{\text{parcoxi}}$ je čiastočne oxidovaný podiel a zodpovedá rozdielu medzi zmenou koncentrácie rozpusteného organického uhlíka (DOC) a zmenou hodnoty CHSK rozpusteným organickým uhlíkom (DOC) a hodnotou CHSK. Predstavuje pokles CHSK počas oxidácie ozónom v dôsledku transformácie látok na medziprodukty a produkty s menšou hodnotou CHSK. Hodnota $\mu\text{CHSK}_{\text{parcoxi}}$ predstavuje účinnosť parciálnej oxidácie vzhľadom k celkovej oxidácii organických látok počas ozonizácie.

Výsledky experimentálnych meraní boli vyhodnotené s využitím kinetických modelov nultého (rov. 6), prvého (rov. 7) a druhého (rov. 8) poriadku:

$$S_t = S_0 - k_0 \cdot t \quad (6)$$

$$S_t = S_0 - \exp(-k_1 \cdot t) \quad (7)$$

$$S_t = S_0 / (1 + S_0 \cdot k_2 \cdot t) \quad (8)$$

kde S_0 , resp. S_t je koncentrácia látky [g.m⁻³] na začiatku, resp. v čase t [hod], k_0 , k_1 a k_2 sú rýchlostné konštanty nultého [g.m⁻³.h⁻¹], prvého [h⁻¹] a druhého [g⁻¹.m³.h⁻¹] poriadku.

Na sledovanie oxidácie organických látok bola použitá aj koncepcia priemerného oxidačného čísla uhlíkových atómov (POČU) [24,24,25]:

$$\text{POČU} = 4 - 1,5 (\text{CHSK}/\text{TOC}) \quad (9)$$

Pre posúdenie vplyvu produktov ozonizácie na mikroorganizmy aktivovaného kalu boli uskutočnené respirometrické merania [26]. Výsledky meraní boli spracované s využitím Monodovej rovnice (rov. (10), [27]) a Haldaneho rovnice (rov. (11), [28,29]):

$$\mu = \mu_{\text{max}} \frac{S}{K_s + S} \quad (10)$$

$$\mu = \mu_{\text{max}} \frac{S}{K_s + S + \frac{S^2}{K_i}} \quad (11)$$

kde μ , resp. μ_{max} je špecifická rýchlosť rastu, resp. maximálna špecifická rýchlosť rastu [h⁻¹], S , K_s a K_i je koncentrácia substrátu, polo-saturačná konštanta a konštanta inhibície substrátom [mg.l⁻¹]. Hodnoty kinetických parametrov v rov. (5) až (9) boli určené s využitím metódy postupného približovania [30].

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Boli uskutočnené tri nezávislé série meraní s reakčnými časmi od 20 do 60 minút. Na vyhodnotenie kinetiky bolo pre každú veličinu použitých celkovo 23 experimentálnych hodnôt pre každú sledovanú veličinu. Hodnota pH sa počas 60 minút ozonizácie menila v rozsahu 12,3 až 7,9.

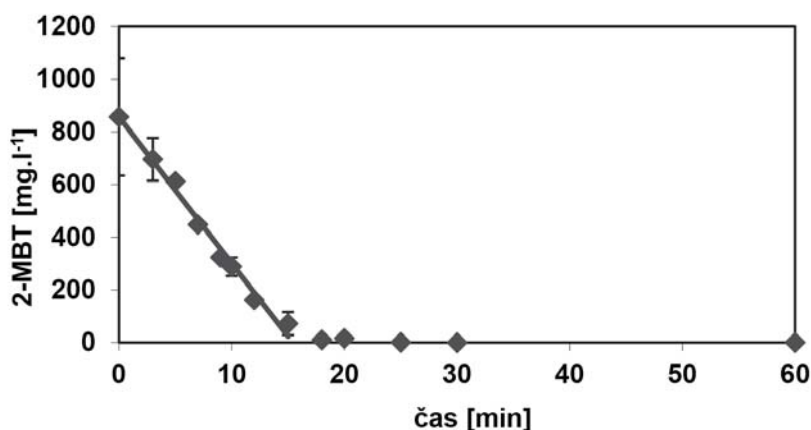
Na obr. 2 až 4 sú uvedené časové priebehy nameraných a vypočítaných hodnôt koncentrácie 2-MBT, CHSK a DOC. Na týchto obrázkoch sú vyznačené aj hranice 95 % intervalu spoľahlivosti, ktoré boli vypočítané na základe štatistického spracovania opakovaných meraní.

Z obr. 2 je zrejmé, že počas 20 minút procesu došlo k úplnému odstráneniu 2-MBT z modelovej odpadovej vody. Po tomto reakčnom čase však zostáva v modelovej vode 93,8 % z pôvodnej hodnoty DOC (obr. 3) a 75,5 % z pôvodnej hodnoty CHSK (obr. 4).

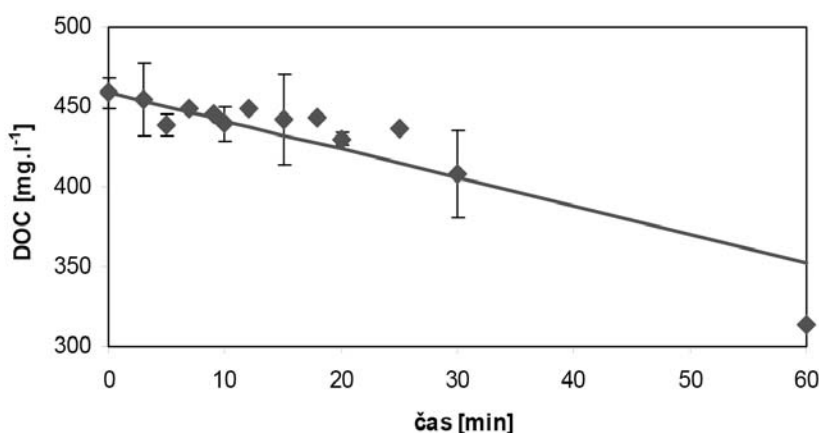
Je zrejmé, že 2-MBT bol iba čiastočne mineralizovaný a jeho prevažná časť bola transformovaná na medziprodukty a produkty, resp. jednoduchšie benzotiazolové deriváty, ktoré sa nachádzajú v upravovanej modelovej odpadovej vode. Počas ďalších 40 minút ozonizácie došlo k zníženiu hodnoty DOC na 68,5 % a hodnoty CHSK na 37,6 % z počiatočných hodnôt. Vypočítané hodnoty na obr. 2 až 4 zodpovedajú najlepším opisom jednotlivých experimentálnych závislostí s využitím klasických kinetických modelov.

Hodnoty kinetických parametrov a štatistických charakteristík (reziduálny rozptyl a koeficient korelácie) sú pre jednotlivé ukazovatele znečistenia a kinetické modely s najlepším opisom experimentálnych hodnôt vedené v tab. 1.

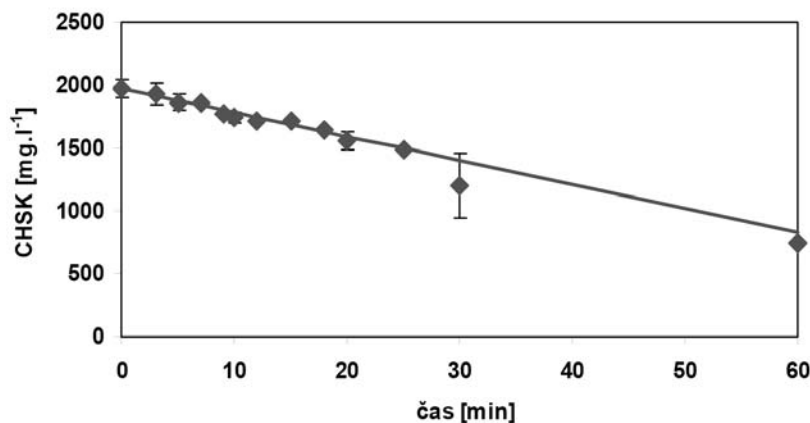
Najlepší opis nameraných hodnôt DOC a CHSK bol dosiahnutý s využitím kinetického modelu 0. poriadku (tab. 1). Odstraňovanie 2-MBT zodpovedá kinetike 1. poriadku (tab. 1).



Obr. 2 Časové priebehy nameraných (♦) a vypočítaných (—) hodnôt 2-MBT



Obr. 3 Časové priebehy nameraných (♦) a vypočítaných (—) hodnôt DOC



Obr. 4 Časové priebehy nameraných (♦) a vypočítaných (—) hodnôt CHSK

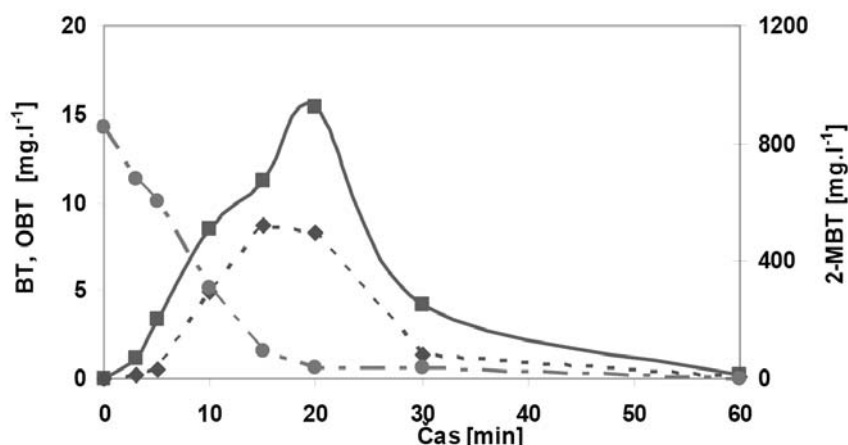
Z priebehov závislostí na obr. 2 až 4 ako aj z hodnôt štatistických charakteristík v tab. 1 vyplýva, že najväčší reziduálny rozptyl medzi nameranými a vypočítanými hodnotami vykazujú časové priebehy hodnôt 2-MBT. V tab. 2 sú uvedené výsledky štatistického spracovania dosahovaných účinností pri uskutočnených opakovaných pokusoch, ktoré boli zamerané na overenie reprodukovateľnosti dosahovaných výsledkov. Priebehy účinnosti odstraňovania jednotlivých ukazovateľov od reakčného času zobrazené na obr. 2 až 4.

Z výsledkov v tab. 2 vyplýva najväčší rozptyl hodnôt účinnosti odstraňovania DOC a CHSK nameraných po 15 minútach ozonizácie. V prípade 2-MBT hodnota hranice 95 % intervalu spoľahlivosti nepresiahla 3 % z priemernej hodnoty účinnosti jeho odstraňovania po 15 minútach ozonizácie. Pri dlhších reakčných časoch vzrastá presnosť opakovaných meraní aj u ukazovateľov DOC a CHSK. Po 60 minútach ozonizácie neprekročili hodnoty hraníc 95 % intervalov spoľahlivosti u týchto ukazovateľov znečistenia 3 % z priemernej hodnôt účinností ich odstraňovania. Celkovo možno usúdiť, že reprodukovateľnosť výsledkov opakovaných ozonizačných pokusov vrátane odberov vzoriek a ich analýz bola veľmi dobrá.

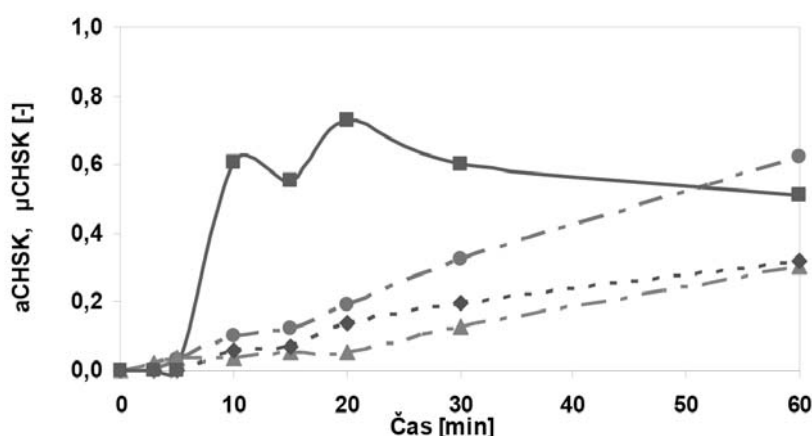
Zo štatistického spracovania opakovaných meraní počiatočných hodnôt vyplývajú nasledovné špecifické hodnoty pre 2-MBT: $\text{CHSK}/2\text{-MBT} = 2,008 \text{ g.g}^{-1}$ (hranica 95 % int. spoľ. $0,145 \text{ g.g}^{-1}$), $\text{DOC}/2\text{-MBT} = 0,463 \text{ g.g}^{-1}$ (hranica 95 % int. spoľ. $0,032 \text{ g.g}^{-1}$).

Na obr. 5 sú okrem 2-MBT znázornené aj časové priebehy identifikovaných medziproduktov (BT a OBT) jeho transformácie účinkom ozónu. Z týchto závislostí vyplýva, že k maximálnemu poklesu obsahu 2-MBT zodpovedajú maximálne hodnoty koncentrácií jeho rozkladných produktov. Po odstránení/transformácii 2-MBT klesá postupne obsah týchto derivátov až na nulové koncentrácie. Vzhľadom na vyššie uvedené hodnoty DOC a CHSK je zrejmé, že v upravovanej vzorke modelovej vody sa akumulujú doteraz neidentifikované reakčné produkty.

Na obr. 6 sú znázornené časové priebehy oxidácie, mineralizácie, parciálnej oxidácie a efektívnosti parciálnej oxidácie (rov. 1 až 4) počas 60 minútovej oxidácie modelovej vzorky 2-MBT. Z týchto závislostí vyplýva, že časové priebehy podielov celkovej oxidácie CHSK (rov. 1, ($\alpha\text{CHSK}_{\text{oxi}}$)), mineralizácie (rov. 2, ($\alpha\text{CHSK}_{\text{min}}$)) a parciálnej oxidácie (rov. 3, ($\alpha\text{CHSK}_{\text{parcoxi}}$)) vykazujú približne lineárne závislosti od reakčného času. Najväčšia efektívnosť parciálnej oxidácie $\mu\text{CHSK}_{\text{parcoxi}}$ (rov. 4, cca 73 %) zodpovedá reakčnému času 20 minút. Vzhľadom k tomu, že tomu reakčnému času zodpovedá relatívne nízky podiel $\alpha\text{CHSK}_{\text{oxi}}$ (19,3 %), z toho podiel $\alpha\text{CHSK}_{\text{parcoxi}}$ 14,1 %, nemožno tieto parametre považovať za efektívne z hľadiska riadenej oxidácie za účelom zvýšenia parciálne oxidovaných látok s väčším obsahom kyslíka pred ich mineralizáciou procesmi biologického čistenia odpadových vôd. Z toho hľadiska možno za efektívny reakčný čas



Obr. 5 Časové závislosti koncentrácie (●) 2-MBT, (◆) BT a (■) OBT počas ozonizácie

Obr. 6 Časové priebehy jednotlivých podielov poklesu CHSK
(●) $aCHSK_{oxi}$, (▲) $aCHSK_{min}$, (◆) $aCHSK_{parc_oxi}$, (■) $\mu CHSK_{parc_oxi}$

Tab. 1 Hodnoty kinetických parametrov a štatistických charakteristík

Veličina	n	k_n	Rozmer k_n		
2-MBT	1	55,59	$mg.l^{-1}.min^{-1}$	0,9888	968
DOC	0	1,77	$mg.l^{-1}.min^{-1}$	0,7590	248
CHSK	0	19,21	$mg.l^{-1}.min^{-1}$	0,9175	8143

Tab. 2 Výsledky štatistického spracovania dosahovaných účinností odstraňovania [%] pri opakovaných pokusoch zameraných na overenie reprodukovateľnosti výsledkov

Reakčný čas	15	min	30	Min	60	min
Veličina	Priemerná účinnosť	95 % int. spoľahliv.	Priemerná účinnosť	95 % int. spoľahliv.	Priemerná účinnosť	95 % int. spoľahliv.
2-MBT	97,2	2,9	-	-	-	-
DOC	4,6	1,0	15,5	1,3	36,5	0,8
CHSK	27,1	9,6	41,3	2,3	65,8	1,8

považovať 60 minút ($aCHSK_{oxi} = 62,3$ %), pričom podiel čiastočne mineralizovanej $aCHSK_{parc_oxi}$ je 51,0 %.

Potvrdzujú to aj časové priebehy špecifickej spotreby ozónu vztiahnutej na jednotkovú hmotnosť poklesu CHSK ($Y_{\Delta O_3/\Delta CHSK}$) a priemerného oxidačného čísla uhlíka POČU [23,24], ktoré sú znázornené na obr. 7. Reakčnému času 60 minút zodpovedá pre dané reakčné podmienky najvyššia hodnota POČU a menšia/efektívna hodnota špecifickej spotreby ozónu $1,26 g.g^{-1} \Delta O_3.\Delta CHSK^{-1}$ v porovnaní s jej prie-

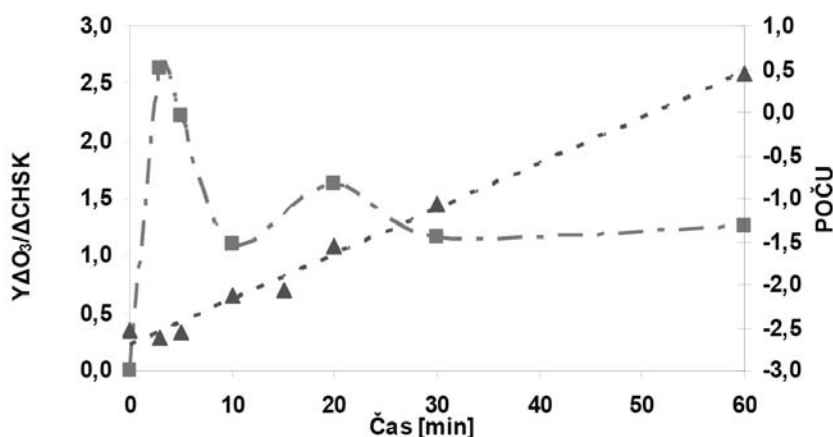
mernou hodnotou počas celého experimentu ($1,43 g.g^{-1} \Delta O_3.\Delta CHSK^{-1}$).

Na obr. 8 sú uvedené časové priebehy koncentrácie ozónu namerané za rovnakých podmienok na vstupe a výstupe ozonizačnej kolóny naplnenej demineralizovanou vodou, resp. modelovou odpadovou vodou. Z priebehu týchto závislostí vyplýva, že počas cca 40 minút ozonizácie modelovej odpadovej vody došlo k prestupu takmer všetkého dodávaného ozónu do kvapalnej fázy. Po tomto čase koncentrácia ozónu v plynnej fáze postupne vzrastala, čo svedčí o menšej spotrebe ozónu na oxidáciu obsiahnutých medziproduktov a zároveň indikuje reakčné podmienky, pri ktorých proces ozonizácie nie je limitovaný množstvom dodaného ozónu.

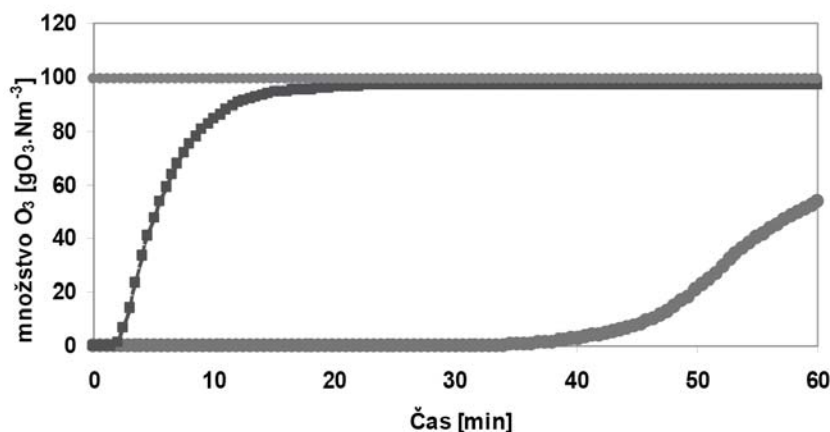
Z bilancie množstva ozónu na vstupe a výstupe reakčnej kolóny vyplýva, že do kvapalnej fázy prestúpilo počas trvania ozonizácie 98,6 % dodaného ozónu. Po tomto čase koncentrácia ozónu v plynnej fáze postupne vzrastala, čo svedčí o menšej spotrebe ozónu na oxidáciu obsiahnutých medziproduktov a zároveň indikuje reakčné podmienky, pri ktorých proces ozonizácie nie je limitovaný množstvom dodaného ozónu. Z bilancie množstva ozónu na vstupe a výstupe reakčnej kolóny vyplýva, že do kvapalnej fázy prestúpilo počas trvania ozonizácie 98,6 % dodaného ozónu.

Na obr. 9 sú uvedené výsledky respirometrických meraní pre posúdenie vplyvu produktov, vznikajúcich v priebehu ozonizácie testovanej látky 2-MBT na aktivitu kalu. Merania boli uskutočnené s aktivovaným kalom, ktorý bol kultivovaný v laboratórnom semikontinuálnom modeli aktivácie (glukóza, peptón, vek kalu 10 dní). Prvá ozonizácia modelovej odpadovej vody s obsahom 2-MBT trvala 15 minút. Z priebehu závislosti hodnoty špecifickej respiračnej rýchlosti od koncentrácie substrátu z tejto ozonizácie je zjavné, že pri vyšších koncentráciách dochádza k inhibícii respiračnej aktivity mikroorganizmov aktivovaného kalu.

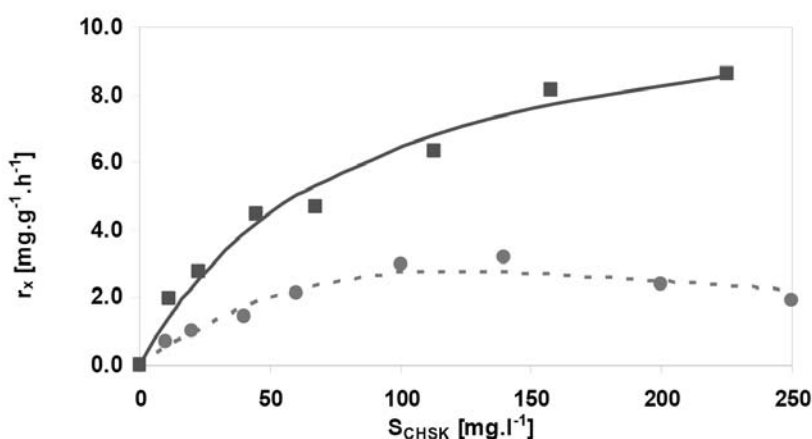
Na opis tejto závislosti bola použitá Haldaneho rovnica (rov. 9). Druhá krivka na obr. 9 zodpovedá meraniu respiračnej aktivity kalu po pridaní ozonizovanej vzorky vody s 2-MBT po jej 40 minútovej ozonizácii. Na opis tejto závislosti bola použitá Monodova rovnica (rov. 8). Hodnoty parametrov Monodovej a Haldaneho rovníc a hodnoty koeficienta korelácie sú uvedené v tab. 3. V porovnaní s výsledkami referenčných meraní s glukózou ($r_{x,m} = 99,5 mg.g^{-1}.h^{-1}$)



Obr. 7 Časové priebehy (■) $Y_{AO3}/\Delta CHSK$ a (▲) $POČU$ od doby ozonizácie



Obr. 8 Časové závislosti koncentrácie O_3 v plynej fáze – vstup ● výstup MBT, ■ výstup H_2O



Obr. 9 Závislosť špecifickej respiračnej rýchlosti aktivovaného kalu od hodnôt $CHSK$ pre ozonizovaný roztok 2-MBT počas 15 minút (●) exp, (---) vyp. a počas 40 minút (■) exp., (—) vyp.

Na druhej strane, respirometrické merania naznačujú, že inhibičný vplyv modelovej látky a produktov jej rozkladu účinkom ozónu možno znížiť dlhším trvaním procesu ozonizácie.

Zvyšovaním koncentrácie substrátu pri respirometrických meraniach do 150 mg.l^{-1} majú priebehy závislosti špecifickej respiračnej rýchlosti pre obidve vzorky obdobné priebehy a mierne narastajúce trendy. Pri tejto koncentrácii substrátu bola nameraná väčšia respiračná rýchlosť ($8,15 \text{ mg.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$) pre vzorku ozonizovanú 40 minút. Táto hodnota je približne trojnásobne vyššia v porovnaní so vzorkou ozonizovanou 15 minút ($r_x = 3,19 \text{ mg.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$). Kratšie ozonizovaná vzorka zrejme obsahovala viac látok, ktoré majú pri vyšších koncentráciách toxické účinky pre daný kal, znižujú jeho respiračnú aktivitu a pôsobia inhibične. Pre dlhšiu dobu ozonizácie vyplýva väčšie množstvo transformovaných ľahšie rozložiteľných látok, ktoré na rozdiel od 15 minút ozonizovanej vzorky spôsobovali až do hodnoty $CHSK$ približne 200 mg.l^{-1} zvyšovanie hodnôt respiračných rýchlostí.

ZÁVER

Z výsledkov štúdia procesu ozonizácie roztoku 2-MBT ako modelovej odpadovej vody vyplýva, že oxidácia ozónom predstavuje aj napriek vyšším nákladom reálny proces odstraňovania benzotiazolových derivátov z odpadových vôd. Najlepší opis nameraných hodnôt odstraňovania 2-MBT bol dosiahnutý s využitím kinetického modelu 1. poriadku a pre odstraňovanie $CHSK$ a DOC s využitím 0. poriadku. Po 20 minútach ozonizácie sme zaznamenali úplné odstránenie 2-MBT, avšak v reakčnej zmesi bolo v tom čase 93,8% DOC a 75,5% $CHSK$ z pôvodnej hodnoty. Tieto výsledky potvrdzujú, že pri oxidácii 2-MBT ozónom dochádza v prvých fázach ozonizácie predovšetkým k jeho transformácii na ďalšie organické látky. Pri sledovaní vznikajúcich medziproduktov počas ozonizácie rozkladom sledovaného analytu 2-MBT boli identifikované benzotiazolové deriváty OBT a BT. Výsledky bilančie uhlíka poukazujú na to, že okrem týchto identifikovaných benzotiazolových derivátov vznikajú aj ďalšie orga-

sú hodnoty maximálnej špecifickej respiračnej rýchlosti pre merania s ozonizovanými vzorkami modelovej odpadovej vody 2-MBT podstatne menšie.

nické látky. Z výsledkov opakovaných meraní možno usúdiť, že reprodukovateľnosť výsledkov opakovaných ozonizačných pokusov vrátane odberov vzoriek a ich analýz bola

Tab. 3 Hodnoty kinetických parametrov a koeficienta korelácie

Kinetická rovnica	$r_{x,y}$ [mg.g ⁻¹ .h ⁻¹]	K_s [mg.l ⁻¹]	K_l [mg.l ⁻¹]	[-]
Monodova	11,6	70,2	-	0,9767
Haldaneho	18,1	334,4	44,1	0,9275

veľmi dobrá. Z hľadiska riadenej oxidácie za účelom zvýšenia parciálne oxidovaných látok možno za efektívny reakčný čas považovať 60 minút, pričom podiel čiastočne oxidovanej α CHSK_{parcoxi} bol 51,0%. Z bilancie množstva ozónu na vstupe a výstupe reakčnej kolóny vyplýva, že počas ozonizácie bolo využitých 98,6 % dodaného ozónu. Z výsledkov respirometrických meraní vyplýva, že respiračné rýchlosti so

vzorkou ozonizovanou 40 minút boli výrazne vyššie v porovnaní so vzorkou po 15 minútovej ozonizácii. Možno to vysvetliť tým, že kratšie ozonizovaná vzorka obsahovala viac látok, ktoré majú pri vyšších koncentráciách toxické účinky na mikroorganizmy aktivovaného kalu, znižujú ich respiračnú aktivitu a pôsobia inhibične.

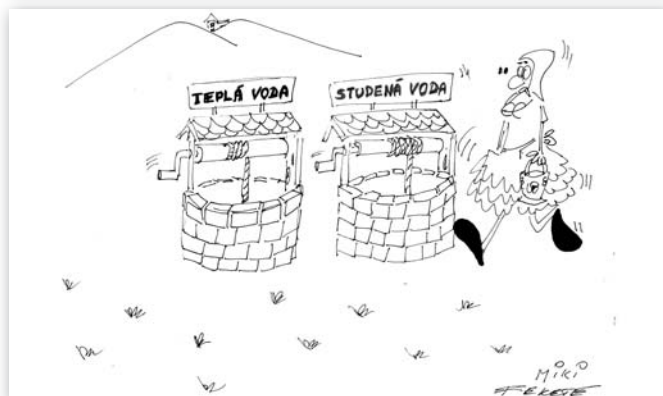
Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0656-12 a projektom Vedeckej grantovej agentúry VEGA 1/0859/14

Literatúra

- [1] Habibi M. H., Tangestaninejad S., Yadollahi B. (2001): *Appl. Catal. B* 33, 57-63.
- [2] Kumata H., Yamada, J., Masuda, K., Takada, H., Sato, Y., Sakurai, T., Fujiwara, K. (2002): *Environ. Sci. Technol.* 36, 702-708.
- [3] De Vos D., De Wever H., Verachtert H. (1993): *Appl Microbiol Biotechnol.* 39(4-5), 622-6.
- [4] Valdes H., Sanches-Polo M., Zaror C. A. (2003): *Latin American Applied Research* 33, 219-223.
- [5] Fiehn O., Wegener G., Jochimsen J. and Jekel M. (1998): *Wat. Res.* 32, 1075-1084.
- [6] Voutsas D., Hartmann P., Schaffner C., Giger W. (2006): *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 13(5), 333-341.
- [7] Khoroshko L.O., Petrova V.N., Viktorovskii I.V., Lahtiperä M., Sinkkonen S., Paasivirta J. (2005): *Environ Sci Pollut Res Int.* 12(1), 8-9.
- [8] Goodwin B. F., Crewel R.W., Johnson A.W. (1981): *Contact Dermatitis.* 7, 248-258.
- [9] Ginger W., Schaffner C., Kohler H. P. E. (2006): *Environ. Sci. Technol.* 40(23), 7186-7192.
- [10] Výnos MH SR (2006).
- [11] Chudoba J., Tuček F. and Zeis K. (1977): *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 5(5), 495-498.
- [12] Yoshioka Y., Ose Y. (1993): *Environ. Toxicol. Water Qual.* 8, 87-101.
- [13] Reemtsma T., Fiehn O., Kalnowski G., Jekel M. (1995): *Env. Sci. Tech.* 29, 478-485.
- [14] Ni H.-G., Lu F.-H., Luo X.-L., Tian H.-Y., Zeng, E. Y. (2008): *Environ. Sci. Technol.* 42(6), 1892-1897.
- [15] Mitalová L., Derco J. (2004): *Ropa, uhlie, plyn a petrochémia.* 46(1-2), 90-93.
- [16] Derco J., Mitalová L. (2005): *Chem. Listy* 99, 63-81.
- [17] Derco J., Melicher M., Kassai A., Dudáš J., Valičková M. (2011): *Environmental Engineering Science.* 28(11), 781-785.
- [18] Derco J., Melicher M., Kassai A.: *Municipal and Industrial Waste Disposal.* INTECH, Rijeka, Croatia, 2012, kap. 7, s. 135-160.
- [19] STN ISO 14704, 2004
- [20] STN EN 1484, 2000
- [21] Jochimsen J. C., Jekel M. R. (1997): *Wat. Sci. Tech.* 35(4), 337-345.
- [22] Mantzavinos D., Lauer E., Sahibzada M., Livingston A. G., Metcalfe I. S. (2000): *Water Res.* 34, 1620-1628.
- [23] Stum W., Morgan J.J. 1981: *Aquatic chemistry.* 2n ed. John Wiley & Sons, New York 1981.
- [24] Vogel F., Harf J., Hug A., von Rohr P.R. (2000): *Wat. Res.* 34(10), 2689-2702.
- [25] Chudoba J., Dohányos M., Wanner J. 1991: *Biologické čistení odpadních vod.* SNTL Praha 1991.
- [26] Čech S., Farkaš J., Chudoba J. (1984): *Vodní hospodářství* 8, 215-221.
- [27] Čech J.S., Chudoba J., and Grau P. (1985): *Wat. Sci. Technol.* 17(2/3), 259-272.
- [28] Sonnad J.R., Goudar C.T. (2004): *Mathematical and Computer Modelling* 40, 573-582.
- [29] Tziotzios G., Lyberatos G., Pavlou S., Vayenas D.V. (2008): *International Biodeterioration & Biodegradation.* 61, 142-150.
- [30] Derco J., Drtil M., Bodík I., Hutňan M. 2004: *Technológia a ochrana vodných zdrojov.* II. časť, ÚVTIP Nitra 2004.

Miki Fekete



Mapová aplikace pro hledání malých povodí nejvíce ohrožených přívalovými povodněmi

Ing. Pavel Ježík

Ústav vodního hospodářství krajiny Fakulta stavební VUT v Brně

Předložený příspěvek se věnuje části dlouhodobé práce, jejímž cílem je konstrukce softwarového produktu, který bude schopný objektivním způsobem vybrat z množiny testovaných povodí ta, u nichž dochází k ohrožení povodněmi z přívalových dešťů. Obecně lze postup popsat tak, že v první fázi je sestaven zjednodušený hydrologický model, který na základě zadaných vstupních parametrů určuje hodnotu předpokládané odtokové reakce povodí ve formě kulminačního průtoku. V druhé fázi je pak hodnota tohoto průtoku porovnávána s limitní hodnotou sledovaného povodí a na základě vzájemného porovnání hodnot je rozhodnuto, zda konkrétní povodí ohroženo tímto jevem je, či není. Užití modelu se předpokládá v oblasti preven-

tokovou reakci o téže době opakování. Přitom je uvažována jakási průměrná kondice povodí – předpokládá se průměrný stav nasycení povodí.

Základní hydrologický model je sestavován na bázi vybraných metod umělé inteligence, a to zejména na bázi fuzzy logiky [1] a teorie možnosti. Výhodou těchto metod je jejich schopnost uspokojivě pracovat s veličinami, které jsou značně zatíženy neurčitostmi, či jsou vágně popsány. V případě (byť jednoduchého) hydrologického modelování nutně musí být pracováno s přibližnými hodnotami (značně zatíženými nejistotami) – jedná se zejména o veličiny popisující příčinný přívalový dešť a o hodnoty průtoků, které reprezentují odezvu malého povodí.

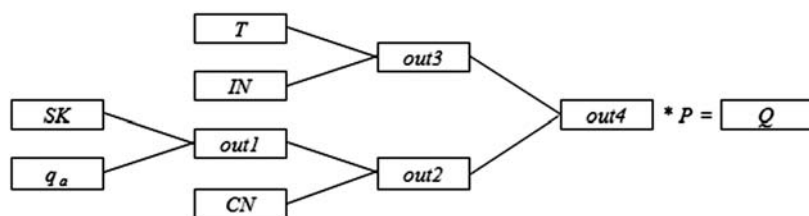
dat byly získány z databáze hydrologických posudků. Sestavená matice vztahových dat představuje rozsáhlý soubor dat podložený pečlivou analýzou vstupních/výstupních hodnot. Hodnoty průtoků jsou podloženy buď přímo dlouhodobým měřením (je-li v uzávěrovém profilu umístěna stanice), nebo metodou hydrologických analogií.

SESTAVENÍ MODELU

Celý model je sestaven v programovém prostředí MATLAB. Model je sestavován na bázi fuzzy logiky a teorie možnosti, o jejichž využití v oblasti vodního hospodářství se lze dočíst např. zde [5] nebo zde [6]. Základní struktura modelu je tvořena sekvencí inferenčních systémů ve dvou větvích (obr. 1). Spodní větev reprezentuje vlastnosti sledovaných povodí, horní větev pak parametry příčinného přívalového deště.

Každý inferenční systém je tvořen vždy dvojicí vstupů a jedním výstupem. Jednotlivé systémy jsou za sebou řazeny tak, aby bylo možné postupně přidávat všechny uvažované vstupní veličiny, a to pomocí užití dílčích výstupních veličin, které jsou v obr. 1 označeny *out*. Předchozí práce ukázaly, že nejlepšími výsledky je dosahováno při užití následujících vstupních veličin: plocha povodí P [km²], sklonitost povodí SK [%], průměrný specifický dlouhodobý průtok q_a v závěrovém profilu povodí [l.s⁻¹.km⁻²], průměrná hodnota CN čísla CN [-], doba trvání deště T [min], intenzita deště IN [mm.hod⁻¹].

Plocha povodí zaujímá mezi ostatními vstupy odlišné postavení; nevstupuje do modelu jako jedna z dvojic vstupních veličin do inferenčních systémů, ale poslední výstupní veličina (*out4*) je jí prostě přenásobena. Po tomto přenásobení je hodnota modelového kulminačního průtoku Q porovnávána s limitní hodnotou průtoku sledovaného povodí

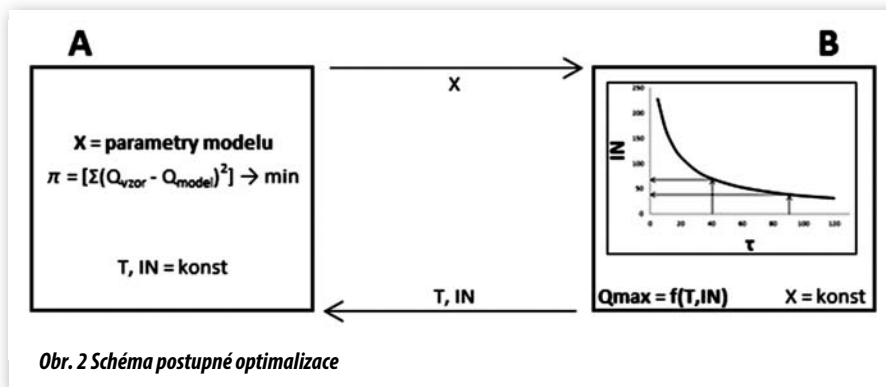


Obr. 1 Základní struktura modelu

tivní ochrany a je pracováno v tzv. off-line situaci, tedy v situaci, kdy nehrozí bezprostřední ohrožení. Z toho plyne několik výchozích předpokladů pro řešení dané problematiky. Předně není pracováno s okamžitými srážkovými údaji (např. předpovědi pomocí now-castingu), ale se srážkovými daty, která byla vytvořena zpracováním dlouhodobého měření. Na celou problematiku je nahlíženo jako na algoritmizaci kauzálního vztahu příčinného deště a příslušné odtokové reakce malého povodí. Byl tedy přijat předpoklad, že srážka o určité době opakování z dlouhodobého hlediska způsobí od-

VZOROVÁ DATA

Sestavená matice vzorových dat obsahuje 184 malých povodí z oblasti místní působnosti brněnské pobočky ČHMÚ. Pro určení geografických charakteristik popisujících jednotlivých povodí byly použity nástroje GIS. Srážkové údaje (doba trvání a intenzita příčinného deště) byly odvozeny pomocí Čerkašina [2], a to vždy pro nejbližší srážkoměrnou stanici, kterou pro příslušné povodí uvádí Trupl [3]. Extrapolace dat do potřebných mezí a N-lelostí byla provedena dle postupu uvedeného v článku z ledna 2014 [4]. Výstupní hodnoty do matice vzorových



dí a je rozhodnuto, zda dochází k ohrožení povodí, či nikoli.

Kalibrace modelu probíhá za užití vzorových dat. Model je opakovaně spouštěn, přičemž jsou v jednotlivých optimalizačních cyklech postupně měněny dílčí parametry modelu (matice báze pravidel, váhy pravidel a parametry funkcí možnosti, které popisují uvažovaná universa) tak, aby se pomocí zvolené kritériální funkce výstupní hodnoty (kulminační průtoky) co nejvíce shodovaly s hodnotami z matice vzorových dat. Tento proces sestává z velkého množství algoritmizovaných kroků, kdy jsou s jistými omezeními měněny vybrané parametry či součásti modelu. Je zde do určité míry využíváno náhodných čísel (obdoba metody Monte Carlo)

na omezených oblastech řešení. Většina procesů vychází ze zvoleného počátečního stavu a následně obměny dílčích částí jsou hodnoceny sestavenou (jednou či více) kritériální funkcí. Volba počátečního stavu a vhodné kritériální funkce má na úspěšnost kalibrace zásadní vliv.

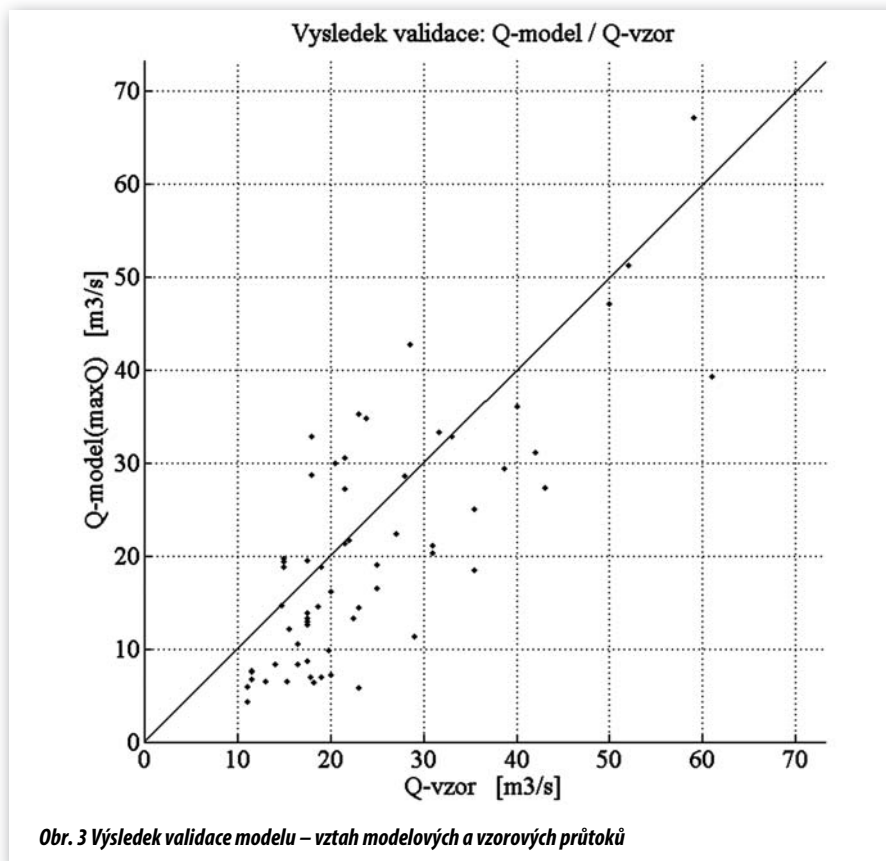
Celý proces kalibrace je však zkomplikován skutečností, že část dat ze vzorové matice není předem známa. Jedná se o dvojici vstupů doba trvání T příčinného přívalového deště a jeho intenzita IN . Proto byl do algoritmu kalibrace zahrnut blok, který pro každý řádek vzorové matice vyhledá nejméně příznivou kombinaci veličin T a IN (tedy taková kombinace, která způsobí maximální odtok Q). Schéma celého procesu je uvedeno na obr. 2.

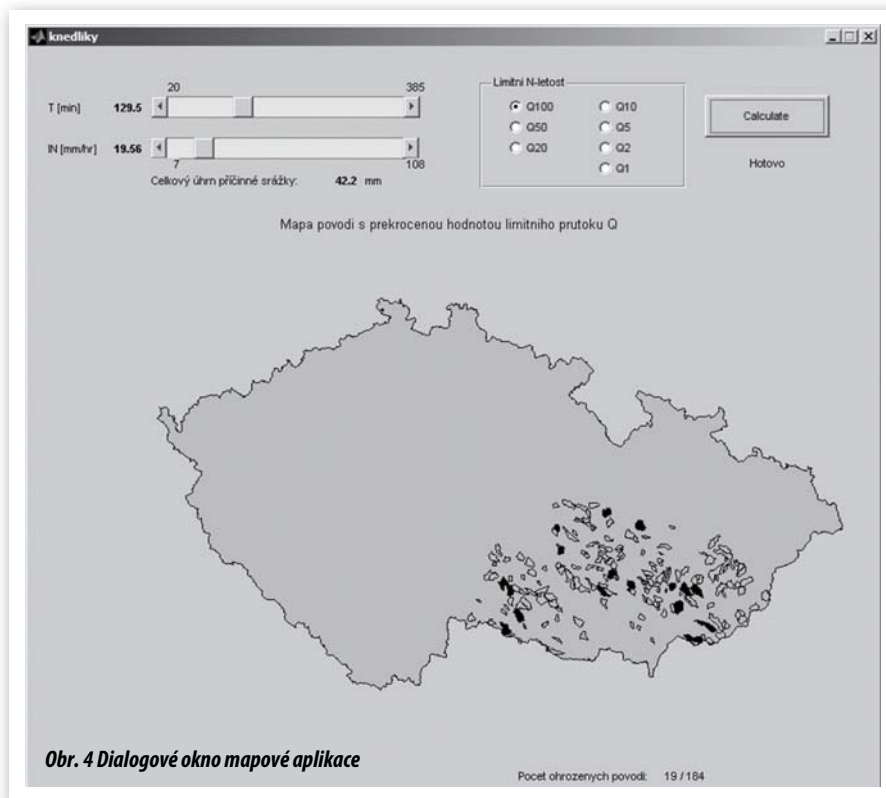
Proces se skládá ze dvou bloků. V bloku A jsou pro daná vzorová data (s počáteční a v tomto bloku neměnou kombinací srážkových vstupů T a IN) hledány optimální vlastnosti modelu, které jsou ve schématu označeny neznámou X . Hodnota X (parametry modelu) je následně předána do bloku B. Zde nedochází k modifikaci dílčích částí modelu (parametr X), ale je zde na zvoleném intervalu vyšetřována oblast veličin T a IN tak, aby byla nalezena nejméně příznivá kombinace vstupů T a IN – tedy taková kombinace, kdy dochází k maximálnímu odtoku Q . Algoritmus bloku B je sestaven tak, že pro každý řádek matice vzorových dat je vyhledána nejbližší srážko-měrná stanice daného povodí a z Truplových tabulek je dohledána intenzitní křivka o příslušné periodicitě. Z této křivky jsou odečítány dvojice vstupů T a IN a pro takový model, který byl sestaven předchozí modifikací v bloku A, jsou spočteny všechny hodnoty výstupů Q . Časy T a intenzity IN , které způsobí maximální odtok Q z povodí, jsou pak zpětně předány jako upravený vstup (upravená matice vzorových dat) do bloku A, kde dochází k opakované optimalizaci dle kritériální funkce π . Tento cyklický optimalizační postup se opakuje, dokud v obou blocích opakovaně nedojde k nalezení lepšího tvaru modelu či nalezení nové kombinace vstupů T a IN .

V průběhu kalibrace je tedy dohledávána a postupně modifikována část samotných vzorových dat. Modifikovaná matice vzorových dat pak poskytuje přesvědčivější podklad pro celkovou kalibraci modelu.

DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Proces hledání kritických dvojic veličin T a IN je součástí komplexního optimalizačního algoritmu, pomocí kterého jsou postupně hledány požadované parametry modelu (v obr. 2 pojmenováno vektor X) tak, aby výstupní hodnoty průtoků co nejvíce korelovaly s hodnotami odpovídajících průtoků z matice vzorových dat. To, zda model vykazuje adekvátní výstupy, je kromě vzájemné korelace průtoků sledováno i z jiných hledisek. Rovněž je testováno, zda s rostoucími srážkovými parametry roste i odtoková reakce modelu, potažmo zda s měnícími se ostatními vstupy logickým způsobem dochází ke změně výstupní hodnoty modelu. Je provádě-





Obr. 4 Dialogové okno mapové aplikace

děna jakási citlivostní analýza modelu na jednotlivé vstupy. Podstata této citlivostní analýzy je však nad rámec příspěvku a na tomto místě bude pouze uvedeno, že její výsledky jsou uspokojivé – na všechny použité vstupy model reaguje adekvátně a logicky a model respektuje základní hydrologické zákonitosti. Výsledný vztah modelových průtoků a jim odpovídajícím průtokům je zobrazen na obr. 3. V grafu jsou uvedené 100leté průtoky pro uvažovaná povodí.

Obr. 3 představuje výsledek validace modelu. Množina 184 povodí ve vzorové matici byla náhodně rozdělena na kalibrační a validační množinu v poměru 2:1.

MAPOVÁ APLIKACE

Výše uvedený model představuje jádro mapové aplikace – jedná se o grafické uživatelské prostředí umožňující uživateli plošně zatěžovat množinu povodí deště o zvolených testovacích parametrech. Základní dialogové okno

sestaveného softwarového nástroje (obr. 4) umožňuje zadávání vstupních parametrů zatěžovací srážky (doba trvání a intenzita) a výběr limitního průtoku pro každé testované povodí. Hodnota limitního průtoku je v současné fázi dána N-letostí, výhledově se předpokládá zadání hodnoty odpovídající odtokovým poměrům přímo v řešené oblasti.

Po spuštění výpočtu je pak možno na přehledné mapě vidět, kolik a která povodí jsou ohrožena přívalovým deštěm o zvolených parametrech (ohrožená povodí jsou označena černě).

Uvedené okno představuje nynější verzi, která však bude v nejbližší době rozšířena o další varianty zadávání vstupních srážkových parametrů.

ZÁVĚR

V příspěvku je prezentován zjednodušený hydrologický model, který představuje jádro následné mapové aplikace. Kalibrace modelu je postavena na rozsáhlé matici vzorových dat,

kteřá obsahuje data popisující vlastnosti povodí a parametry příčinných dešťů. Součástí konstrukčních algoritmů je i jakýsi postupný mechanismus dohledávající kritickou dvojici dob trvání dešťů a jim odpovídajících intenzit. Celý algoritmus modelu se snaží o podchycení vztahu příčinného deště a odtokové reakce povodí na něj, a to na základě rozsáhlých datových souborů. Výsledky validace ukazují, že uvedenými způsoby lze dosáhnout uspokojivých výsledků (obr. 3) – korelace modelových průtoků a jim odpovídajících průtoků z matice vzorových dat je 0,783. Model adekvátně reaguje i na citlivostní analýzu, která zkoumá vliv jednotlivých vstupních veličin na výslednou hodnotu kulminačního průtoku.

Předložené výsledky byly následně použity pro sestavení mapové aplikace, která uživateli umožňuje plošně testovat množinu malých povodí. Pomocí jednoduchého grafického uživatelského prostředí lze zatěžovat skupinu povodí návrhovými přívalovými dešti o zvolených parametrech. Ta povodí, u nichž dochází k překročení limitní hodnoty průtoku – tedy takové hodnoty, kdy na povodí dochází k problémům –, jsou barevně zvýrazněna. Výsledek pak může sloužit jako objektivní nástroj pro rozhodování o toku financí v souvislosti s případným budováním ochranných opatření před povodněmi z přívalových dešťů.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory specifického výzkumu FAST-14-2400 s názvem „Softwarová aplikace pro určení ohroženého povodí přívalovým deštěm“.

Poznámka:

Nezkrácená verze příspěvku patřila mezi oceněné práce na Konferenci mladých hydrologů pořádané SHMÚ 6. listopadu 2014.

LITERATURA

- [1] Zadeh, L., A. 1978: Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. In: *Fuzzy Sets and Systems*. 1978, č. 1, s. 3–28.
- [2] Čerkašin, A. 1964: *Hydrologická příručka*. Praha: Hydrometeorologický ústav, 1964.
- [3] Trupl, J. 1958: *Intenzity krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy*. Výzkumný ústav vodohospodářský, Praha, 1958.

- [4] Ježík, P. 2014: *Rozšiřování matice vzorových dat pro výpočet odtokové reakce malého povodí na přívalový dešť a ukázka výsledků*. In: *Vodohospodářsky spravodajka*, 2014, roč. 57, č. 1–2, s. 22–25. ISSN: 0322-886X.
- [5] Nacházel, K., Starý, M., Zezulák, J. 2004: *Využití metod umělé inteligence ve vodním hospodářství*, Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky, Praha

2004, ISBN 80-200-02229-4.

- [6] Nacházel, K., Fošumpaur, P. 2010: *Teorie možnosti v hydrologii a vodním hospodářství*. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 2010, roč. 58, č. 2, s. 73–97. ISSN 0042-790X. DOI: 10.2478/v10098-010-0008-y.

V Košiciach odovzdali ďalšie tri stavby protipovodňovej ochrany

Mgr. Ľuboš Krno

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

November minulého roka sa u slovenských vodohospodárov niesol najmä v znamení slávnostných chvíľ, sprevádzajúcich úspešné budovanie protipovodňových stavieb a ukončovanie dôležitých zabezpečovacích prác. Medzi ostro sledované stavby už od roku 2013 patrí výstavba protipovodňovej ochrany Košíc, ktorú Vláda Slovenskej republiky svojím uznesením č. 581/2013 zaradila medzi prioritné stavby protipovodňovej ochrany v rámci celého Slovenska. Ide o veľmi dôležité vládne uznesenie, pretože na jeho základe sa jednak rozhodlo o uvoľnení finančných prostriedkov a súčasne bolo možné urýchlene rozpracovávať projekty na jednotlivé stavebné úseky tejto ochrany.

Po úspešnom ukončení prvej etapy ochranných opatrení v Košiciach – rekonštrukcii 540 metrovej ľavobrežnej hrádze Hornádu so 60 metrovým ochranným múrikom v mestskej časti

dze rieky Hornád v intraviláne Košíc. **„Rozšírenie a úprava koryta Hornádu pri Ťahanovskom moste, rekonštrukcia vyše 700 metrovej pravobrežnej ochrannej hrádze a ďalšej 540 metro-**

bez DPH, dokázali zvládnuť v predstihu a len vlastným financovaním. Spolu s rekonštrukciou hrádze v mestskej časti Džungľa si tak doterajšie investičné náklady vyžiadali už zhruba 1 milión



Rozširovanie prietokovej kapacity Hornádu pri Ťahanovskom moste. Stavebné práce obmedzovalo nelegálne postavené pohostinské zariadenie Súdky, ktoré stojí bezprostredne v inundačnom území.

Džungľa sa pracovníci Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. mohli v novembri minulého roka pochváliť ďalším úspechom. Prakticky za celý rok „k Džungli“ pribudli ďalšie tri zrekonštruované úseky ochrannej hrá-

vej hrádze s vybudovaním siedmich stabilizačných prahov, ako aj obslužnou komunikáciou, využiteľnou aj pre rekreačných cyklistov. Vodohospodári všetky tieto tri stavby, ktorých náklady si vyžiadali 650 tisíc eur

eur. Rozhodujúca časť budovania protipovodňovej ochrany na Hornáde Košice však ešte len čaká. Veď celková dĺžka tejto ochrany bude mať 12 kilometrov a jej súčasťou bude aj rekonštrukcia Ťahanovského mosta, rekonštrukcia

hatí Vyšné Opátske a Ťahanovce, pričom pôjde o finančne najnáročnejšie stavby. Napríklad len rekonštrukcia Ťahanovskej hate sa odhaduje na 11 miliónov eur, pričom na celkové vybudovanie protipovodňovej ochrany Košíc, vrátane výkupu pozemkov je napláno-

neho rozpočtu v rámci kapitoly budovania prioritných protipovodňových opatrení, ale aj za pomoci finančných zdrojov z Európskej únie, a to najmä v rámci operačného programu Kvalita životného prostredia v ďalšom programovom období.

ril slovenským vodohospodárom minister životného prostredia Peter Žiga, ktorý sa spolu s ministrom vnútra Robertom Kaliňákom a primátorom Košíc Richardom Rašim zúčastnil 10. novembra 2014 aj na slávnostnom odovzdaní spomínaných troch protipovodňo-



Rozšírená berma Hornádu pri Ťahanovskom moste zvýšila povodňový prietok z 540 na 650 m³/s. Na dosiahnutie predpokladaného storočného prietoku 757 m³/s. bude však potrebné zrekonštruovať aj celý most.



Pracovníkom Slovenského vodohospodárskeho podniku sa za ďalšie tri dokončené stavby, ktoré sú súčasťou budovania rozsiahlej protipovodňovej ochrany Košíc, úprimne poďakoval minister životného prostredia Peter Žiga. Na obr. sprava: minister vnútra Róbert Kaliňák, primátor Košíc Richard Raši, minister životného prostredia Peter Žiga a generálny riaditeľ SVP, š. p. Marián Supek.

vaných a vládou schválených 40 miliónov eur. Tieto stavby sa však už budú realizovať nielen z prostriedkov štát-

Výraznú podporu v realizácii týchto opatrení a to nielen v Košiciach, ale aj v Starej Ľubovni či Kežmarku vyjad-

vých stavieb v Košiciach. „**Prevencia je v každom prípade lepšia, ako sanácia škôd po povodniach. Už po-**

vodne v máji 2014 ukázali, že práce na Hornáde majú zmysel a Košičania môžu pokojnejšie spať,“ zdôraznil na stretnutí s vodohospodármi a novinármi minister Peter Žiga. Zároveň pripomenul, že najväčšie práce vodohospodárov ešte len čakajú, preto

Minister vnútra Robert Kaliňák s uznaním okomentoval už tie protipovodňové opatrenia, ktoré sa na Slovensku urobili napríklad na Dunaji v Bratislave či Štúrove. V tejto súvislosti minister vnútra zdôraznil, že „**pri veľkej povodni na Dunaji v roku 2013, ale**

pomohli Slovensku prežiť s podstatne menšími škodami, ako to bolo u našich susedov.“ Primátor Košíc Richard Raši zase vysoko ocenil fakt, že tieto protipovodňové opatrenia nebudú pre mesto znamenať len ochranu pred povodňami, ale že pre obyvateľov Košíc



Na novej, vyše 700-metrovej obslužnej komunikácii pozdĺž zrekonštruovanej hrádze Hornádu si svoje miesto nájdu aj cyklisti či korčuliari.



Predstavitel'ov štátnych i samosprávnych orgánov o nových protipovodňových stavbách podrobne poinformoval riaditeľ Správy povodia Hornádu a Bodvy SVP, š. p. Peter Hoffman.

že rekonštrukcia všetkých častí celého 12-kilometrového úseku hrádzí Hornádu potrvá minimálne do roku 2018.

častočne aj v roku 2010 to boli práce protipovodňové opatrenia, urobené za prvej vlády Roberta Fica, ktoré

sa týmto komplexom stavieb vytvárajú aj nové rekreačné zóny. „**Vyvrcholením celého tohto úsilia bude deň, keď**

sa bude dať po zrekonštruovaných hrádzach, alebo obslužných komunikáciách pozdĺž Hornádu prejsť na bicykli, korčuliach, alebo len tak si zabehať od Ťahanoviec až po Krásnu nad Hornádom,“ s radostným pocitom dodal primátor Košíc. Avšak hlavným účelom týchto troch stavieb, ako to zdôraznil generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku,

rový úsek pravostrannej hrádze Hornádu, ktorý vlastne prepojí dva úseky odovzdané v novembri minulého roka a vytvorí súvislú 3 200-metrovú zrekonštruovanú hrádzu v časti Košíc od mimourovňovej križovatky Prešovskej a Sečovskej ulice až po most na Hlinkovej ulici. Predpokladané náklady na vybudovanie celého tohto úseku by mali dosiahnuť okolo 6,5 mil. eur. Podobne

du a Bodvy Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Peter Hoffman, ktorý sa svojou organizátorskou prácou mimoriadne zaslúžil aj o predčasné dokončenie všetkých štyroch doteraz odovzdaných stavieb. **„Ak sa nám podarí rýchle majetkovo právne vysporiadanie, tak tento významný úsek protipovodňovej ochrany by sme mohli ukončiť už v roku 2016“** – dodal Peter Hoffman, pričom zdôraznil, že **„financovanie tohto úseku je prakticky zabezpečené a to zo štátneho rozpočtu, keďže poslanci NR SR v rozpočte na tento rok navýšili 15 miliónov eur práve pre rezort životného prostredia, z ktorých je 13 miliónov určených práve na protipovodňové opatrenia“**. Okrem toho je do piatej výzvy operačného programu Životné prostredie zaradená aj rekonštrukcia hate Vyšné Opátske a keďže financovanie z európskych zdrojov sa končí v roku 2015, tak rekonštrukcia tejto hate by mala byť do konca tohto roka aj ukončená, ak nechceme prísť o financie z EÚ“, poznamenal Peter Hoffman.

Povodeň v roku 2010 jednoznačne potvrdila, že koryto Hornádu v intraviláne mesta nemá v celej svojej dĺžke dostatočnú kapacitu na prevedenie storočnej vody. Niekdajší tzv. storočný povodňový prietok Q_{100} bol na základe prehodnotenia hydrologických údajov Slovenským hydrometeorologickým ústavom zvýšený z 570 m³/s na dnešných 757 m³/s. Preto bola vypracovaná štúdia „Rekonštrukcia rieky Hornád v intraviláne mesta Košíc“, ktorá vzhľadom na veľký rozsah opatrení, potrebných na zabezpečenie dostatočnej prietokovej kapacity koryta, rozčlenila tok Hornádu v intraviláne Košíc na viacero etáp – úsekov. Zvýšenie prietokovej kapacity Hornádu v Košiciach je základným predpokladom na ďalší rozvoj košických mestských častí. V súvislosti s budovaním protipovodňovej ochrany Košíc sa však objavujú aj názory, že zväčšený prietok vytvorí zrýchlenú povodňovú vlnu, ktorá by mohla byť väčším rizikom pre obce, ležiace južne pod Košicami. Treba však zdôrazniť, že podľa vyjadrení odborníkov – hydrológov sú tieto obavy neopodstatnené a Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. rozhodne bude vytvárať také podmienky, aby v čase povodní ochránil tak Košice, ako aj obce v ich blízkosti.

Foto: Mgr. Ľuboš Krno



Pravobrežná hrádza Hornádu v tomto úseku už spĺňa parametre 100-ročného prietoku 757 m³/s.



Riaditeľovi Správy povodia Hornádu a Bodvy SVP, š. p. Petrovi Hoffmanovi ako aj všetkým pracovníkom, ktorí sa podieľali na predčasnom a vzornom ukončení troch protipovodňových stavieb v Košiciach sa osobne prišiel poďakovať generálny riaditeľ SVP, š. p. Ing. Marián Supek.

š. p. Marián Supek, je **„zvýšenie a zlepšenie podmienok prietokovej kapacity Hornádu. Zo stavby sme odviezli 3300 kubíkov zeminy, svahy koryta pri moste boli opevnené kameňmi, špáry zaliate cementovou maltou a pred mostom boli na základe požiadavky mesta vybudované dve oddychové zóny v celkovej dĺžke 77 metrov,**“ dodal šéf vodohospodárov.

Vodohospodári však zároveň pracujú aj na príprave ďalších etáp tejto výstavby. V súčasnosti je už projektovo dokončený aj ďalší, takmer 2-kilomet-

ako hrádza v „Džungli“ však už svojím prietokom 757 m³/s. bude spĺňať parametre tzv. 100-ročnej vody. Celý ďalší postup prác však momentálne, obrazne povedané, stojí a padá na majetkovo-právnom vysporiadaní, teda výkupu pozemkov, na ktorých sa budú realizovať rekonštrukčné práce. Vodohospodári majú už pripravené aj zmluvy, **„no najväčšie starosti nám robí v niektorých prípadoch doslova vypátrať vlastníkov, ktorí sú napríklad niekde v zahraničí“**, so rozčarovaním poznamenal riaditeľ Správy povodia Horná-

Katastrofálne následky povodne vo Vrátnej odstránené

Mgr. Ľuboš Krno

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

ČIERNY DEŇ VRÁTNEJ DOLINY

„Bol pondelok 21. júla. Napoludnie sme sa s manželkou, dcérou a jej francúzskym priateľom ubytovali v jednej chatke v Terchovej. Dolníci od Dunaja, z Bratislavy, túžiaci po čistom horskom vzduchu, sme sa poriadne ani nevybalili a poďho rovno do Vrátnej, na lanovku. Na vrchole majestátneho Chle-

vej. No, na obraz, ktorý sa nám naskytol po troch dňoch, keď sme sa konečne opäť mohli dostať do Vrátnej, na miesto, kde sme nechali auto a nastúpili do kabíny lanovky nikdy nezabudnem.“

Takto opísal svoj tohtoročný júlový autentický zážitok z povodne vo Vrátnej doline jeden z priamych svedkov tejto prírodnej katastrofy – náš kolega

pričom sa zemina a kamene začali rútiť do uzáveru Vrátnej doliny. Spolu s obrovským prívalom vody tak zamedzili prirodzenému odtoku tamojšieho vodného toku Varínka a vytvorili akési umelé jazero. Po jeho pretrhnutí sa dole Vrátnou dolinou spustila ničivá prívalová vlna, ktorá spôsobila obrovskú deštrukciu nielen v celom 5-kilometrovom povodí Varínky, ale aj v jej ďalšom poldruhu kilometrovom úseku, pretekajúcom cez obec Terchová. Následky tejto mimoriadnej povodne boli katastrofálne. Zničená príjazdová cesta do Vrátnej, Varínka zanesená kamením, sutinou a vyvrátenými stromami, jej brehy na viac ako kilometri úplne zborené, údolná stanica kabínkovej lanovky na Chlebe zdevastovaná a zasypaná kamením, poškodené vodovodné i kanalizačné potrubia, komunikačné siete, transformačné stanice, vedenia elektrickej energie a na parkovisku pod chatou Vrátna zhruba 50 zdemolovaných áut, z nich niektoré len neforemné gule šrotu. Podľa výpočtov SHMÚ mala táto povodeň charakter tzv. 100-ročnej vody.



Niživá sila povodne zmiatla cestu i brehy potoka.

Foto: Ľuboš Krno

bu sme sa unášali romantickými pohľadmi na Rozsutec, Malofatranský Kriváň, Poludňový grúň a celú panorámu Malej Fatry, keď sa o niekoľko minút obloha zatiahla, všetko navôkol stmavlo, sčernelo a my sme sa zrazu ocitli uprostred neuveriteľne prudkého dažďa a ľadovca, ktorý už pri prvom dotyku so zemou spôsoboval priam hrôzu. Úkryt (asi 50-tim turistom na Chlebe) nám poskytla vrcholová stanica kabínkovej lanovky. Keď bolo po všetkom, vyšli sme von a priam oslepení belobou napadaných krúpov sme cítili, že dole pod nami to muselo byť ešte horšie. Kabínka nepremávala a my sme až do večera čakali na záchrannárske defendery, ktoré nás postupne pozvážali do Tercho-

vodohospodár, vedúci úseku vodohospodárskej prevádzky zo Správy vnútorných vôd Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. v Šamoríne Ing. Jozef Kanitra. No vzápätí dodal, že hoci prišiel o svoju audinu, je šťastný, pretože ak by boli v nej, tak dnes by tu už zrejme neboli vôbec.

NEUVERITEĽNÁ ZHODA NÁHOD

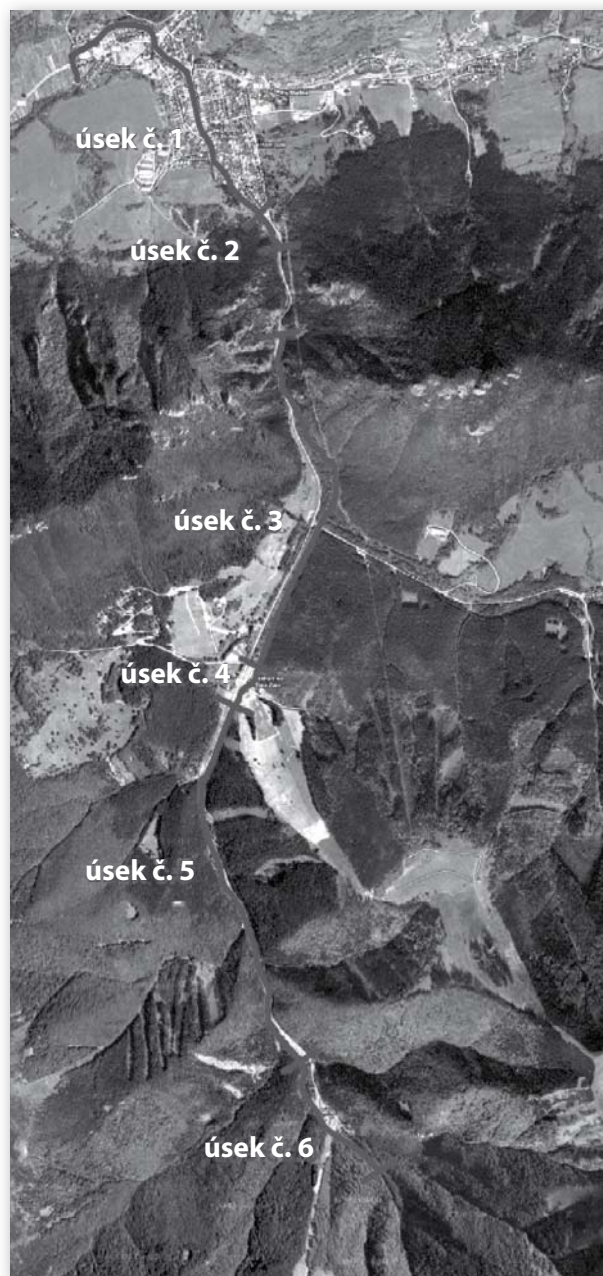
Podľa hodnotenia hydrometeorológov došlo v pondelok 21. júla 2014 krátko po 15-tej hodine nad Vrátnou dolinou k extrémnemu meteorologickému javu, keď za relatívne krátky čas a na relatívne malú plochu spadlo obrovské množstvo zrážok s intenzitou 65-tich litrov vody na m². Takéto intenzívne zrážky strhli prirodzený vegetačný kryt na okolitých svahoch,

21. JÚLA 2014 O 16:40 HOD.

Starosta obce Terchová Milan Lurenčík vyhlasuje na vodnom toku Varínka III. stupeň povodňovej aktivity. Hasiči a ďalšie záchranné zložky zabezpečujú evakuáciu 122 ľudí uväznených na Chlebe, ale aj v údolnej stanici kabínkovej lanovky pri chate Vrátna. Našťastie, pri tejto katastrofe nik neprišiel o život.

22. JÚLA 2014, 8.00 HOD.

Na Obecnom úrade v Terchovej zasadá obvodná povodňová komisia, ktorá hodnotí povodňovú situáciu a zabezpečuje koordináciu všetkých záchranných zložiek (HaZZ, Policajného zboru SR, Armády SR i Horskej služ-



Ortofotomapa (gašické zobrazenie pracovného členenia na úseky 1 až 6)

Úsek č. 1 a č. 2. rkm
15,250 – 16,500 intravilán
obce Terchová

Úsek č. 3 rkm
16,500 – 18,800
Tiesňavy – Starý Dvor

Úsek č. 4 rkm
18,800 – 19,250 Starý Dvor
– lyžiarske stredisko

Úsek č. 5 rkm
19,250 – 21,000
Starý Dvor – Sútok Varínky
s ľavostranným prítokom

Úsek č. 6 rkm
21,000 – 21,700 sútok
Varínky s ľavostranným
prítokom – vodný zdroj
pre chatu Vrátna

vodného toku, prinavrátiť tok do svojho pôvodného koryta a zabezpečiť ochranu koryta toku pred poškodzujúcim vodným prúdom lomovým kameňom a drevenými pásmi. A vtedy podlo aj rozhodné slovo vodohospodárov: **Urobíme všetko preto, aby sme Vrátnu dolinu obnovili ešte do začiatku zimnej lyžiarskej sezóny!**

Vlastní pracovníci Slovenského vodohospodárskeho podniku z jeho Správy stredného Váhu v Nimnici sa okamžite púšťajú do obnovy Varínky v intraviláne Terchovej a už v stredu 23. júla, keď voda opadla, nasadzujú ťažkú techniku na odstraňovanie rôznych naplavenín. Len v intraviláne Terchovej odstránili zhruba 1500 m³ naplavenín a 50 ks kmeňov stromov rôznej veľkosti. Po odstránení nánosov a naplavenín museli pomocou lomového kameňa stabilizovať brehové prietrže, výmole a odplavené časti opevnení. Najviac poškodená bola časť toku tečúca vedľa Jánošíkovej ulice, kde odplavilo cca 250 metrov pôvodnej obojstrannej regulácie vodného toku.

Vodohospodári by však určite nedokázali sami zvládnuť celú Varínku. Na pomoc teda prichádzajú ďalšie dodávateľské firmy. Do zabezpečovania zemných prác sa pustila spoločnosť Teracom, s. r. o. a do pilčíckych prác pri odstraňovaní naplavených stromov a konárov firma Ekodendra, s. r. o. Najskôr je potrebné celý, zhruba 5-kilometrový vodný tok Varínky vyčistiť od kameňov, pňov, balvanov, sedimentov a ďalších naplavenín. Keďže na niektorých úsekoch sa niveleta dna prehĺbila až o 70 centimetrov, čím sa obnažilo hlavné vodovodné potrubie, je nevyhnutné dno stabilizovať drevenými dnovými pásmi a balvanitým sklzom a brehy súčasne spevňovať lomovým kameňom. Pri čistení a sprietočňovaní koryta museli odstrániť zhruba 20 tisíc m³ naplavenej hmoty a približne 1300 kusov kmeňov popadaných stromov, 150 pňov a 174 vlečiek drevných zvyškov. Všetka drevná hmota bola uskladnená na dvoch skládkach a 3. septembra odovzdaná obci Terchová.

Najťažšia úloha však vodohospodárov a ich dodávateľské firmy ešte len čaká. Zhruba 1000 metrový úsek vodného toku musí byť prakticky úplne nanovo obnovený, pretože vodný živel strhol brehy tak, že koryto sa roztiahlo na niekoľko desiatok metrov. Denne 8 až 10 nákladných áut priváža okolo

by Národného parku Malá Fatra). Vysoká hladina vody vo vodnom toku však ešte ani na druhý deň po povodni nedovoľuje akýkoľvek zásah v jeho koryte. Vodohospodári sa preto zamerali najmä na zmonitorovanie rozsahu škôd, mobilizovanie ťažkej techniky a pracovníkov odštepného závodu Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. z Piešťan.

23. JÚLA 2014

Po zmonitorovaní územia si vodohospodári, vzhľadom na rozsah škôd, rozdelili zasiahnutý úsek na 6 častí. Situáciu však sťažil fakt, že zdevastovaný vodný tok Varínka sa nachádza v Národnom parku Malá Fatra v 5-tom, teda najprísnejšom stupni ochrany, čo znamená, že počas všetkých nasledujúcich

zabezpečovacích prác bude potrebné rešpektovať požiadavky ochranárov.

BOJ S ČASOM

24. júla sa s prvými zabezpečovacími prácami vodohospodárov vo Vrátnej doline oboznamuje štátny tajomník Ministerstva životného prostredia SR Ing. Vojtech Ferencz, PhD. a generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Ing. Marián Suppek. Predbežné škody na vodohospodárskom majetku štátu odhadujú najmenej na 2 milióny eur. Na základe príkazu Obvodnej povodňovej komisie z 29. júla 2014 musí Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. odstrániť prekážky, ktoré obmedzujú plynulý odtok vody (stromy, korene a pod.), zabezpečiť uvoľnenie prietoku koryta

350 až 450 ton lomového kameňa. Kameň dovážaný z lomu z Dubnej skaly však už kapacitne nestačí a preto je potrebné hľadať ďalší zdroj takého kameňa, ktorý by vyhovoval aj požiadavkám ochranárov na jeho farebnosť a horninové zloženie, identické, resp. príbuzné horninového zloženia vo Vrátnnej doline ako v pásme 5-teho stupňa ochrany. Ďalšie dodávky kameňa začínajú dovážať z lomu Jablonové, ale aj zo vzdialenejších Liptovských Kľačan, čo však predražuje aj dopravu. Celkovo sa na spevňovanie brehov a dna koryta vodného toku muselo doviezť takmer 22 tisíc ton lomového kameňa, ale aj vyše 200 metrov kubických drevnej hmoty a okolo 6500 m² geotextílií, používaných ako podkladový materiál upevňovaný na brehy vodného toku pod lomový kameň. Po spoločnej obhliadke pracovníkov SVP, š. p. a zástupcov Národného parku Malá Fatra 4. novembra 2014 boli vo vytypovaných lokalitách do dna vodného toku ešte osadené aj balvany, ktoré slúžia na rozrážanie prúdnice a úkryt pre živočíchy.



S prvými zabezpečovacími prácami začali vodohospodári hneď na druhý deň po povodni – 22. júla 2014.
Foto: Ľuboš Krno

Všetky zabezpečovacie práce sa vykonávali nepretržite aj počas sobôt a nedeí v 8 až 12 hodinových pracovných zmenách.

19. NOVEMBRA 2014

Po necelých štyroch mesiacoch nepretržitých zabezpečovacích prác na vodnom toku Varínka vo Vrátnnej doline vodohospodári hlásia – hotovo! Po ukončení povodňových zabezpečovacích prác je však potrebné ešte celé územie geodeticky zamerať, podkladať zo zamerania spracovať a poskytnúť

dotknutým právnickým osobám, firme Omnitrade a urbariátu Cingel-Ondruš.

25. NOVEMBRA 2014, 12.00 HOD.

Obvodná povodňová komisia v Terchovej odvoláva na vodnom toku Varínka II. povodňový stupeň, čím sa povodňová aktivita končí. Súbežne s vo-



Varínka už tečie vynoveným korytom pozdĺž krásne zrekonštruovanej cesty do Vrátnnej doliny.
Foto: Maroš Stano

dohospodármi však na obnove Vrátnnej doliny veľmi intenzívne pracovali aj cestári zo Správy ciest Žilinského samosprávneho kraja, ale aj ďalšie firmy a organizácie, ktoré zabezpečovali obnovovanie poškodených inžinierskych sietí, objektov a budov, a to najmä údolnej stanice kabínkovej lanovky pri chate Vrátna.

11. DECEMBER 2014

Do Vrátnnej doliny prichádza minister životného prostredia SR Peter Žiga. Chce sa na vlastné oči presvedčiť o výsledku všetkých zabezpečovacích prác a dozvedieť sa, ako je toto vyhľadávané turistické stredisko pripravené na zimnú sezónu. Po prehliadke doliny a celého vodného toku Peter Žiga pred novinármi s radosťou konštatuje: „**Všetky zložky, ktoré sa podieľali na záchranných a zabezpečovacích prácach, ako aj na rekonštrukčných prácach, teda Slovenský vodohospodársky podnik, Žilinský samosprávny kraj, obec Terchová a Štátny geologický ústav Dionýza Štúra už zahlásili, že je hotovo. Vrátna dolina je opäť v takom stave, ako sa patrí a znova môže prinášať radosť jej obyvateľom a turistom.**“ Peter Žiga však pripomína aj to, že Vláda Slovenskej republiky bezprostredne po povodni uvoľnila 3 mi-

lióny eur na okamžité záchranné práce a práce pri výstavbe cesty, pričom zo štátneho rozpočtu budú prefinancované aj všetky zabezpečovacie práce na vodohospodárskom majetku štátu. Z celkového účtu za obnovu Vrátnnej doliny, ktorý predstavuje vyše 12 miliónov eur bude však polovicu znášať

Žilinský samosprávny kraj. Jeho podpredseda Jozef Štrba je však spokojný najmä s tým, že sa toto mimoriadne vyhľadávané turistické stredisko podarilo obnoviť za taký krátky čas a odovzdať ho verejnosti ešte pred tohtoročnou zimnou lyžiarkou sezónou, pričom, ako podotkol, najskôr ani netušil, že by sa to mohlo podariť. Generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Ing. Marián Supek však nezabudol pripomenúť, že všetky vodohospodárske úpravy, ktoré si vyžiadali zhruba 2 milióny 300 tisíc eur boli o to zložitejšie, že sa robili v prostredí najprísnejšieho 5-teho stupňa ochrany a teda všetko sa muselo robiť po dohode s orgánmi ochrany prírody. Nemohli používať betón, ale lomový kameň ukladať tak, aby odolal aj „veľkej vode“, kameň voziť aj zo vzdialenejšieho lomu, aby zodpovedal horninového zloženia kameňa vo Vrátnnej a pod. Pre vodohospodárov preto v tejto lokalite už v najbližších dňoch, ale aj v ďalších rokoch zostáva úlohou číslo jeden neustále monitorovanie tohto vodného toku a v prípade jeho zanášania sedimentmi po väčších dažďoch ich okamžité odstraňovanie a permanentné zabezpečovanie prietochnosti Varínky tak v obci Terchová, ako aj na celom úseku Vrátnnej doliny.

Potenciálne znečistenie vodných zdrojov z poľnohospodárskych pôd Slovenska

Ing. Stanislav Torma, PhD.¹, RNDr. Gabriela Barančíková, CSc.¹,
RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.², RNDr. Štefan Koco, PhD.¹

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava,

¹Regionálne pracovisko Prešov, ²Regionálne pracovisko Banská Bystrica

Pedosféra, spolu s hydrosférou patria k základným subsystémom životného prostredia. Pôda je rozhodujúcim faktorom pre kolobeh vody a biogénnych prvkov a uspokojuje tiež základné ľudské potreby, ktorými sú najmä produkcia potravy. Voda je podstatou biosféry, je najrozšírenejšou látkou na zemi a spolu s pôdou má prvoradý význam pre zabezpečenie výživy ľudstva. Pedosféra môže byť potenciálnym znečisťovateľom vodných zdrojov rovnako, ako aj vodné zdroje môžu znečisťovať pôdu. Pôda je porézne médium a hrá podstatnú úlohu pri povrchových transportných procesoch, kontroluje infiltráciu, redistribúciu, drenáž aj akumuláciu vody. Znečistenie vodných zdrojov (povrchových aj podzemných) poľnohospodárskou činnosťou je relatívne závažný problém. Môže byť spôsobené nielen nesprávnou aplikáciou agrochemikálií, ale aj vlastnosťami samotnej pôdy. Pri uvažovaní potenciálneho znečistenia vodných zdrojov dominantnú úlohu zohráva jedna zo základných ekologických funkcií pôdy, a to transportná funkcia. Z hľadiska poľnohospodárskej pôdy znečisťovanie vodných zdrojov môže byť spôsobené predovšetkým vstupom dusíka a fosforu (eutrofizácia), ako aj vstupom organických a anorganických polutantov (kontaminácia).

Aby sme mohli priestorovo vyjadriť možné znečistenie vodných zdrojov z poľnohospodárskych pôd, bolo potrebné vytvoriť jednotlivé kategórie pôd, ktoré svojimi vlastnosťami môžu spôsobovať spomínané znečistenie vôd, resp. môžu vodné zdroje pred znečistením chrániť. Takáto kategorizácia pôd vychádza z transportnej funkcie pôdy, ktorá zahŕňa transport živín a anorganických i organických polutantov. Parciálne hodnotenie jed-

notlivých transportných procesov je realizované na základe vhodných merateľných indikátorov, ktoré ovplyvňujú hodnotenú ekologickú funkciu [1]. Pôdne parametre nevyhnutné pre hodnotenie konkrétneho parciálneho transportu boli získané zo 7-miestneho kódu bonitovanej pôdno-ekologickej jednotky (BPEJ) priamo, alebo boli z neho odvodené na základe známych korelácií medzi pôdnymi jednotkami a priemernými hodnotami daných parametrov. Ďalšie parametre stanovišťa, ktoré z kódu BPEJ nie je možné odvodiť, boli získané z Databázy Monitoringu pôd Slovenska.

HODNOTENIE TRANSPORTNEJ FUNKCIE PÔDY VZHLADOM NA MOŽNÉ ZNEČISTENIE VODNÝCH ZDROJOV

Pri erózii poľnohospodárskej pôdy (vodnej alebo veternej) dochádza k úbytku povrchovej najúrodnejšej vrstvy pôdy (živín, organickej hmoty), ale aj k zníženiu mikrobiologického života a strate funkcií pôdy. V blízkosti vodných zdrojov môže dôjsť aj k potenciálnemu znečisteniu vodných zdrojov v prípade, ak sa v pôde nachádza vyšší obsah dusíka, fosforu, organické príp. anorganické znečisťovatele. Pri hodnotení transportnej funkcie pôdy bol braný do úvahy transport práve spomínaných parametrov. Bolo potrebné zohľadniť nielen vertikálny transport (do hĺbky pôdy), ale aj horizontálny transport po povrchu pôdy. Tým bolo obsiahnuté potenciálne znečistenie tak podzemných, ako aj povrchových vodných zdrojov.

TRANSPORT ŽIVÍN

Živiny (v našom prípade dusík a fosfor) sú neoddeliteľnou súčasťou pôdy, no na rozdiel od organických či anor-

ganických polutantov, ich človek v rámci hospodárenia na pôde do nej zámerne aplikuje. Transport živín veľmi úzko súvisí s vodným režimom pôd. Pri hodnotení transportu živín ide najmä o vertikálny transport živín v rámci celého pôdneho profilu a horizontálny transport v pôde a po povrchu pôdy. V prípade **transportu dusíka** sa jedná najmä o vyplavenie dusičnanov v dôsledku ich záporného náboja a nemožnosti sa chemicky viazať na pôdne častice. Druhým faktorom transportu dusíka je konfigurácia terénu, najmä svahovitost lokality. Vzájomnou kombináciou množstva nitrifikovaného dusíka v pôde [2] a koeficientov svahovitosti sme dospeli k 5 kategóriám schopnosti pôd transportovať dusík. **Transport fosforu** závisí v prevažnej miere na „objeme“ pôdy, tzn. vychádza z hĺbky pôdy a obsahu skeletu (či jemnozeme) a závisí aj od svahovitosti jednotlivých stanovišť. Vychádzali sme z toho, že to množstvo živín, ktoré sa v pôde neakumuluje, je z pôdy transportované. Z toho vyplýva, že schopnosť pôdy transportovať fosfor je priamo závislá na svahovitosti stanovišťa a na obsahu skeletu v pôde a nepriamo závislá na hĺbke pôdy. Kategorizácia schopnosti transportovať fosfor bola teda robená na základe kombinácie uvedených pôdných a stanovištných parametrov. Všetky uvedené parametre je možné charakterizovať prostredníctvom kódu BPEJ. Podrobnejšia analýza výberu minimálneho súboru indikátorov ako aj priradenie koeficientov pre jednotlivé parametre sú uvedené v práci [3].

TRANSPORT ANORGANICKÝCH POLUTANTOV

Anorganické prvky, ktoré zákon o ochrane a využívaní poľnohospo-

dárskej pôdy č. 220/2004 Z. z. [4] definuje ako anorganické rizikové prvky, sú nasledovné: Hg, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Cu, Zn, Co. Proces, ktorý kontroluje distribúciu anorganických polutantov v agroekosystéme, zahŕňa viacere základné fyzikálne, chemické a biologické procesy. Polutanty, ktoré nie sú imobilizované pôdnymi komponentmi, sa môžu následne transportovať s pôdnou vodou v závislosti od systému pórov v pôde a typu vodného režimu. Pri hodnotení sme použili ratingový prístup založený na bodovaní jednotlivých parametrov, ktoré tieto procesy ovplyvňujú. Konkrétny a detailný prístup výberu jednotlivých parametrov a kategorizácie transportnej funkcie pôdy vo vzťahu k anorganickým polutantom je uvedený v práci [5]. Minimálny súbor údajov pre hodnotenie schopnosti pôdy transportovať anorganické polutanty zahŕňa tieto pa-

ho dôvodu, hodnotenie transportnej funkcie sa v našom prípade týka organických polutantov, ktoré sú charakterizované predovšetkým nízkou rozpustnosťou vo vode a pomalou degradáciou. Organické polutanty, ktoré spĺňajú tieto kritéria sú: polyaromatické uhľovodíky (PAU), polychlóvané bifenyly (PCB) a všetky vyššie halogenované aromáty a zákon č. 220/2004 Z. z. [4] ich definuje ako rizikové látky. Základom nášho prístupu k hodnoteniu potenciálu pôd imobilizovať organické polutanty je poznanie, že najdôležitejším mechanizmom retencie organických polutantov v pôde je ich sorpcia. Pri neustálom zriedovaní pôdneho roztoku zrážkami dochádza k prerozdeleniu sorbovanej a vodorozpustnej formy látky a odtoku vody s obsahom rozpusteného organického polutantu do podlažia. Preto je potenciál pôd imobilizo-

vať hĺbka pôdy, množstvo zrážok a svahovitosť.

Na základe hodnotenia parciálnych transportných procesov živín, organických a anorganických polutantov bol vytvorený algoritmus semikvantitatívneho hodnotenia potenciálnej schopnosti pôdy zabrániť znečisťovať vodné zdroje. Navrhovaný algoritmus reprezentuje kód XYZ pozostávajúci z troch čísel 1 – 5, ktoré predstavujú hodnotenie parciálnych transportov jednotlivých látok (živín, organických a anorganických polutantov), pričom najväčšiu váhu pri komplexnom hodnotení má transport živín (X 60 %) a je umiestnený na prvom mieste kódu. Na druhom mieste je transport anorganických polutantov (Y 30 %) a tretí v poradí je transport organických polutantov (Z s váhou 10 %). Konečné kategórie potenciálneho znečistenia vodných zdrojov sú kombináciou týchto troch kategórií so zohľadnením ich váhových koeficientov, tzn. parameter X je vynásobený koeficientom 0,6, parameter Y koeficientom 0,3 a parameter Z koeficientom 0,1. Výsledný súčet stanovuje kategóriu potenciálneho znečistenia vodných zdrojov tak, ako je to uvedené v tabuľke 1.

Výnimkou z týchto kategórií sú tie kombinácie parametrov XYZ, ktoré minimálne na jednom mieste obsahujú piatu parciálnu kategóriu transportu (veľmi silný transport). V tomto prípade sa daná lokalita automaticky zaraďuje do kategórie s veľmi silným potenciálnym znečistením vodných zdrojov. Podrobnejšie informácie o tvorbe výsledného algoritmu semikvantitatívneho hodnotenia potenciálnej schopnosti pôdy zabrániť znečisťovaniu vodných zdrojov je možné nájsť v jednej z našich predchádzajúcich prác [8].

Konečné kategórie boli v prostredí ArcGIS 9.2 priestorovo priradené jednotlivým pôdnym areálom (na základe BPEJ, resp. údajov z databázy Monitoringu pôd Slovenska) a vizuálne spracované do konečnej podoby finálnej mapy (obr. 1).

Najväčšia výmera slovenských poľnohospodársky využívaných pôd (takmer 76 % celkovej výmery) sa nachádza v kategórii slabého, resp. stredného potenciálneho znečistenia vodných zdrojov (Tabuľka 2). Tieto pôdy sa nachádzajú na juhu Slovenska predovšetkým v jeho juhozápadnej časti (oblasť Podunajskej nížiny) a čiastočne

Tabuľka 1 Výsledný koeficient a kategórie potenciálneho znečistenia vodných zdrojov z poľnohospodárskej pôdy

Kategória potenciálneho znečistenia vodných zdrojov	Koeficient
Veľmi slabá	1,0 – 1,8
Slabá	1,9 – 2,6
Stredná	2,7 – 3,4
Silná	3,5 – 4,2
Veľmi silná	4,2 – 5,0

Tabuľka 2 Výmera a podiel jednotlivých kategórií poľnohospodárskych pôd s rôznou schopnosťou potenciálneho znečistenia vodných zdrojov

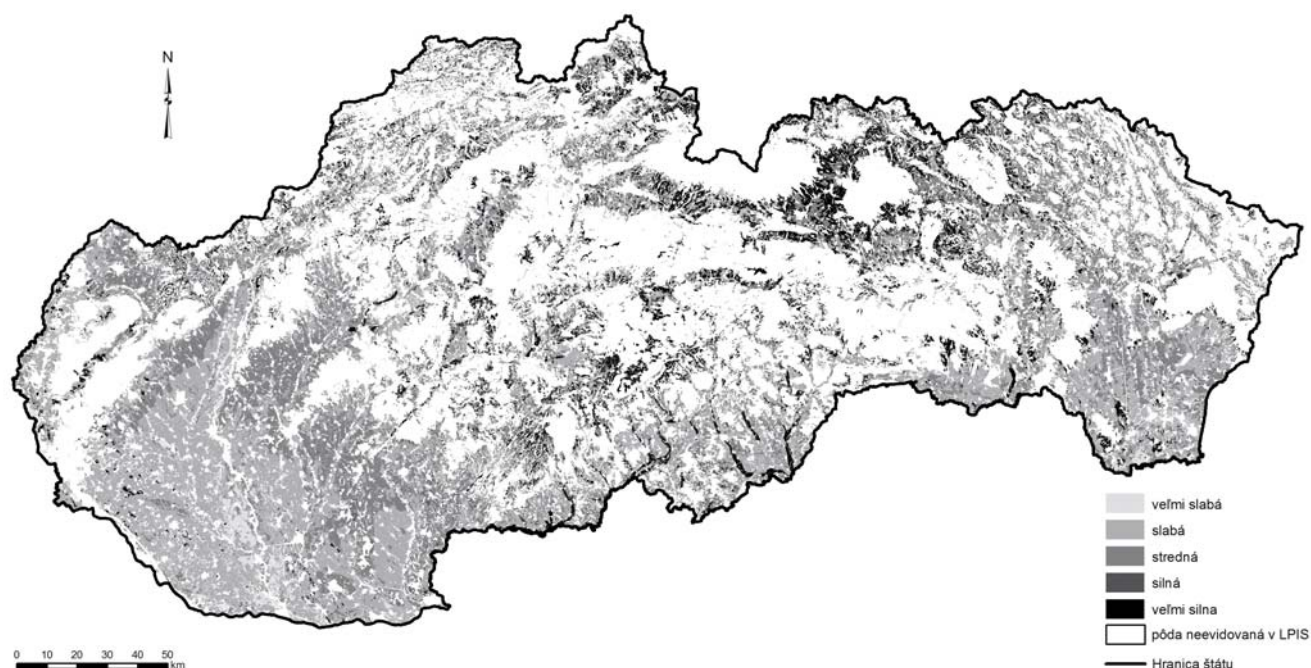
Kategória potenciálneho znečistenia vodných zdrojov	Výmera poľnohospodárskej pôdy (ha)	Podiel (%)
Veľmi slabé znečistenie	52 417	2,63
Slabé znečistenie	846 775	42,52
Stredné znečistenie	701 914	35,24
Silné znečistenie	66 881	3,36
Veľmi silné znečistenie	323 718	16,25

rametre: celkový obsah anorganických polutantov hodnotený podľa zákona č. 220/2004 so zohľadnením zrnitostných kategórií, parametre charakterizujúce sorpčné schopnosti pôdy - hodnota pôdnej reakcie, obsah a kvalita pôdnej organickej hmoty a hrúbka humusového horizontu a parameter lokality - svahovitosť.

TRANSPORT ORGANICKÝCH POLUTANTOV

V dôsledku rozdielných fyzikálno-chemických vlastností nie je možné hodnotiť osud organických rizikových prvkov v pôde ako celku. Z uvedeného

vať organické polutanty závislý nielen od afinity látky k pôdnym fázam, ale aj od množstva zrážok na danej lokalite. Ďalším faktorom, ktorý ovplyvňuje transport organických polutantov je svahovitosť. Tento lokálny parameter sa pri transportnom procese podieľa podobnou mierou ako faktor zrážok. Konkrétny a detailný prístup výberu jednotlivých parametrov imobilizácie organických polutantov v pôdnom profile je uvedený v prácach [6,7]. Minimálny súbor údajov pre hodnotenie zahŕňa tieto parametre: množstvo a kvalita pôdneho humusu, hrúbka humusového horizontu, obsah ílu,



Obrázok 1 Mapa kategorizácie poľnohospodárskych pôd SR z hľadiska možného znečistenia vodných zdrojov.

aj na Východoslovenskej nížine. Sú to pôdy na rovinách, hlboké, s neutrálnou hodnotou pH a dostatočným obsahom kvalitného humusu. V kategóriách silného a veľmi silného potenciálneho znečistenia sa z celkovej výmery poľnohospodárskych pôd nachádza necelých 20 % plochy. Uvedené lokality sa nachádzajú najmä v horských oblastiach severného a stredného Slovenska a sú reprezentované plytkými, kyslými pôdami s nízkym obsahom organickej hmoty, lokalizovanými na viac či menej výrazných svahoch.

ZÁVERY

Intenzívne a často aj nevhodné využívanie poľnohospodárskej pôdy môže byť jedným z potenciálnych znečisťovateľov vodných zdrojov. Významným podielom na ňom participuje transportná funkcia pôdy, nakoľko v dôsledku vertikálneho a horizontálneho transportu živín dochádza k eutrofizácii hydrosféry a polutanty, nachádzajúce sa v pôde, môžu znečisťovať vodné zdroje, čo má za následok podstatné zhoršenie ich kvality. Vypracovaný algoritmus na základe známych

parametrov pôdy a stanovišťa umožňuje zaradiť každú pôdnu lokalitu do kategórie potenciálneho znečistenia vodných zdrojov.

Výsledkom našich výpočtov je skutočnosť, že na Slovensku je 45 % výmery poľnohospodárskych pôd s veľmi slabým a slabým potenciálnym ohrozením vodných zdrojov, ale až vyše 16 % výmery poľnohospodárskych pôd patrí do kategórie veľmi silného potenciálneho znečistenia vodných zdrojov.

LITERATÚRA

- [1] Bielek, P. (1998): Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. VÚPU Bratislava, 256 s., ISBN 80-85361-44-2.
- [2] Acton, D.F., Gregorich, L.J. (1995): Understanding soil health. In: Acton, D.F., Gregorich, L.J. (eds.) The health of our soils – toward sustainable agriculture in Canada. Centre for Land and Biological Resources Research, Research branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Ontario, p. 5-10.
- [3] Torma, S. (2002): Transportná funkcia pôdy vo vzťahu k živinám. In: Pôda – jedna zo základných zložiek životného prostredia. Zborník referátov z vedeckej konferencie vo Zvolene,

Bratislava, s. 145-148. ISBN 80-85361-98-1.

- [4] Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy č. 220/2004 Z. z. z 10. marca 2004. Zbierka zákonov, 220/2004, s. 2290-2292.
- [5] Makovníková, J., Barančíková, G., Pálka, B. (2007): Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. Plant, Soil and Environment, 53(8): 365 – 373.
- [6] Barančíková, G., Madaras, M. (2003): Attempt to assessment of non-production soil functions – filtration of organic contaminants. Ekológia, 22(3): 223-336.
- [7] Barančíková, G., Madaras, M. (2005): Transport organických kontaminantov

v pôdnom prostredí. Zborník príspevkov 13th International Poster Day: Transport of Water, Chemicals and Energy in the System Soil-Crop Canopy-Atmosphere, Bratislava, p. 20-26. ISBN 80-85754-15-0.

[8] Barančíková, G., Makovníková, J., Torma, S. (2009): Návrh hodnotenia pôd z hľadiska znečistenia vodných zdrojov. In: Mimoprodukčné funkcie pôdy a krajiny na územiach ovplyvňovaných antropogénnou činnosťou. Michalovce: CVRV – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 2009, s. 5-13 ISBN 978-80-89417-09-4.

Vodohospodári splnili verejný prísľub cesta cez priehradný múr Oravy je voľná

Mgr. Ľuboš Krno

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

Vodná stavba Oravská priehrada, ktorej výstavba bola ukončená pred vyše 60-timi rokmi, už takmer štvrtstoročie traumatizovala predovšetkým tamajších motoristov. Po vypustení tejto nádrže v roku 1990 sa totiž zistilo, že koruna priehradného múru je v dôsledku dlhodobej premávky ťažkotonážnych vozidiel už pre verejnú dopravu nevyhovujúca, čo potvrdili aj merania v rámci technicko-bezpečnostného dohľadu. Preto bolo potrebné verejnú dopravu cez tento múr uzatvoriť, čo však mimoriadne skomplikovalo život najmä motoristom z Trstenej, Námestova a okolitých obcí, ktorí museli z Trstenej do Námestova používať 6 kilometrovú obchádzku po cestách III. triedy. Od roku 1990 mali cez priehradný múr oficiálne povolený prejazd len vozidlá záchranných zložiek, polície, hasičov či rýchlej lekárskej pomoci, pričom vodohospodári občas s tichou toleranciou pustili po mure aspoň miestnych občanov. No bolo to len veľmi núdzové riešenie. Počas vlnajšej spomienkovej slávnosti v Trstenej, venovanej 60. výročiu dobudovania Oravskej priehrady zaznel však verejný prísľub, že priehradný múr tejto vodnej nádrže sa urýchlene zrekonštruje tak, aby bolo možné opäť sprevádzkovať aj cestu po jeho korune. Za tieto slová sa vtedy zaručil štátny tajomník Ministerstva životného prostredia SR Ing. Vojtech Ferencz, PhD., predseda Žilinského samosprávneho kraja Ing. Juraj Blanár a generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Ing. Marián Supek.

Od verejného prísľubu uplynul rok a slovo sa stalo skutočnosťou. 12. novembra 2014 sa na priehradnom múre Oravskej vodnej nádrže stretli predstavitelia Žilinského samosprávneho kraja, Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p., okolitých miest

dochádzajúcim za prácou do Námestova denne ušetrí 12 obojsmerných obchádzkových kilometrov.

Pracovníci piešťanského odštepného závodu Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. sa ihneď po zadaní verejného prísľubu chyti-

plikácie stavbári sa to pokúsia dokončiť do decembra, čím by pre oravských motoristov pripravili aj pekný vianočný darček. Stavbu v celkovej hodnote zhruba 1 milión 200 tisíc eur rozdelili na 4 stavebné objekty - dopravné napojenie, rekonštrukciu koruny priehrady, rekonštrukciu verejného osvetlenia a ochranu koruny priehrady. Po takmer 7-mich mesiacoch zahlásili hotovo.

Z pohľadu vodohospodárov však podstatným cieľom rekonštrukcie nebola obnova vozovky, ktorá mala už množstvo trhlín a výtlkov, ale predovšetkým oprava železobetónovej rímsoy, na ktorej bol betón z lícnej strany značne poškodený a rozpadnutý. Rekonštrukciou sa tak dosiahla požadovaná stavebno-technická úroveň vozovky, zodpovedajúca aj všetkým parametrom, ktoré musia spĺňať kritériá z hľadiska technicko-bezpečnostného dohľadu celého vodného diela.

Ako poznamenal generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku Ing. Marián Supek vybudovanie komunikácie a jej sprejazdnenie pre verejnosť je len pridaným efektom vyše miliónovej rekonštrukcie, ktorú si vyžadovala koruna priehradného múru Oravskej vodnej nádrže. „Spravili sme to aj s ohľadom na občanov a tu-



Verejný prísľub daný obyvateľom Oravy je splnený a cesta cez priehradný múr je voľná. Zľava: prednosta Okresného úradu v Tvrdošine Jozef Domiňák, predseda Žilinského samosprávneho kraja Juraj Blanár, generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Marián Supek, primátor Trstenej Jozef Ďubjak a starosta obce Štefanov nad Oravou Ivan Maťuga po prestrihnutí pásky symbolicky sprístupňujúcej verejnú dopravu po priehradnom múre.

a obcí, ako aj dodávateľskej stavebnej firmy, aby symbolickým prestrihnutím pásky odovzdali nielen zrekonštruovaný priehradný múr – jeho železobetónovú rímso, ale aby oficiálne otvorili aj vynovenú cestu po takmer 300-metrovom múre, ktorá obyvateľom Trstenej,

li do práce. Na základe verejného obstarávania vybrali nitriansku spoločnosť BEST-STAV, ktorá sa v apríli 2014 po prevzatí staveniska zaviazala, že najneskôr do roka bude rekonštrukcia ukončená. Už vtedy sa však „pošuškaľo“, že ak by nenastali nejaké kom-



Po priehradnom múre vodnej nádrže Orava po 24-roch rokoch prechádza oficiálne a legálne prvé auto.

ako o tri roky“ – dodal na záver generálny riaditeľ SVP, š. p.

Doprava cez 300-metrový priehradný múr Oravskej priehrady je však voľná len pre vozidlá s celkovou hmotnosťou do 3,5 tony. Premávka je obojsmerná so zníženou rýchlosťou na 20 km/h a podľa prvotných poznatkov denne prejde cez tento múr okolo 1200 až 1300 osobných vozidiel.

O zimnú údržbu tristometrovej cesty po priehradnom múre sa starajú cestári Žilinského samosprávneho kraja. Podľa šéfa odboru dopravy Ivana Mokrého budú cestu len pluhovať, bez akéhokoľvek posypu, čo by však pri dodržaní maximálnej povolenej rýchlosti 20 km/h nemalo vodičom spôsobovať problémy.

Vodohospodári, spolu s dodávateľom stavby spoločnosťou BEST-STAV za podpory Ministerstva životného prostredia SR chceli urýchlením dokončenia stavby predovšetkým potešiť obyvateľov Oravy pred uplynutými Vianocami, čo sa im aj podarilo. Gratulujeme.

Foto: Ľuboš Krno

rizmus, ktorý je v tomto regióne. Problémom boli však najmä šesťdesiatročné konštrukcie, ktoré boli urobené v začiatkoch socializmu a ich nižšia kvalita sa podpísala aj pod toto dielo. Ale samozrejme toto dielo poznačili aj tvrdé podmienky na Orave, kde sú veľmi dlhé zimy, a preto tu došlo ku koróziám betónov, boli narušené mnohé statické časti, ta-

kže to bol dôvod, prečo sme túto rekonštrukciu pripravovali už dlhšie obdobie,” povedal Marián Supek. „Celú rekonštrukciu sme zaplatili z vlastných peňazí, pretože to bola schodnejšia cesta ako pri európskych peniazoch, kde sú podstatne zložitejšie všetky administratívne postupy, čo znamená, že túto rekonštrukciu by sme nedokázali zrealizovať skôr

Seminár

Seminár Problém ochrany podzemných vôd predstavil aj akútne problémy

Mgr. Anna Tlučáková

Výskumný ústav vodného hospodárstva

Vo štvrtok 11. decembra 2014 sa priestoroch Výskumného ústavu vodného hospodárstva uskutočnil tretí ročník seminára Problémy ochrany podzemných vôd, ktorý bol v tomto roku zameraný hlavne na prezentáciu informačných systémov súvisiacich so stavom podzemných vôd v lokalitách, akými sú environmentálne záťaž a bodové zdroje znečistenia. Tiež bola spomenutá problematika vývoja znečistenia podzemných vôd dusičnanmi na Slovensku, vplyvy používania pesticídov a iných prípravkov na ochranu

rastlín na kvalitu podzemných vôd, no diskutovalo sa tiež o využití izotopov kyslíka a obsahu chloridov v prameňoch Muránskej planiny pre hodnotenie možností ich znečistenia. V záverečnom bloku bola prezentovaná databáza Integrovaný monitoring zdrojov znečistenia, dôvody jej vzniku a existencie ako aj prepojenie tejto databázy s Informačným systémom environmentálnych záťaží, ktorý je „vstupnou bránou“ pre rozsiahle množstvo informácií o stave viacerých zložiek životného prostredia.

Seminára Problémy ochrany podzemných vôd sa zúčastnilo 120 zúčastencov o túto nanajvýš aktuálnu problematiku. Na organizácii seminára sa podieľali predovšetkým pracovníci Oddelenia povrchových a podzemných vôd VÚVH, ktorí prispeli tromi prednáškami.

Prednášatelia poskytli svoje prezentácie organizátorom a prednášky budú prístupné na voľné stiahnutie na webovej stránke Výskumného ústavu vodného hospodárstva www.vuvh.sk, za čo prednášajúcim ďakujeme.

Zo 46. konferencie vodohospodárov v priemysle

Ing. Július Hétharši, CSc.
HEKAS, s.r.o., Bratislava

V dňoch 10. – 12. 11. 2014 sa v hoteli Sorea Máj v Liptovskom Jáne konala už 46. konferencia vodohospodárov v priemysle. Organizovali ju Ministerstvo životného prostredia SR, Ministerstvo zdravotníctva SR, Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva SvF STU, ASPEK a HEKAS, s. r. o.

Tohtoročná účasť približne 180 poslucháčov, 4 vystavovateľov, 29 prednášajúcich a 46 diskutujúcich sú čísla, ktoré hovoria o návštevnom a prínose konferencie pre zúčastnených. Účastníkmi boli pracovníci vysokých škôl, výskumných ústavov, inšpekcie životného prostredia, vodohospodárskych orgánov a organizácií a vodohospodárskych priemyslov.

Cieľom konferencie bolo predovšetkým poskytnúť relevantné informácie vodohospodárom v priemysle pre ich špecializovanú činnosť – najmä z oblasti legislatívy, ale i na úseku environmentálneho prostredia, z oblasti nových technológií v úprave vôd a čistení odpadových vôd, nových technológií spracovania a zneškodňovania odpadov. Konferencia priniesla tiež poznatky z činnosti Slovenskej inšpekcie životného prostredia a vodohospodárskych orgánov.

Tematický blok prednášok o aktuálnych otázkach vodného hospodárstva a legislatívy z oblasti životného prostredia predstavil Ing. Dušan Čerešňák, generálny riaditeľ sekcie vôd MŽP SR v zastúpení Ing. Bujnovej. Prednáška bola zameraná na priority pre oblasť vôd, ktorými sú hospodárenie s vodnými zdrojmi, prijímanie opatrení na ochranu a zlepšenie stavu vôd, prijímanie opatrení pred negatívnymi dôsledkami klimatickej zmeny, predovšetkým ochranou pred povodňami a nedostatkom vody a plnenie záväzkov Slovenskej republiky vyplývajúcich z predstupovej zmluvy s EÚ.

Základným cieľom spoločnej vodnej politiky je realizovať opatrenia na dosiahnutie environmentálnych cieľov do roku 2015 v rámci prvého plánovacieho cyklu, resp. do roku 2021, najneskôr do roku 2027, v rámci druhého, resp. tretieho plánovacieho cyklu. Nástrojom na dosiahnutie cieľov rámcovej smernice o vode, ktorá bola transponovaná v zákone č. 364/2004 Z. z. a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov, sú plány manažmentu povodí vrátane programov opatrení. V zmysle vodného zákona a rámcovej smernice o vode plány manažmentu povodí sa musia prehodnocovať a aktualizovať každých šesť rokov. V súčasnosti sa finalizujú práce 2. cyklu plánov manažmentu povodí na roky 2016 – 2021.

Koordinovane s aktualizáciou plánov manažmentu povodí sa pripravujú plány manažmentu povodňových rizík, ktoré sa v zmysle zákona č. 7/2010 Z. z. sta-

nú súčasťou plánu manažmentu príslušného správneho územia povodia. Pre oblasti, v ktorých boli identifikované existujúce alebo potenciálne povodňové riziká, sú stanovené základné ciele manažmentu povodňových rizík a do 22. 12. 2015 budú vypracované a schválené plány manažmentu povodňového rizika. Budú obsahovať konkrétne opatrenia na znižovanie nepriaznivých dôsledkov podľa poradia naliehavosti.

Príspevok venoval pozornosť aj operačnému programu kvality životného prostredia na roky 2014 – 2020.

Ing. A. Bujnová, riaditeľka odboru vodnej politiky MŽP SR, informovala o návrhu zákona, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/2004 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov, ktorý je v súčasnom období v schvaľovacom legislatívnom procese. Potreba zmien vodného zákona sa odvíja z požiadaviek vyplývajúcich z uznesenia vlády Slovenskej republiky č. 583 z 24. októbra 2012 k materiálu „Voda ako strategická surovina štátu a návrh na jej ochranu a trvalú udržateľnosť vo vzťahu k cezhraničnému nakladaniu s vodou odobratou zo zdrojov situovaných na území SR“. Ďalej z potreby zohľadnenia pripomienok Európskej komisie k prebratiu smernice Európskeho parlamentu a Rady 2006/118 ES z 12. decembra 2006 o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality vôd a zosúladenia národnej legislatívy s článkom 22 smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva. V neposlednom rade od potreby zefektívniť výkon jednotlivých činností v oblasti vodného hospodárstva, ktoré vyplynuli z aplikačnej praxe.

Generálny riaditeľ sekcie environmentálnych programov a projektov MŽP SR, Ing. M. Húska v zastúpení Mgr. Z. Kurčíkovej informoval o operačnom programe Kvalita životného prostredia, o stratégii OP KŽP, o prioritách OP KŽP, o podpore projektov v oblasti odpadového hospodárstva, ochrany ovzdušia ap. Návrh OP KŽP bol predložený EK na schválenie.

Doc. Ing. J. Božíková, PhD., riaditeľka Inšpektorátu kúpeľov a zriediel MZ SR, venovala pozornosť využívaniu osobitných vôd, rozloženiu minerálnych a termálnych prameňov na území SR, možnostiam ich využívania, ďalej prírodným minerálnym vodám plnených do spotrebiteľského balenia, ako aj aktuálnemu stavu prevádzkovania prírodných liečebných kúpeľov kúpeľných liečební v SR.

Ing. Šuplatová, riaditeľka odboru odpadového hospodárstva MŽP SR, informovala o novelizácii záko-

na o odpadoch a aktivitách v oblasti odpadového hospodárstva.

Ing. K. Jankovičová, riaditeľka odboru ochrany ovzdušia MŽP SR, hovorila o nových prvkoch pri uplatňovaní integrovanej ochrany ovzdušia a aktivitách na zníženie produkcie emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia.

PhDr. B. Huslica, generálny riaditeľ Sekcie podporných programov MH SR, informoval o operačnom programe Výskum a inovácie – podpora podnikateľov v období 2014 – 2020.

Za Asociáciu priemyselnej ekológie sa prihovril nový generálny riaditeľ, Ing. Michal Fabuš, ktorý zároveň informoval o možnostiach získania Európskej podnikateľskej ceny za životné prostredie pod skratkou EBAA (European Business Awards for the Environment) zameranej na podporu európskej politiky trvalo udržateľného rozvoja a Národnej podnikateľskej ceny za životné prostredie.

Ing. Ivana Mahríková, PhD., vedúca kancelárie Asociácie vodárenských spoločností, sa vo svojom príspevku venovala prevádzkovým skúsenostiam zo zásobovania a odkanalizovania priemyselných podnikov podnikmi verejných vodovodov a kanalizácií.

Ďalšie prednášky informovali o inovatívnych postupoch hodnotenia vodárenskej infraštruktúry, obnove stokových sietí v priemyselných podnikoch, využívaní nulvalentného železa pri sanácii zemín a podzemných vôd, využívaní sorbentov na báze prírodných hlinítkremitanov na detoxikáciu priemyselných odpadových vôd, odstraňovaní uhľovodíkov z odpadových vôd pomocou membránovej filtrácie, stvrdzovania vody pri úprave vôd, o systéme hydraulikkej ochrany podzemných vôd v Slovnafte, o taktike vedenia zásahu pri úniku nebezpečných látok, o nanotechnológiách a pokročilých oxidačných procesoch pri čistení vody a vzduchu a o možnostiach využitia membránovej mikrofiltrácie a nanofiltrácie v priemysle. Obsah prednášok svedčí o predpoklade budovania odborného a profesionálneho imidžu vodohospodárov na celoslovenskej úrovni.

Veľkej rodine vodohospodárov v priemysle sa ako zvyčajne prihovril aj odborný garant už 46. konferencie, ktorý, okrem iného uviedol, že vodohospodári majú jedinečné povolanie, ktoré im umožňuje rásť, zdokonaľovať sa a prispieť tak k riešeniu environmentálnych problémov v priemyselných podnikoch. – „Vela tvorivej energie, pracovný zápal a odvaha pusť sa do neznámeho Vám dáva predpoklady pre ďalšie úspechy“, - zakončil.

Nové protipovodňové opatrenia zlepšia život obyvateľom Kežmarku

Mgr. Ľuboš Krno

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

Jednou z najťažšie skúšaných oblastí Slovenska z hľadiska povodňových rizík je v súčasnosti určite mesto Kežmarok, susedná obec Ľubica, ale aj Vrbov a ďalšie obce a osídlenia na podhorí Levočských vrchov z ich západnej, ale aj východnej strany. Značné odlesnenie tohto pohoria v posledných rokoch potvrdilo starodávne vodohospodárske poznatky, že voda sa v lesnatom prostredí dlhšie zdrží a počas bleskových povodní „nezhučí“ až tak prudko do doliny.

Katastrofálne následky povodne pocítili Kežmarčania najmä v roku 2010, keď po dlhotrvajúcich májových zrážkach im začiatkom júna zatopilo prakticky celé mesto, ako aj susednú obec Ľubicu. Vtedy si povodňové škody len na vodohospodárskom majetku štátu v správe Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. vyžiadali takmer 355 tisíc eur. Takmer podobná situácia sa zopakovala aj počas májovej povodne v roku 2014, keď vodohospodárske škody prevýšili 252 tisíc eur. Od roku 2006 Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. vynaložil len v oblasti Kežmarku na povodňové zabezpečovacie práce zhruba 615 tisíc eur a na opravy a údržbu poškodených vodných tokov Poprad a Ľubica ďalších 532 tisíc eur. Ďalšie státisíce eur si samozrejme vyžiadalo odstraňovanie škôd spôsobených na majetku mesta, firiem, cirkvi, ako aj samotných obyvateľov Kežmarku a Ľubice, ktorí sa po vlnašej povodni už rázne rozhodli nečakať, ale napísať petíciu priamo predsedovi Vlády SR Róbertovi Ficovi.

Medzitým sa však už túto situáciu rozhodlo veľmi operatívne riešiť Ministerstvo životného prostredia SR, spolu

v Levočských vrchoch. Keďže vodohospodárske úpravy a terén v obci Ľubica i v Kežmarku neumožňujú zvyšovať

ca, ale aj na jeho prítokoch, ako je napríklad Tvarožiansky potok, Ľubička či Dúbravský potok.



Petíciu s vyše 3 500 podpismi odovzdala ministrom životného prostredia Petrovi Žigovi šéfka petičného výboru Kežmarčanov Miroslava Münchnerová.



Zdevastovaný breh Ľubického potoka v Kežmarku po opadnutí povodňovej vlny v máji minulého roku.

so svojou rezortnou organizáciou Slovenským vodohospodárskym podnikom, š. p. ale aj rezortom obrany a jeho Vojenskými lesmi a majetkami SR, ktoré obhospodarujú vojenský obvod

vať ochranné hrádze, jedinou reálnou možnosťou protipovodňových opatrení v tejto oblasti je výstavba vodozádržných opatrení, tzv. suchých poldrov, no nielen na vodnom toku Ľubi-

V zastúpení predsedu vlády sa 12. novembra minulého roku s obyvateľmi Kežmarku stretol na mítingu minister životného prostredia Ing. Peter Žiga, PhD., ktorý si nielen vy-

počul názory Kežmarčanov a z rúk predsedníčky petičného výboru Miroslavy Múncnerovej prevzal petičné hárky s vyše 3 500 podpismi, ale tamojším obyvateľom aj podrobne vysvetlil všetky protipovodňové opatrenia, ktoré tam budú robiť vodohospodári pod gesciou MŽP SR. Súčasne dal Peter Žiga Kežmarčanom aj svoje slovo, že v prípade, ak by sa aj nepodarilo na tieto poldre získať prostriedky z eurofondov, tak ministerstvo zafinancuje tieto protipovodňové stavby zo štátneho rozpočtu. Ďalší rozhodný prísľub však zaznel aj z úst generálneho riaditeľa Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Ing. Mariána Supeka, ktorý tamojších obyvateľov dokonca ubezpečil o tom, že ak by sa peniaze na výstavbu dokonca nikde nenašli, tak slovenskí vodohospodári to prioritne vybudujú aj z vlastných finančných zdrojov.

V tejto súvislosti obyvateľov informoval, že vodohospodári už podali žiadosť o posúdenie vplyvu týchto stavieb na životné prostredie a pracujú urýchlene na vypracovaní projektovej dokumentácie na vydanie územného rozhodnutia. Pôjde o súbor 4-och poldrov, ktorých predbežné predpokladané náklady si vyžadujú okolo 15 mil. eur. Pribudnúť by však malo aj ďalších 14 menších vodozádržných stavieb, ktoré sa budú realizovať v rézii rezortu obrany, resp. Vojenských lesov a majetkov SR. Vodohospodári budú musieť zvládnuť dva veľké poldre s kapacitou okolo 5 miliónov kubíkov vody, z ktorých jeden bude na vodnom toku Ľubica a druhý na Tvarožianskom potoku. Tieto dva rozhodujúce poldre by mali byť postupne vybudované do roku 2016 (na vodnom toku Ľubica) a do roku 2017 (na Tvarožianskom potoku). Okrem dvoch veľkých poldrov považujú vodohospodári za nevyhnutné postaviť aj dva ďalšie, menšie poldre. Jeden s kapacitou približne 150 tisíc kubíkov na potoku Ľubička a druhý 250-tisíc kubíkový na Dúbravskom potoku. Prípravy pokračujú veľmi intenzívne, pričom vodohospodári predpokladajú, že najneskôr do konca septembra budú mať pripravenú projektovú dokumentáciu na stavebné povolenie výstavby všetkých štyroch poldrov.

Ako však na stretnutí s obyvateľmi Kežmarku a Ľubice podotkol minister životného prostredia Peter Žiga, problémom môže byť otázka majet-



Minister Peter Žiga Kežmarčanov a členov petičného výboru ubezpečil, že budovanie protipovodňovej ochrany Kežmarku dostane absolútnu prioritu.

kovo-právneho vyrovnania. V prípade poldra na vodnom toku Ľubica by s tým síce problémy nemali byť, pretože ide o pozemky Vojenských lesov a majetkov SR, takže štátne organizácie sa už dohodnú, no ako ďalej minister upozornil: „v druhom prípade je to trochu komplikovanejšie, takže to nebudeme vedieť riešiť okamžite, ale budeme sa musieť vysporiadať s vlastníkmi. To je možno aj výzva k miestnym občanom, aby nám pomohli v tejto veci a riešili to spolu s nami. Som ministrom dva roky a snažím sa riešiť problémy veľmi operatívne a tak, ako mi to dovoľujú prostriedky. Tu však máme naozaj problém

Šéf envirorezortu však vzápätí aj konal. Presvedčil poslancov Národnej rady, aby pri prerokúvaní vládneho návrhu štátneho rozpočtu na rok 2015 navýšili pre rezort životného prostredia 15 miliónov eur, z ktorých vyčlenia 13 miliónov práve na protipovodňové opatrenia. No a keďže momentálne má u slovenských vodohospodárov v budovaní protipovodňových opatrení absolútnu prioritu Kežmarok a Košice, tak je predpoklad, že aj v prípade absencie európskych peňazí sa financie na výstavbu poldrov v Levočských vrchoch nájdu, tak ako to sľúbil minister životného prostredia i generálny riadi-



Po vlnaňšej májovej povodni vodohospodári síce brehy Ľubického potoka obnovili, ale ak sa nevybudujú suché poldre, tak povodňami aké boli v roku 2010 alebo 2014 neodolajú.

s vysporiadaním pozemkov. My predsa nemôžeme riešiť protipovodňové opatrenia, keď s tým nesúhlasí vlastník pozemkov. Aj Európska komisia dokáže prideliť prostriedky len takým subjektom, ktoré majú vysporiadané majetkové vzťahy,“ zdôraznil Peter Žiga.

tel Slovenského vodohospodárskeho podniku. Zostáva už len veriť a dúfať, že dobre rozbehnutú vec neskali nejaká neústupčivosť súkromného vlastníka pozemku, ktorý by ho kvôli poldru odmietol odpredať!

Foto: Mgr. Ľuboš Krno

Odhad rizika difúzneho znečistenia podzemných vôd dusíkom z poľnohospodárstva

Radoslav Bujnovský¹, Peter Malík², Jaromír Švasta²

¹ Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava, ² Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

ÚVOD

Difúzne znečisťovanie vodných zdrojov dusičnanmi z poľnohospodárstva sa zaraďuje medzi významné problémy vo vzťahu k dosahovaniu environmentálnych cieľov Smernice 2000/60/ES ustanovujúcej rámec pre činnosť Spoločenstva v oblasti vodnej politiky (skrátene nazývanej rámcová smernica o vode/RSV) [2,10]. Udržanie, resp. dosiahnutie dobrého stavu koncentrácie dusičnanov v podzemných vodách je predmetom realizácie opatrení vyplývajúcich najmä z požiadaviek Smernice 91/676/ES o ochrane vodných zdrojov pred znečistením dusičnanmi pochádzajúcimi z poľnohospodárstva (Dusičnanová smernica).

Pochopenie hlavných príčin vedúcich k vzniku nadmerného znečistenia podzemných vôd je kľúčom k efektívnemu riešeniu vyššie uvedeného problému. Hodnotenie rizika difúzneho znečistenia podzemných vôd dusíkom je podkladom pre diverzifikáciu opatrení zo strany poľnohospodárstva.

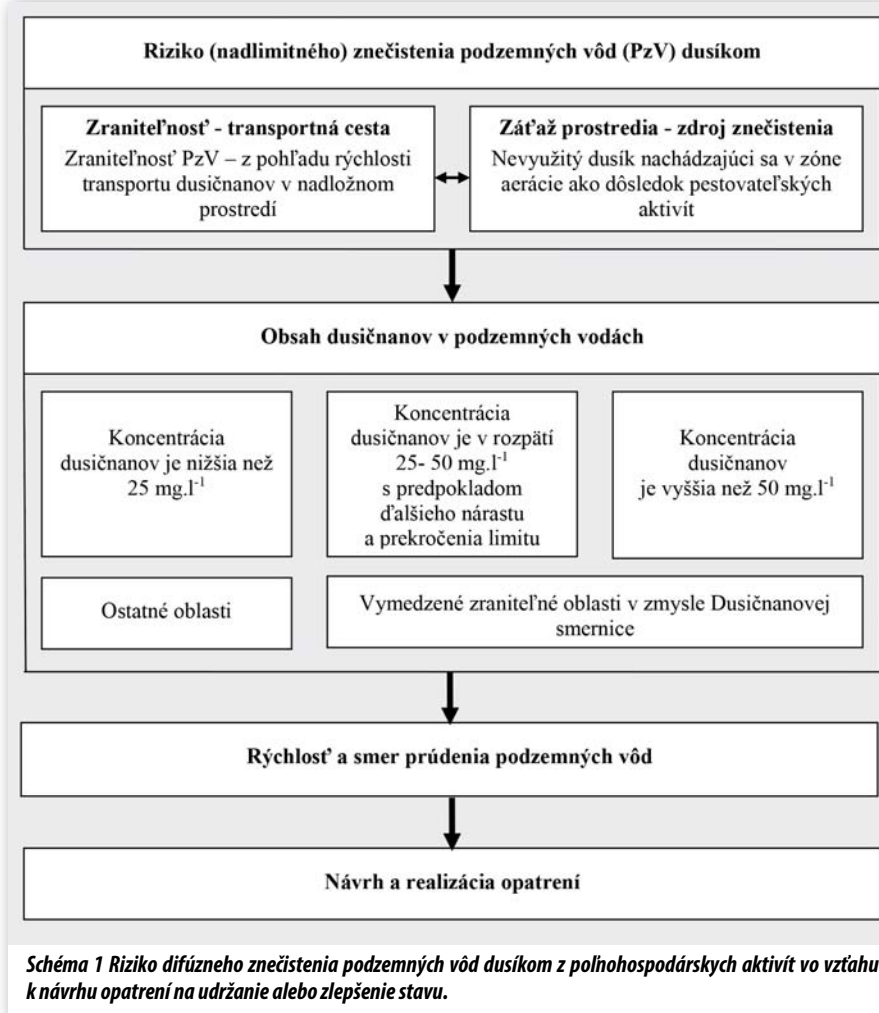
ZRANITEĽNOSŤ PODZEMNÝCH VÔD A RIZIKO ICH ZNEČISTENIA DUSIČNANMI Z POĽNOHOSPODÁRSKÝCH AKTIVÍT

Hodnotenie environmentálnych rizík, tvoriace informačnú podporu pre návrh a realizáciu vhodných opatrení v oblasti ochrany vôd, ako aj základné terminologické významy pojmov „riziko“, „zraniteľnosť“, „hazard“, vychádzajú z konceptu „zdroj znečistenia → (transportná) cesta → receptor (zložka životného prostredia a/resp. zdravie ľudí)“ [1,6,14]. Z pohľadu podzemných vôd za cieľ (receptor, ovplyvnenú oblasť) možno považovať viacero hydrogeologických prvkov počnúc studňami alebo prameňmi v rámci hydrogeologickej štruktúry, podzemnou vodou v mieste odvodňovania hydroge-

ologickej štruktúry, končiac hladinou podzemnej vody v hydrogeologickej štruktúre a podzemnou vodou prítomnou v celej hydrogeologickej štruktúre.

Okrem tohto ponímania a hodnotenia rizika, usmernenie CIS č. 26 [8] pre RSV definuje ďalší typ rizika a to riziko nedosiahnutia environmentálnych cie-

ľujúcou látkou (nazývanej tiež ohrozenie) v dôsledku poľnohospodárskych aktivít (Schéma 1). Osobitný typ rizika, bezprostredne súvisiaci s poľnohospodárskymi činnosťami, predstavuje riziko vyplavenia dusíka z (koreňovej vrstvy) pôdy, zvyčajne do hĺbky viac než 1 m, pričom množstvo vyplaveného



lov v konkrétnom časovom horizonte (2021, 2027...).

Riziko predstavuje výsledok interakcie zraniteľnosti (určenou vlastnosťami prostredia vo vzťahu k transportu dusičnanov) a záťaže prostredia znečis-

dusíka zvyčajne nemusí korešpondovať s množstvom dusíka, ktoré preniká do podzemných vôd.

Ako uvádzajú Malík, Švasta [6], špecifická zraniteľnosť podzemnej vody v hydrogeologickej štruktúre repre-

Tab. 1 Hodnotenie parametrov prostredia a hospodárenia na pôde

Parameter	Hodnota	
Efektívne zrážky X. – III.	nad 250 mm	5
	201 – 250 mm	4
	151 – 200 mm	3
	101 – 150 mm	2
	do 100 mm	1
Kapacita pôdy akumulovať vodu	do 100 mm	1,0
	101 – 200 mm	0,8
	201 – 300 mm	0,6
	301 – 400 mm	0,4
	nad 400 mm	0,2
Hĺbka hladiny podzemnej vody	0 – 1,5 m	5
	1,6 – 3,0 m	4
	3,1 – 5,0 m	3
	5,1 – 10,0 m	2
	nad 10 m	1
Priepustnosť horninového prostredia vyjadrená koeficientom filtrácie	do $1 \cdot 10^{-6}$	0,2
	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5}$	0,4
	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$	0,6
	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$	0,8
	nad $1 \cdot 10^{-3}$	1,0
Bilancia dusíka	nad 80,0 kg N.ha ⁻¹	5
	60,1 – 80,0 kg N.ha ⁻¹	4
	40,1 – 60,0 kg N.ha ⁻¹	3
	20,1 – 40,0 kg N.ha ⁻¹	2
	do 20,0 kg N.ha ⁻¹	1
Rastlinný kryt v jesenno-jarnom období vzhľadom na príjemovú kapacitu porastu prijať dusík	do 20 %	1,0
	21 – 40 %	0,8
	41 – 60 %	0,6
	61 – 80 %	0,4
	nad 80 %	0,2

zentuje viac „environmentalistické“ nazeranie na ochranu podzemných vôd, keďže sa usiluje zabezpečiť podlimitné koncentrácie konkrétnej látky v celej zvodni, zraniteľnosť podzemnej vody v konkrétnom zdroji zas reprezentuje „vodárenskejšie“ nazeranie, kedy je možné rátať so samočistiacimi procesmi počas prúdenia v samotnom zvodnení. V tomto príspevku sa uplatňuje environmentalistický pohľad.

Pri hodnotení rizika znečistenia podzemných vôd dusíkom sa vychádza z indexovania parametrov nadložného prostredia, ktoré sa označuje pojmom zraniteľnosť (vo vzťahu k podzemným vodám) a záťaže nadložného prostredia, resp. ohrozenia (hazard), ktoré vzniká v dôsledku hospodárenia na pôde. Základným východiskom pre kvantifikáciu rizika je množstvo zrážok, ktoré presahuje retenčnú vodnú kapacitu pôdneho prostredia, najmä v jesenno-jarnom období, a množstvo reziduálneho dusíka v pôde. Tomu zodpovedá aj výber parametrov prostredia a hospodárenia na pôde korešpondujúce so záťažou prostredia. Zraniteľnosť podzemných vôd je vyjadrená nasledovným indexom:

$$iZPzV = EZ \times KPAV + HPV \times PHP \quad (1)$$

kde

iZPzV = index zraniteľnosti podzemných vôd

EZ = množstvo efektívnych zrážok v období október až marec

KPAV = kapacita pôdy akumulovať vodu (funkcia zrnitosti a hĺbky pôdy)

HPV = hĺbka hladiny podzemnej vody

PHP = priepustnosť horninového prostredia (vyjadrená koeficientom filtrácie).

Hodnotenie jednotlivých parametrov prostredia a hospodárenia na pôde uvádza Tab. 1.

Hodnotenie indexu zraniteľnosti podzemných vôd je hodnotené v piatich úrovniach a každej z nich je priradená vypočítaná a transformovaná hodnota (Tab. 2).

Z parametrov záťaže nadložného prostredia sa uvažuje s bilanciou dusíka a s rastlinným krytom na poľnohospodárskej pôde v zimnom polroku na úrovni okresov SR v roku 2012, čo sa približuje súčasnemu stavu záťaže. Záťaž nadložného prostredia dusíkom je vyjadrená nasledovným indexom:

Tabuľka 2 Hodnotenie indexu zraniteľnosti podzemných vôd (iZPzV)

Úroveň zraniteľnosti	Vypočítané hodnoty	Transformované hodnoty (th)
podzemných vôd	iZPzV	iZPzV
veľmi nízka	do 2,32	1
nízka	2,33 – 4,24	2
stredná	4,25 – 6,16	3
vyšoká	6,17 – 8,08	4
veľmi vyšoká	nad 8,08	5

Tabuľka 3 Hodnotenie indexu záťaže nadložného prostredia dusíkom (iZNPD)

Úroveň záťaže nadložného prostredia dusíkom	Vypočítané hodnoty	Transformované hodnoty (th)
	iZNPD	iZNPD
veľmi nízka	do 1,16	1
nízka	1,17 – 2,12	2
stredná	2,13 – 3,08	3
vyšoká	3,09 – 4,04	4
veľmi vyšoká	nad 4,04	5

Tabuľka 4 Kategorizácia hodnôt rizika znečistenia podzemných vôd (RZPzV)

Úroveň rizika znečistenia podzemných vôd dusíkom	Hodnoty RZPzV
veľmi nízka	do 2,0
nízka	2,1 – 4,0
stredná	4,1 – 6,0
vyšoká	6,1 – 8,1
veľmi vyšoká	nad 8,1

$$iZNPd = BN \times RK$$

kde

iZNPd = index záťaže nadložného prostredia dusíkom

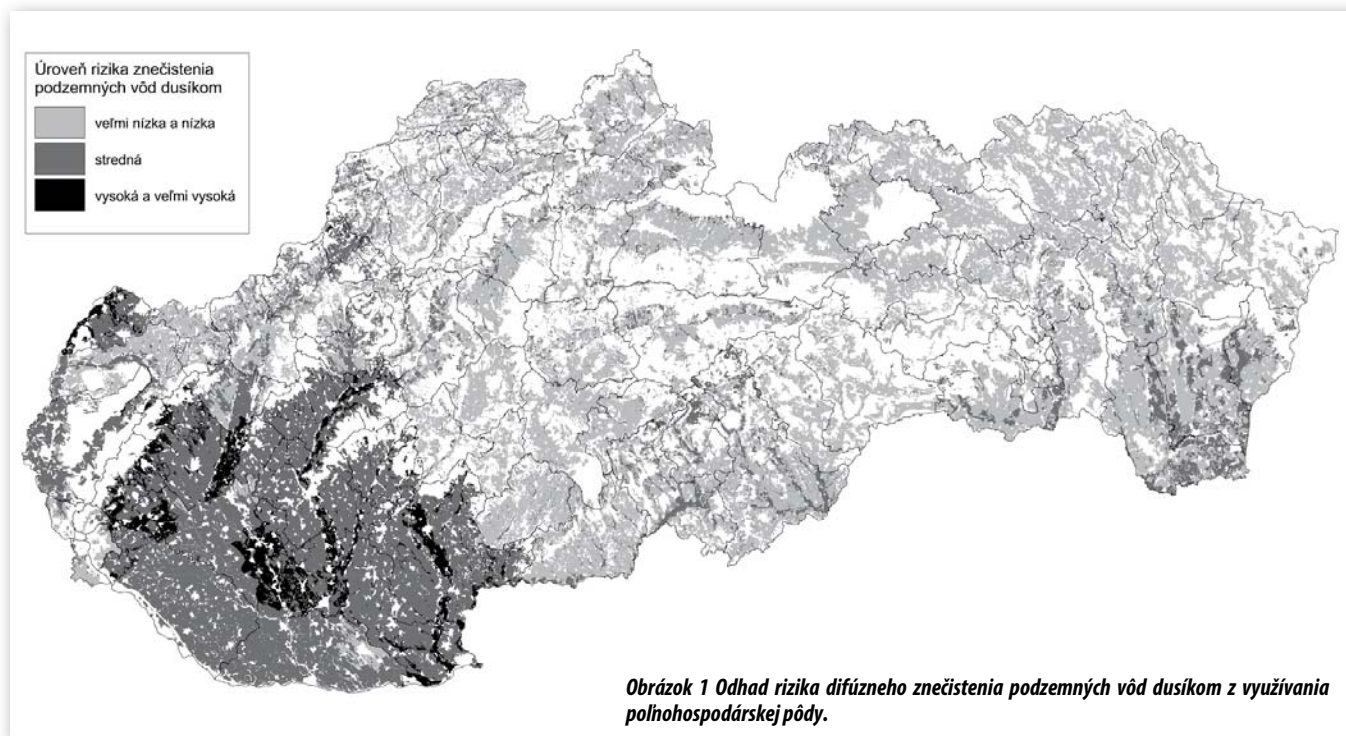
BN = bilancia dusíka [9]

RK = rastlinný kryt v jesenno-jarnom období.

(2) DISKUSIA A ZÁVER

Kerr-Upal et al. [5] uplatnili analogický prístup hodnotenia rizika kontaminácie podzemných vôd dusičnanmi, kde riziko je výsledkom hodnotenia vlastností pôdného prostredia a spôsobu využitia krajiny spolu s zaťažením pôdy dusíkom.

rý v jesenno-jarnom období podlieha vyplavovaniu. Objektívnejším ukazovateľom pre vyjadrenie záťaže prostredia a následne rizika kontaminácie podzemných vôd dusíkom je bilancia dusíka (zahrňujúca rôzne vstupy dusíka do pôdy a odber dusíka v zberaných produktoch) v kombinácii s príjmovou



Obrázok 1 Odhad rizika difúzneho znečistenia podzemných vôd dusíkom z využívania poľnohospodárskej pôdy.

Hodnotenie indexu záťaže nadložného prostredia dusíkom je hodnotené v piatich úrovniach a každej z nich je priradená vypočítaná a transformovaná hodnota (Tab. 3).

Výsledné riziko znečistenia podzemných vôd dusíkom (RZPzV) je vyjadrené vzťahom, do ktorého vstupujú transformované hodnoty indexu zraniteľnosti podzemných vôd a indexu záťaže nadložného prostredia dusíkom pohybujúce sa v rozpätí hodnôt 1 – 5 a v podstate sa jedná o aplikáciu hodnotiacej matrice, ktorá sa pri tomto type hodnotenia používa [15]:

$$RZPzV = th\ iZPzV + th\ iZNPd \quad (3)$$

Hodnotenie rizika znečistenia podzemných vôd uvádza tabuľka 4. Výsledkom hodnotenia je mapa rizika znečistenia podzemných vôd dusičnanmi (Obr. 1). Zastúpenie jednotlivých kategórií rizika znečistenia podzemných vôd je nasledovné:

- vysoké a veľmi vysoké riziko 4,46 %,
- stredné riziko 37,55 %,
- veľmi nízke a nízke riziko 57,99 %.

Vyššie uvedené hodnoty a priestorová distribúcia rizika znečistenia podzemných vôd sú do istej miery skreslené hodnotami indexu záťaže nadložného prostredia dusíkom, ktorý je spracovaný na úrovni okresov. Presnejšie údaje o riziku znečistenia je možné získať len na základe údajov hospodárenia konkrétnych poľnohospodárskych podnikov.

V súvislosti s hodnotením ochranných vlastností prírodného prostredia nad hladinou podzemných vôd pred ich znečistením z povrchu dusičnanmi Holubec a Kútnik [3] uvažovali s pôdou (druh, zloženie, hĺbka), nenasýtenou zónou (hrúbka, zloženie) a s hĺbkou a rozkvyvom hladiny podzemných vôd. Efektívne zrážky v zimnom polroku do hodnotenia nevstupovali. Hodnotenie rizika vyplývajúce z aplikovaných hnojív [4] zahrňujúce množstvo aplikovaného dusíka ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) a pridelenie skóre na základe hraničných hodnôt množstva aplikovaného dusíka v zraniteľných územiach a stupňa zraniteľnosti nedostatočne postihuje moment prebytku dusíka, kto-

kapacitou porastu v jesenno-jarnom období.

V zmysle požiadaviek Dusičnanej smernice boli v podmienkach Slovenska vyčlenené zraniteľné oblasti s ohľadom na obsah dusičnanov v podzemných vodách [11]. Následná diferenciacia poľnohospodárskych opatrení vo vymedzených zraniteľných oblastiach (ZO), premietnutá do programu poľnohospodárskych činností v ZO, vychádzala z hodnotenia ohrozenia podzemných vôd na základe niektorých parametrov prostredia. Vymedzené zraniteľné oblasti zahrňujú aj územia, kde obsah dusičnanov v podzemných vodách už prekročil limitnú hodnotu (Schéma 1). Hodnotenie rizika nadlimitného znečistenia podzemných vôd dusičnanmi z poľnohospodárstva má opodstatnenie len pokiaľ koncentrácia dusičnanov ešte neprekročila hodnotu $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. V prípade prekročenia limitnej koncentrácie dusičnanov už bolo riziko nadlimitného znečistenia de facto naplnené a z pohľadu tejto látky bol dosiahnutý zlý stav vôd.

Environmentálne ciele RSV pre podzemné vody týkajúce sa kvality zahŕňujú zabránenie zhoršeniu stavu útvarov podzemných vôd, ako aj zvrátenie významného trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou s cieľom postupného znižovania znečisťovania podzemnej vody.

Nakoľko súčasný trend poklesu obsahu dusičnanov na európskej úrovni je vo vzťahu k dosiahnutiu dobrého stavu najneskôr do roku 2027 príliš pomalý, natíska sa potreba ďalších opatrení na zníženie difúzneho znečistenia, čo v podstate znamená rozšírenie územia zraniteľných oblastí (s výnimkou tých, ktoré zahŕňujú celú výmeru poľnohospodárskej pôdy)

a aktualizáciu existujúcich akčných programov [12].

Treba poznamenať, že zvrátenie nepriaznivého stavu vôd (v našom prípade nadlimitnej koncentrácie dusičnanov v podzemných vodách) a dosiahnutie cieľového stavu (do 50 mg/l) predstavuje proces, ktorý nie je plne kontrolovaný zmenou poľnohospodárskych aktivít v krátkom časovom období. Ako vyplýva z viacerých prác [napr. 7,14], čas reakcie útvaru/rajónu podzemnej vody na účinky opatrení pri obnove kvality podzemných vôd sa pohybuje od niekoľkých rokov až po desiatky rokov a pozostáva z času potrebného na vytvorenie potrebného efektu v praxi, času potrebného na prejavenie efektu na úrovni hladiny podzem-

nej vody a času potrebného pre vodný útvar/rajón ako odozvy na efekt opatrenia. Ten spomedzi uvedených býva zvyčajne najdlhší. Ako vyplýva z výsledkov hodnotenia podľa modelu MONERIS [13], doba zdržania dusičnanov v podzemných vodách v rámci správneho územia povodia Dunaja SR sa pohybuje v rozpätí 5 – 50 rokov.

Informácie o riziku znečistenia podzemných vôd dusičnanmi a dobe zdržania dusičnanov v podzemných vodách, v nadväznosti na stav a trend vývoja obsahu dusičnanov v podzemných vodách, predstavujú rozhodujúce podklady pre výber a následné uplatňovanie efektívnych opatrení v rámci poľnohospodárstva vo vzťahu k dosahovaniu cieľov RSV.

LITERATÚRA

- [01] Daly, D., Dassargues, A., Drew, D., Dunne, S., Goldscheider, N., Neale, S., Popescu, Ch., Zwahlen, F. 2002. Main concepts of the „European Approach“ for karst groundwater vulnerability assessment and mapping. *Hydrogeology Journal* 10, No 2, p. 340–345.
- [02] EEA 2012. European waters - assessment of status and pressures. EEA Report No. 8/2012. Copenhagen: EEA, 96 p. ISBN 978-92-9213-339-9.
- [03] Holubec, M., Kútnik, P. 2003. Súčasný stav implementácie smernice o dusičnanoch. In Fláková, R., Ženišová, Z. (eds.), *Hydrochémia 2003. Zbor. z ved. konf.* Bratislava: Katedra hydrogeológie PRIF UK, s 1-7.
- [04] Holubec, M., Slivková, K., Kútnik, P., Kollár, M. 2005. Hodnotenie zdrojov znečistenia pre ochranu vodných zdrojov a stanovenie ochranných pásiem. In: *Voda Zlín 2005. Sborník příspěvků IX. mezinárodní vodohospodářské konference. Zlín: Zlínská vodárenská, a.s., 2005. s. 121-125.*
- [05] Kerr-Upal, M., Van Seters, T., Whitehead, G., Price, J., Stone, M. 1999. Assessing the risk of groundwater nitrate contamination in the region of Waterloo, Ontario. *Canadian Water Resources Journal* 24, No 3, p. 225-233.
- [06] Malík, P., Švasta, J. 2004. „Európsky prístup“

hodnotenia zraniteľnosti krasových podzemných vôd a možnosti jeho aplikácie v ľubovoľnom horninovom prostredí. *Podzemná voda* 10, č.1, s. 50-59.

[07] Meals, D.W., Dressing, S.A., Davenport, T.E. 2010. Lag time in water quality response to best management practices: A review. *Journal of Environmental Quality* 39, p. 85-96.

[08] Müller, D., Track, T., Gevaerts, W. et al. 2010. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 26 Guidance on risk assessment and the use of conceptual models for groundwater. Technical Report 2010-042. Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg, 67 p. ISBN 13-978-92-79-16699-0.

[09] OECD 2007. OECD and EUROSTAT gross nitrogen balances handbook. Paris: OECD, 24 p.

[10] OECD 2012. Water quality and agriculture. Meeting the policy challenge. Paris: OECD publishing, 156 p. ISBN 978-92-64-16806.

[11] Ondřejková, I., Májovská, A., Gergelová, Z., Mrafková, L., Paľušová, Z., Ľuptáková, A., Bujnovský, R., Supeková, M., Grófová, R., Kuníková, E. 2012. Správa o stave implementácie Smernice Rady 91/676/EHS týkajúcej sa ochrany vôd pred znečistením spôsobených dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov

v Slovenskej republike. Bratislava: MŽP SR, 87 s.

[12] Solheim, A.L., Austnes, K., Kristensen, P., Peterlin, M., Kodeš, V., Collins, R., Semerádová, S., Künitzer, A., Filippi, R., Prchalová, H., Spiteri, C., Prins, Th. 2012. Ecological and chemical status and pressures in European waters. Thematic assessment for EEA Water 2012 Report. Prague: European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine Waters, 145 p. ISBN 978-80-85087-97-0.

[13] Vernohr, M. 2012. Background paper on recent methods, input data and modelled nutrient emissions and potential of measures to reduce these in the Danube catchment. Paper presented on the ICPDR workshop November 5-6th 2012, Bucharest, 18 p.

[14] Windolf, J., Blicher-Mathiesen, G., Carstensen, J., Kronvang, B. 2012. Changes in nitrogen loads to estuaries following implementation of governmental action plans in Denmark: A paired catchment and estuary approach for analysing regional responses. *Environmental Science and Policy* 24, December 2012, p. 24-33.

[15] Wrightson, I., Cooper, S., Crookes, M., Grundy, C.L., King, N., Lerner, J., Lewis, P., Lohmann, D.H., Maxwell, C., Perry, D., Sanderson, D.M., Lipworth, S. 2008. Environment, Health and Safety Committee Note on: Environmental risk assessment. London: RSC, 4 p.



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



Jubilant Ing. Vladimír Holčík



Do minuloročnej galérie jubilantov sa v poslednom kvartáli roku zaradil aj významný slovenský vodohospodár Ing. Vladimír Holčík. Ing. Vladimír Holčík patril a stále patrí k vysoko erudovaným osobnostiam vodného hospodárstva, a to nielen úzko špecializovaným, ale so širokým záberom vo viacerých príbuzných aj odlišných disciplínach.

V stručnosti by sme radi predstavili jeho študijnú a pracovnú púť profesionálnym životom, ktorá môže byť inšpirujúcou pre mnohých mladších kolegov.

Ing. Vladimír Holčík sa narodil 8. októbra 1944 v Bratislave. V rodnom meste získal aj základné a stredné vzdelanie.

Na Stavebnej fakulte SVŠT študoval odbor vodné stavby a v roku 1968 promoval ako stavebný inžinier; treba však povedať, že to bola jeho prvá promócia. V rokoch 1973 – 1978 pokračoval v diaľkovom štúdiu na Strojníckej fakulte, kde promoval druhýkrát a získal titul strojného inžiniera v odbore vodných turbín a čerpadiel.

Keď nové spoločenské podmienky ponúkli nové výzvy, doplnil si Ing. Holčík svoje vzdelanie v tom čase v novom odbore, v manažmente. V roku 1991 absolvoval dvojmesačný kurz vodohospodárskeho manažéra v Centre International des Grands Projets v kanadskom Montreale a mesačný kurz správy povodia medzinárodných riek na Univerzite v Delfte v Holandsku. A napokon v rokoch 1993 – 1995 doplnil svoje znalosti v manažmente na City University v Bratislave, kde v rokoch 1994 a 1995 získal diplomy pre riadenie ľudí a pre všeobecný manažment.

Ešte pred ukončením technického štúdia na SVŠT začal v roku 1967 pracovať v HYDROCONSUTE ako projektant kanalizačných systémov, vodovodov, čerpacích staníc, úprav tokov a priehrad. Bol jedným z projektantov Liptovskej Mary a vedúcim projektantom pre Dubník II.

V roku 1970 prešiel do Slovenského hydrometeorologického ústavu, kde pracoval ako hydrológ v oblasti podzemných vôd. Od roku 1973 prešiel na Povodie Dunaja. Tu mal na starosti údržbu korýt Moravy a Dunaja, zlepšovanie plavebných podmienok a protipovodňové opatrenia, pričom stihol diaľkovo vyštudovať aj strojné inžinierstvo. Bol členom Československo-rakúskej aj Československo-maďarskej komisie pre hraničné vody.

V rokoch 1980 – 1983 pôsobil v Alžírsku, ako projektant úprav tokov, priehrad a vodovodných sústav pre firmu CADAT v Batne a v rokoch 1986 – 1987 pre firmu URBACO v Constantine, kde spolupracoval na projekte vodného diela Fontaine des Gazelles na wádi El Hai a spolupodieľal sa na alžírskom Smernom vodohospodárskom pláne, na kapitole Priehrad. Táto misia Ing. Holčíka bola mimoriadne náročná; okrem spracovania desiatich čiastkových projektov viedol aj dva kurzy pre technikov: základy hydrológie a základy hydrauliky.

Po návrate z Alžírsku pokračoval na Povodí Dunaja ako riaditeľ závodu Gabčíkovo a do správy Povodia preberal jednotlivé objekty VD Gabčíkovo.

V roku 1991 vyhral konkurz na riaditeľa Výskumného ústavu vodného hospodárstva a ústav viedol do roku 1996. V tom istom roku prešiel do investorsko-inžinierskej organizácie Vodohospodárska výstavba š. p., kde do roku 1998 pracoval ako prevádzkar vodného diela Čunovo a od roku 1998 ako vedúci oddelenia propagácie a expertíz. Svoje pôsobenie na Vodohospodárskej výstavbe prerušil na obdobie troch rokov (2001 – 2003), počas ktorého, na základe medzinárodného konkurzu,

pracoval pre EÚ vo funkcii námestníka riaditeľa na veľkom a mimoriadne významnom projekte Splavnenia Dunaja v Novom Sade. Projekt súvisel s odstraňovaním neexplodovanej munície a trosiek troch mostov z dna Dunaja. Po návrate až do odchodu na dôchodok v roku 2012 pracoval vo Vodohospodárskej výstavbe na oddelení obchodnej stratégie. Po odchode do dôchodku sa angažoval na projekte priehradného telesa a nádrže Bawanur v Iraku, v oblasti Kurdistanu.

Na domácej aj zahraničnej pôde mu určite pomáhala jeho bohatá znalosť cudzích jazykov. Okrem svojej materčiny sa výborne dohovoria nemecky, anglicky, francúzsky a rusky, no celkom cudzie mu nie sú ani srbčina, maďarčina alebo arabčina. A čo viem určite, veľmi blízka je mu aj čeština, to však všetci považujeme za takú samozrejmosť, že na ňu vo svojich životopisoch zabúdame.

Týmto sa však výpočet mnohých projekčných, technických, organizačných a manažérskych aktivít Ing. Holčíka nekončí. Od roku 1993 sa podieľal na práci Slovenského plavebného kongresu, združujúceho záujemcov o rozvoj vodných ciest na Slovensku, kde sa stal členom predsedníctva a viceprezidentom. Zúčastňoval sa aj práce Československého priehradného výboru a od založenia v roku 1993 aj Slovenského priehradného výboru (Sk-COLD), kde bol dlhé roky podpredsedom a v rokoch 2005 – 2009 predsedom. Pripravoval mnohé konferencie, Priehradné dni, zahraničné exkurzie, koordinoval prácu Sk-COLD aj Slovenského plavebného kongresu a aktívne sa zúčastnil viacerých zahraničných konferencií a podujatí ICOLD. Navyše už dlhé roky pôsobí ako člen poroty pre hodnotenie súťažných prác konferencie mladých vodohospodárov a ako člen redakčnej rady Vodohospodárskeho spravodajcu.

V životopise Ing. Holčíka by sme radi spomenuli aj jeho všestrannú erudovanosť, zmysel pre humor, spoločenskosť, ale aj úprimnosť a otvorenosť, ktorá mu nie vždy prinášala náklonnosť vrchnosti. No a samozrejme aj pracovitosť a zodpovednosť. Na jeho slovo sa vždy môžeme spoľahnúť.

Milý Vlado, za seba, za všetkých Tvojich priateľov a kolegov Ti úprimne želim dlhé roky pevného zdravia a spokojnosti a nám mnohé ďalšie inšpiratívne stretnutia s Tebou. *Olga Majerčáková*

Informácie o nových STN

Pripravila: **Mgr. Daša Borovská**

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

V októbri až decembri 2014 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN 16323: 2014 (75 0166) Terminologický slovník pre odpadové vody

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 14654-1: 2014 (75 6919) Riadenie a kontrola prevádzkových činností na stokových sieťach a systémoch kanalizačných potrubí mimo budov. Časť 1: Čistenie stôk

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN 14654-1: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 14654-1: 2006.

STN EN 16479: 2014 (75 7020) Kvalita vody. Prevádzkové požiadavky a postupy posudzovania zhody na zariadenia na monitorovanie vody. Automatizované vzorkovacie zariadenia (vzorkovače) na vodu a odpadovú vodu

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 12010: 2014 (75 7520) Kvalita vody. Stanovenie polychlórovaných alkánov s krátkym reťazcom (SC-CPs) vo vode. Metóda plynovej chromatografie s hmotnostnou spektrometriou (GC-MS) a negatívnej chemickej ionizácie (NCI)

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 9308-2: 2014 (75 7834) Kvalita vody. Stanovenie *Escherichia coli* a koliformných baktérií. Časť 2: Metóda najpravdepodobnejšieho počtu

Vydaním STN EN ISO 9308-2: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN ISO 9308-2: 2013. Text normy zostáva identický v oboch vydaniach (2013 aj 2014), nové vydanie je len zmena STN ISO na STN EN ISO.

STN EN ISO 11133: 2014 (56 0106) Mikrobiológia potravín, krmív a vody. Príprava, výroba, uchovávanie a skúšky výkonnosti kultivačných médií

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN ISO 11133: 2014 sa ruší norma STN P CEN ISO/TS 11133-1: 2010 Mikrobiológia potravín a krmív. Pokyny na prípravu a výrobu kultivačných médií. Časť 1: Všeobecné pokyny na zabezpečenie kvality pri príprave kultivačných médií v laboratóriu (56 0106)

STN EN 15362: 2014 (75 8171) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Uhlíčan sodný

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN 15362: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 15362: 2008.

STN EN 900: 2014 (75 8400) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chlórná vápenatý

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN 900: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 900: 2008.

STN EN 15363: 2014 (75 8423) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Chlór

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN 15363: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 15363: 2008.

STN EN 15514: 2014 (75 8425) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Kyselina chlorovodíková

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN 15514: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 15514: 2008.

STN EN 12873-1: 2014 (75 8702) Vplyv materiálov na pitnú vodu. Vplyv migrácie (vylúhovania). Časť 1: Skúšobná metóda pre produkty vyrobené z organických alebo sklovitých materiálov (porcelánový/sklovitý smalt)

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydaním STN EN 12873-1: 2014 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 12873-1: 2004.

Zrušenie noriem:

STN EN 12879: 2002 (75 7912) Charakterizácia kalov. Stanovenie straty pri spaľovaní sušiny

STN bola zrušená bez náhrady z dôvodu zrušenia európskej normy EN 12879 v rámci CEN.

STN EN 13346: 2002 (75 7914) Charakterizácia kalov. Stanovenie stopových prvkov a fosforu. Extrakcia lúčavkou kráľovskou

STN bola zrušená bez náhrady z dôvodu zrušenia európskej normy EN 13346 v rámci CEN.

Oznamy

9. bienálna konferencia s medzinárodnou účasťou
REKONŠTRUKCIE STOKOVÝCH SIETÍ A ČISTIARNÍ ODPADOVÝCH VÔD
13. – 15.10.2015 Podbanské

Bližšie informácie: www.vuvh.sk

Vodné dielo – plavebný stupeň Kolárovo na Váhu – návrh koncepcie a výskum

Ľudovít Možiešik, Peter Dušička, Peter Šulek, Ján Rumann, Martin Orfánus
Slovenská technická univerzita

1. ÚVOD, VODNÉ DIELO KOLÁROVO

Príprava VDKo a modelový výskum sa uskutočňujú v rámci programu výskumu a vývoja Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja. Výskum realizujú pracovníci Katedry

a Kráľová (1985) sú už v prevádzke; VD Sered' má vydané územné rozhodnutie. Schematická situácia a pozdĺžny profil úseku sú uvedené na obr. 1 a 2.

Okrem samotných stupňov musí byť upravené aj koryto medzi nimi tak, aby spolu s plavebnými objektmi spĺ-

ňovali protipovodňovými hrádzami. Študované boli 4 varianty lokalizácie VDKo, ako najvhodnejší bol s ohľadom na smerové pomery trasy plavebnej dráhy vybraný variant umiestnený najvyššie proti prúdu (žltý variant).

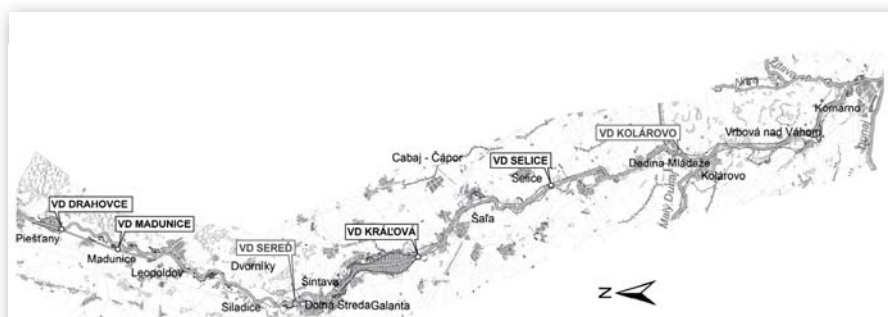
VDKo bude pozostávať z hate, plavebnej komory s rejdami, biokoridoru (variantne kombinovaný so sklzom pre malé plavidlá). Rentabilita realizácie vodnej elektrárne bude predmetom ďalšej etapy výskumu.

Plavebná komora (PLK) bude mať pôdorysné využiteľné rozmery 120x24 m, spád v rozsahu plavebných prietokov ($13 - 460 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) bude v rozmedzí 0 – 5,4 m. Hať i PLK budú pri povodňových prietokoch pretekané, hať manipuluje s hladinami a prietokmi len v rozsahu plavebných prietokov a hladín.

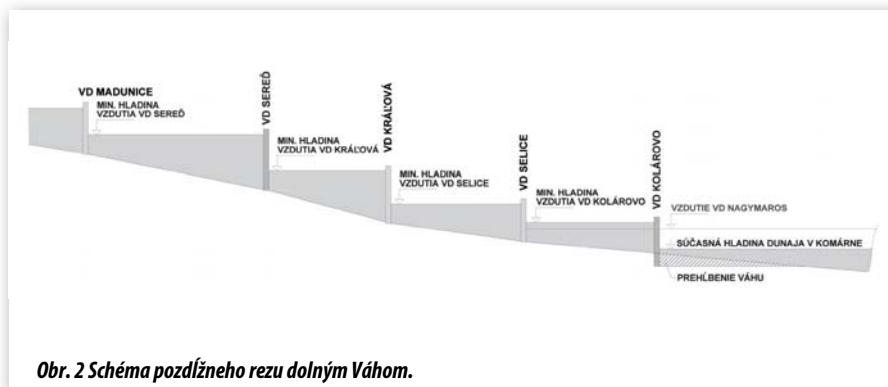
Variantne bola navrhnutá aj hať tak, aby bolo možné preveriť účinky hate v dvoch režimoch úrovní min. plavebnej hladiny nad stupňom VDKo (107.80 a 109.00 m n. m. Bpv) – variant s pevnou haťou (pevné polia a klapkami hradené polia) a variant s pohyblivou haťou hradenou segmentmi s nasadenou klapkou.

Úsek medzi vyústením do Dunaja a VDKo (cca 27 km) bude musieť byť prehĺbený tak, aby pri min. plavebnej hladine bola zaistená plavebná hĺbka 2,8 m. Plavebná dráha na Váhu tak parametrami nadviaže na parametre Dunaja. Po prípadnom dobudovaní VD Nagymaros a zaistení hlbokovodnej cesty na Dunaji bude aj na Váhu dispozícií 3,8 m plavebná hĺbka. Max. spád na VDKo pri plavebných prietokoch potom klesne na cca 3,0 m.

Zvláštnosťou prietokového a hladinového režimu prevádzky VDKo bude intenzívna neustálenosť režimu prúdenia spôsobená špičkovou prevádzkou vodnej elektrárne VD Kráľo-



Obr. 1 Váh v úseku Piešťany - Komárno.



Obr. 2 Schéma pozdĺžneho rezu dolným Váhom.

hydrotechniky Stavebnej fakulty STU v Bratislave v spolupráci s ÚVH Bratislava, ktorý poskytol priestory a spoluprácu na výstavbe modelu a fy DHI Slovakia, ktorá sa podieľala najmä na simulácii povodňového prietoku a kalibračnej simulácii.

Parametre plavebnej dráhy budú na dolnom Váhu zaistené pomocou vzdutia vody štyrmi vodnými dielami – plavebnými alebo plavebno-energetickými stupňami. Smerom proti prúdu Váhu sú to vodné diela Kolárovo, Selice, Kráľová a Sered'. VD Selice (1998)

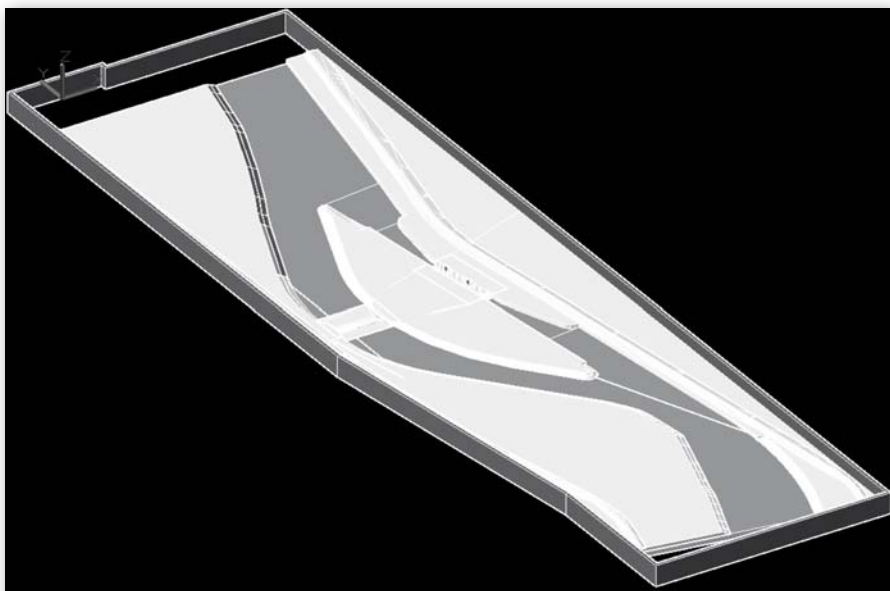
ňali kritériá parametrov vodnej cesty pre lodné zostavy triedy Vla aktuálne platnej medzinárodnej klasifikácie vodných ciest medzinárodného významu.

2. VARIANTNÝ NÁVRH LOKALIZÁCIE VDKO, VSTUPNÝ NÁVRH PARAMETROV OBJEKTOV

Pri variantnom návrhu lokalizácie VDKo komplikovali situáciu miestne smerové pomery koryta Váhu, 2 prítoky (preložka Nitry a Malý Dunaj), cestný most a obmedzenie záujmového



Obr. 3 Variantný návrh lokalizácie VDKo.



Obr. 4 Vizualizácia návrhu fyzikálneho modelu VD Kolárovo, pohľad po prúde.



Obr. 5 Fotografia z výstavby fyzikálneho modelu.

vá. Denne bude v rozsahu hodín kolísať prietok medzi biologickým prietokom a hodnotou prietokov príslušným energetickej špičke. Tá sa pohybuje v stovkách m^3s^{-1} , max. hĺtnosť turbín bez prehĺtenia je $420 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Max. plavebný prietok VDKo je definovaný ako súčet tejto hĺtnosti a max. plavebného prítoku z preložky rieky Nitra pri Nových Zámkoch. Hať VDKo bude mať preto z hľadiska regulácie hladinového režimu a režimu rýchlostného poľa prúdenia v oblasti vjazdu do rejd PLK zvláštnu úlohu – stabilizovať podmienky prúdenia a tým nautické plavebné podmienky v celom rozsahu plavebných prietokov.

3. FYZIKÁLNY HYDRAULICKÝ MODEL

Fyzikálny model je postavený v hydrotechnickom laboratóriu ÚVÚH Bratislava s týmito mierkami modelovej podobnosti:

Mierka dĺžok $M_{\text{L}} = 50$

Mierka tlakov $M_{\text{p}} = 50$

Mierka rýchlostí $M_{\text{v}} = 7,07$

Mierka prietokov $M_{\text{Q}} = 17\,678$

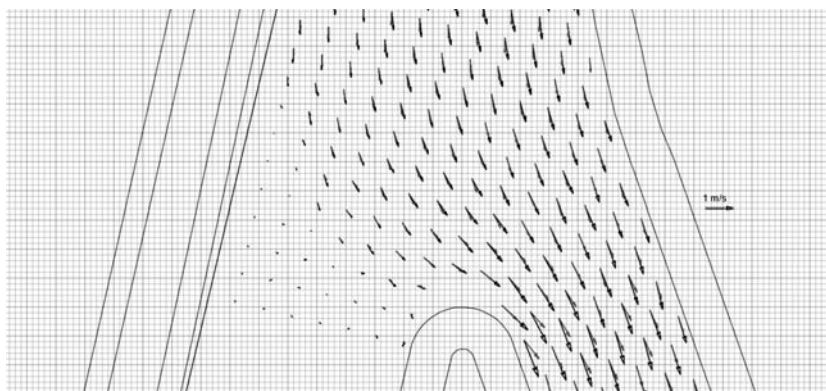
Mierka drsností $M_{\text{n}} = 1,92$

Prúdenie na modeli je v automodelovej oblasti $R_{\text{emin}} = 3\,500 > R_{\text{em}}^*$

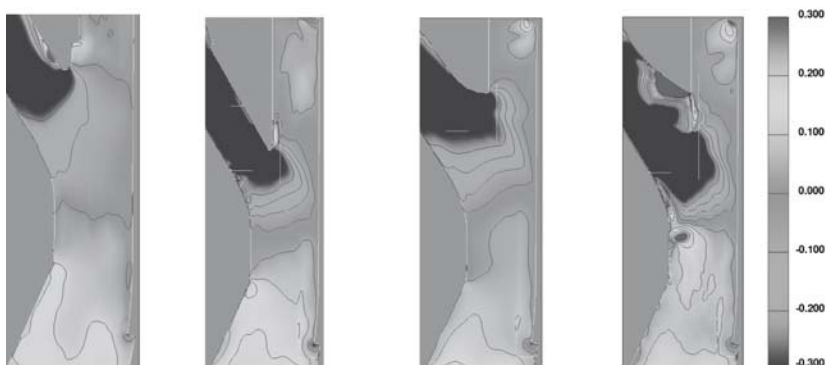
Pôdorysné rozmery celého modelu v laboratóriu sú $48,3 \text{ m} \times 13,65 \text{ m}$. Na nasledujúcich obrázkoch je vizualizácia návrhu modelu a fotografia z laboratória.

Po výstavbe modelu a jeho vystrojení prívodom vody boli vykonané prvé merania parametrov prúdenia v dvoch základných režimoch prúdenia – pri max. plavebnom prietoku pri bežnej prevádzke (t. j. kóta hornej vody nad haťou je na úrovni $110,00 \text{ m n. m.}$) a pri havarijnom vyhradení hate, keď sú vytvorené najnepriaznivejšie podmienky pre plavbu – max. plavebný prietok je prevedený pri min. nožnej hladine (obr. 8). Tento prevádzkový stav je spojený s vysokými rýchlosťami prúdenia, ktoré svojím silovým účinkom najviac ohrozujú bezpečnosť plavidiel. Najmä priečne zložky vektorov prúdenia v kritických miestach zhlaví rejd vytláčajú plavidlá z plavebnej dráhy; následkom môže byť havária plavidiel nárazom do časti objektov či vodnej cesty alebo zrážka 2 plavidiel.

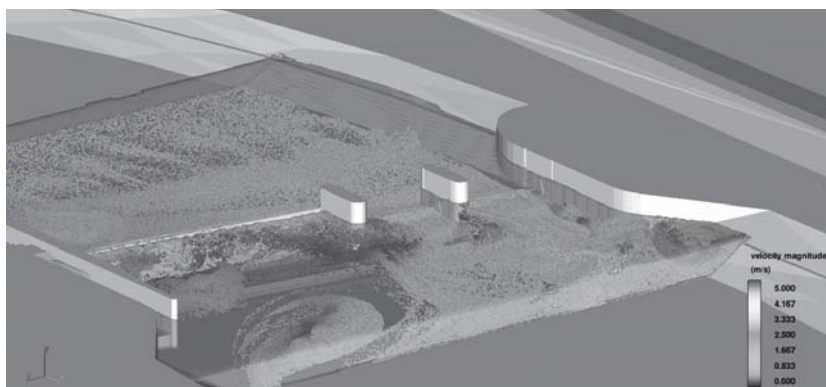
Na meranie rýchlostí bol použitý prístroj FlowTracker® od americkej firmy SonTek/YSI, Inc. Na obr. 6 je porovnanie vektorov prúdenia pre oba pre-



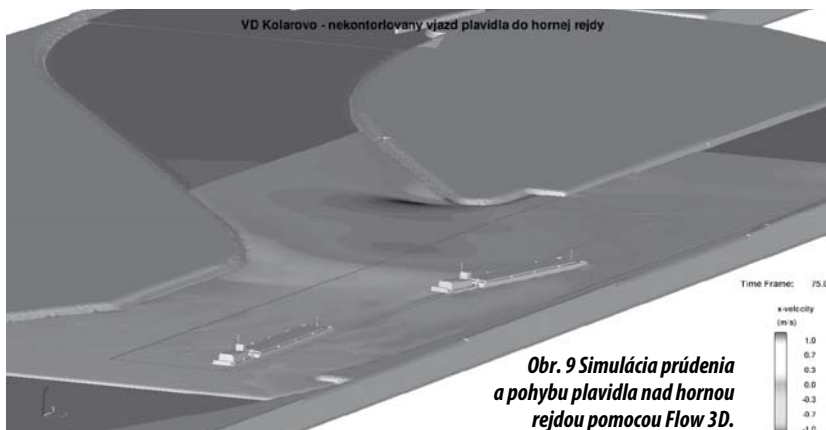
Obr. 6 Vyhodnotenie meraní parametrov vektorov prúdenia v priestore vjazdu do hornej rejdy na fyzikálnom modeli (v hĺbke 1,25 m).



Obr. 7 Výskum tvaru zhlavia deliaceho ostrova medzi rejdou a korytom nad haťou (pričné zložky rýchlosti prúdenia) – Flow3D.



Obr. 8 Simulácia prúdenia v priestore vyhradenej hate pri max. plavebnom prietoku.



Obr. 9 Simulácia prúdenia a pohybu plavidla nad hornou rejdou pomocou Flow 3D.

vádzkové stavy na vstupnom návrhu dispozície VDKo (modré vektory pri vyhradenej hati).

Na základe výsledkov simulácií bude model prestavený a vstupný návrh dispozície korigovaný.

4. MATEMATICKÉ MODELY PRÚDENIA

Pri simuláciách boli použité modely FLOW 3D, MIKE21, HEC-RAS a RIVER 2D.

Pre kalibráciu modelov boli využité merania v teréne – týždenné súvislé merania hladín v teréne na úseku 63 km medzi VD Kráľová a Komárnom v 12 profiloch.

Na obr. 7 – 9 sú dokumentované výsledky simulácií na matematických modeloch.

5. ČIASTKOVÉ VÝSLEDKY MODELOVANIA

Z výsledkov meraní a simulácií na modeloch vyplývajú nasledujúce závery.

Priečne zložky vektorov rýchlostí prúdenia v priestore zhlavia deliaceho ostrova medzi hornou rejdou a vtokom do koryta s haťou pri havarijnom prevádzkovom stave (vyhradená hať) v niektorých meraných miestach plavebnej dráhy dosahujú a prekračujú hodnotu $0,5 \text{ ms}^{-1}$.

Pri bežnej prevádzke pri vzdutej hladine vstupného návrhu dispozície sú max. hodnoty priečných zložiek vektorov rýchlostí prúdenia v plavebnej dráhe v rozsahu $0,2 - 0,3 \text{ ms}^{-1}$.

V dolnej vode nie sú dosiahnuté a prekročené nebezpečné hodnoty rýchlosti prúdenia.

V dôsledku výsledkov výskumu uvedených v bodoch 1 a2 je potrebná korekcia pôvodného návrhu dispozície VDKo – zmena tvaru ostrova pri preložke Nitry pre usmernenie prúdnice, zmena tvaru zhlavia deliaceho ostrova medzi PLK a korytom nad haťou a korekcia ľavobrežnej línie nad zhlavím ostrova.

Bude musieť byť prijatý zákaz pohybu plavidiel v priestore vjazdu do hornej rejdy pri takej neštandardnej prevádzke, pri ktorej budú vysoké prietoky prevedené pri nízkych hladinách.

V nasledovnej etape výskumu bude ukončená optimalizácia dispozície objektov v hornej vode, bude preskúmaný druhý variant hate a biokoridor a preverená možnosť energetického využitia VDKo.

Podakovanie

Tento príspevok bol spracovaný s podporou Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR a projektu VEGA 1/0660/12.



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



**Slovenský
hydrometeorologický
ústav**

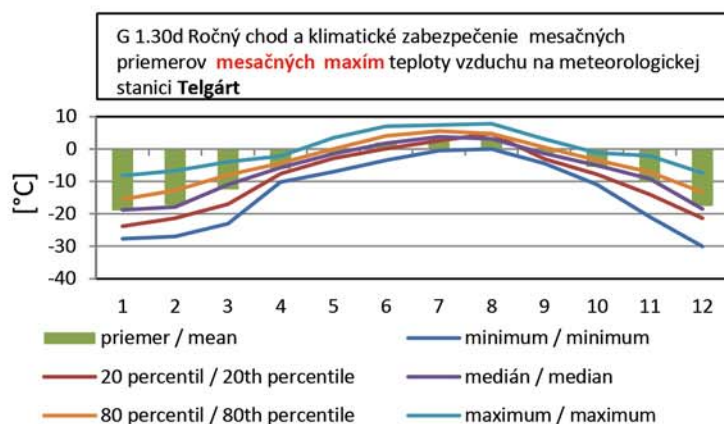
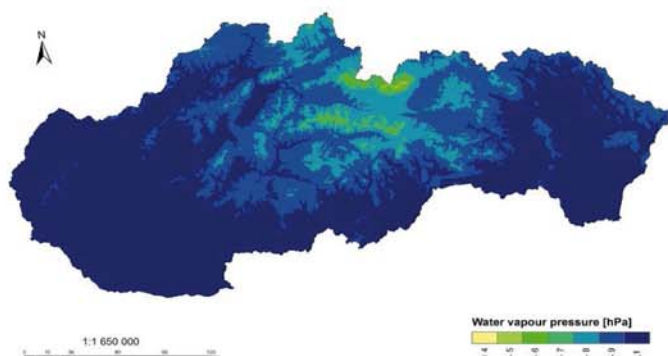


Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



„Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ“.

Slovenský hydrometeorologický ústav v rámci riešenia projektu **„Vývoj technológie priestorového spracovania údajov o klimatickom systéme“** s ITMS kódom 26220220102, vytvoril informačný systém pre webové aplikácie cez internet. Jeho súčasťou je interaktívny nástroj pre mapové zobrazovanie vybraných klimatologických charakteristík Slovenska za obdobie 1961 – 2010. Po ukončení projektu, v januári 2015, bude prístupný širokej odbornej i laickej verejnosti.



Bližšie informácie nájdete :
Slovenský hydrometeorologický ústav
Jeséniova 17
833 15 Bratislava
www.shmu.sk

Obsah informačného systému:

- Teplota vzduchu
- Atmosférické zrážky
- Sneh a snehová pokrývka
- Vlhkosť vzduchu a výpar
- Slnéne žiarenie, slnečný svit a oblačnosť
- Tlak vzduchu a prúdenie vzduchu
- Meteorologické charakteristiky vyššej atmosféry
- Teplota a premrzanie pôdy
- Nebezpečné atmosférické javy
- Fenologické charakteristiky
- Klasifikácia klímy
- Staničné siete a metadáta



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., Halmó, 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 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.

Pri fotografiách sa snažte o čo najvyššiu kvalitu; najvhodnejší je formát .jpg; rozlíšenie 300 dpi. Tabuľky a grafy dodávajte čiernobiely (nie farebné). 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 43 238

e-mail: hucko@vuvh.sk, kolacanova@vuvh.sk

© Vodohospodársky spravodajca dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie ročník 58

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: Nábrežie armád. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: 02/59 34 32 38, 0915 73 34 72, e-mail: hucko@vuvh.sk, kolacanova@vuvh.sk

Redakčná rada: Ing. P. Hucko, CSc. (predseda), † Ing. J. Baller, CSc., Ing. Š. Borušovič, Ing. P. Brieda, Ing. S. Dobrotka, Ing. I. Galléová, Ing. I. Grundová, Ing. J. Hétharši, CSc., Ing. V. Holčík, doc. Ing. L. Jurík, PhD., Ing. L. Kopčová, PhD., Mgr. L. Krno, RNDr. O. Majerčáková, CSc., Ing. J. Poórová, PhD., Ing. B. Raksányi, Ing. P. Rusina, Ing. M. Rybár, doc. RNDr. I. Škultétyová, PhD., Ing. G. Tuhý, Dr. Ing. A. Tůma.

Dátum vydania: 19. január 2015

Zodpovedný redaktor: Mgr. Zuzana Kolačanová

Grafická úprava: Peter Vlček **Tlač:** Polygrafické centrum, www.polygrafcentrum.sk

Príspevky sú recenzované.

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

Evidenčné číslo: EV 3499/09

ISSN: 0322-886X



Optimalizácia procesov ČOV



Neustále sa sprísňujúce limity pre vypúšťanie odpadových vôd a obmedzené ľudské i finančné zdroje spoločne vyvíjajú tlak na zvýšenie efektivity každodenných činností na ČOV. My poznáme riešenie! Je ním úspešná optimalizácia, ktorá vedie k vyššej efektívnosti prevádzky a zníženiu Vašich nákladov.

HACH LANGE RTC moduly sú profesionálne nástroje pre komplexnú optimalizáciu procesov čistenia vedúce k zníženiu nákladov. Pridajte sa k ďalším viac ako 250 čistiarňam odpadových vôd v Európe a **znižte Vaše prevádzkové náklady!**



Zistíte, ako môžete zvýšiť potenciál Vašich procesov!

Výhody RTC modulov:

- Zvýšenie spoľahlivosti ČOV
- Zlepšenie stability prevádzky ČOV a dodržiavania limitov
- Zníženie spotreby chemikálií a energie
- Rýchla a jednoduchá implementácia
- Servisná podpora spoločnosťou HACH LANGE

Viac na www.hach-lange.sk

HACH LANGE 
UNITED FOR WATER QUALITY

uzávěrka
příhlášek
31. 1. 2015
za zvýhodněnou
cenu:



VODOVODY-KANALIZACE

19. mezinárodní vodohospodářská výstava

VODOVODY-KANALIZACE

19.-21. 5. 2015
Praha, Letňany

Pořadatel a odborný garant:



Odborný garant a záštita:



www.vystava-vod-ka.cz

Záštity:



Organizátor:

