



Vodohospodársky spravodajca 11-12

ročník 58

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie

2015



VN Hriňová – 50 rokov od uvedenia do prevádzky



*Tajch Velká Richňava –
obnova po 275 rokoch
strana 8*



*Košice – rekonštrukcia
hate Vyšné Opátske
strana 33*



*Noc výskumníkov
a KOMVY 2015
strana 37*

REG  TRANS-**rittmeier**

KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ



Myšlienka, návrh, projekt



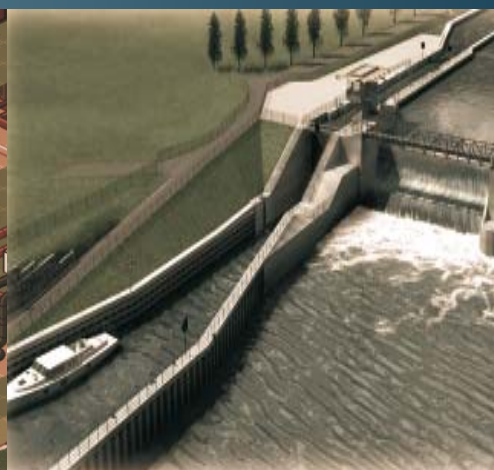
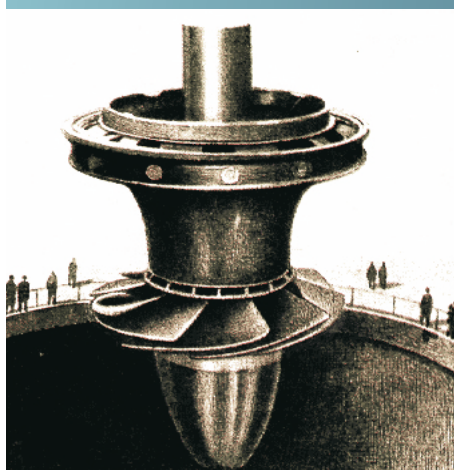
Inžinierska,
projektová
a dodávateľská
spoločnosť
v oblasti merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

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,



klimatická zmena a s ňou súvisiace globálne otepľovanie sú témy, ktoré sa týkajú každého človeka na svete. Dôsledky už pociťujeme aj na Slovensku v podobe extrémov a výkyvov počasia. Horúčavy a následné sucho alebo prívateľné dažde a povodne zažívame čoraz častejšie a je vážny predpoklad, že sa budú stupňovať. Počítajme aj názory, že klimatická zmena je pre ľudstvo najväčšia zbraň hromadného ničenia. Preto musíme s najvyššou vážnosťou

riešiť tak jej príčinu, teda redukciu skleníkových plynov, ako aj dôsledky v podobe sucha a povodní. Pre ekológov, ale aj ministrov zodpovedných za životné prostredie, je to najväčšia výzva. Sme zodpovední aj za to, čo príde o 50 či 100 rokov a v akom stave odovzdáme planétu budúcim generáciám. Treba si uvedomiť, že pred storočím žili na našej planéte dve miliardy ľudí, dnes je to viac ako sedem miliárd. Ak vezmeme do úvahy ďalšie faktory, napríklad stúpajúce oceány a neúrodu, pri rastúcom počte obyvateľov môže mať klimatická zmena pre chudobnejšie štáty zničujúce sociálne dôsledky. Diskutuje sa o tom, že vlnu migrácie, predovšetkým v Afrike, spôsobili dôsledky zmeny klímy. Tieto všetky dosahy si uvedomuje aj pápež František ako hlava katolíckej cirkvi. Na túto tému diskutoval aj na stretnutí s ministrami životného prostredia vo Vatikáne, ale vystúpil aj na Valnom zhromaždení OSN, kde sme sa stretli.

Slovensko ako súčasť Európskej únie podporuje boj proti klimatickej zmene a globálnemu otepľovaniu. Únia je celosvetový líder týchto aktivít. Kým sa však nepridajú ďalšie rozvinuté štáty a súčasne veľkí emitenti skleníkových plynov ako USA, Čína, India, Rusko, ktoré environmentálny rozmer natoľko nezohľadňujú, situácia sa nevyrieši. Ak by EÚ znížovala emisie jednostranne a sama, dosiahla by len stratu konkurencieschopnosti priemyslu – vrátane nášho – v porovnaní so štátmi, ktoré neinvestujú do drahých nových technológií šetrných k životnému prostrediu. Preto potrebujeme celosvetovú dohodu a ja verím, že sa ju na nastávajúcom klimatickom summite v Paríži podarí dosiahnuť. Presadzuje ju aj generálny tajomník OSN Pan Ki-mun, s ktorým sme diskutovali na jeho nedávnej návšteve Slovenska.

Naša krajina dodržiava a spoluvytvára jednotnú pozíciu EÚ na tento summit. Plníme spoločný európsky redukčný cieľ vyjadrený v európskom Rámci 2030 – znížiť emisie do roku 2030 o 40 % v porovnaní so stavom v roku 1990, zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov energií na 27 % a indikatívne zvýšiť energetickú efektívnosť o 27 %. Sú to veľmi ambiciózne ciele a Slovensko bude musieť zvýšiť úsilie, aby ich dokázalo splniť. Nie sú však nereálne a verím, že budú mať pozitívny vplyv nielen na klímu, ale aj na zmenu orientácie nášho hospodárstva smerom k udržateľnejšiemu rozvoju a k nízko-uhlíkovým technológiám.

Slovensko od roku 1990 znížilo emisie skleníkových plynov o 41 %, čím vysoko prekročilo medzinárodné záväzky. Prijali sme viacero dôležitých dokumentov, ktoré by mali riešiť aj dosahy klimatickej zmeny na našom území, napríklad Stratégiu adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Definuje hlavné princípy, priority a obsahuje aj prehľad vhodných adaptačných opatrení. Medzi nimi má významné miesto aj budovanie vodohospodárskych opatrení ako sú poldre a vodné nádrže, ktoré dokážu zmierniť následky globálneho otepľovania v podobe záplav a sucha, čo nám už prax opakovane potvrdila. Netreba vari pripomínať, akú významnú rolu zohrali aj počas tohtoročného horúceho a suchého leta vodné nádrže Liptovská Mara či Oravská priehrada, keď udržali život v riekach a ich povodiach. Takisto už hádam netreba pochybovať o potrebe vybudovania vodnej nádrže Tichý potok, z rovnakých dôvodov. Spomenul som len najväčšie vodné stavby, ktoré už dobre slúžia, resp. poslúžili by Slovensku. Stojá a mali by ich stať u nás desiatky, síce menších, ale dôležitých pre ochranu ľudí pred povodňami a zásobovanie pitnou vodou. Ich budovanie považuje rezort životného prostredia i ja osobne za priority aj v nasledujúcich rokoch. O to dôležitejšie úlohy v tomto procese čakajú vás, vodohospodárov. Želám preto nám všetkým, aby sa ich darilo úspešne plniť a pomôcť tak Slovensku úspešne odolávať dôsledkom klimatickej zmeny.

OBSAH – TABLE OF CONTENTS

Žiga, P. – príhovor	3
Speech of the Minister of Environment SR	
Sýkora, R. – Vodárenská nádrž Hriňová – 50 rokov od uvedenia vodnej stavby do prevádzky	4
Hriňová water supply reservoir – 50 years since putting the hydraulic structure into operation	
Krno, Ľ. – Obnova po 275 rokoch	8
Restoration after 275 years	
Döményová, D., Ďurkovičová, D., Lovássová, Ľ., Čaučík, P. – Spracovanie údajov o nakladaní s vodami ako súčasť hodnotenia stavu vôd v SR	11
Processing of data on water management as a part of water status assessment in the Slovak Republic	
Krajčí, P., Holko, L., Parajka, J. – Využitie metódy regionálnej snežnej čiary pri hodnotení snehových pomerov hlavných povodí Slovenska za obdobie 2001 – 2014	16
Using the method of regional snow line in assessing snow conditions of the main river basins in Slovakia for the period 2001 – 2014	
Vlnas, R. – Pozorované zmeny zložiek hydrologickej bilancie z hľadiska využiteľných vodných zdrojů	21
Changes observed in the components of hydrological balance in terms of utilizable water resources	
Liová, S., Zvolenský, M., Petrášek, M. – Prírodná katastrofa vo Vrátnej doline 21. 7. 2014	27
Natural disaster in the Vrátna Valley on the 21st of July 2014	
Doc. Ing. Ľubomír Hyánek, PhD., Prof. Ing. Jozef Kriš, PhD. – Naši jubilanti	32
Jubilees	
Friga, M. – Košice – Prioritné protipovodňové opatrenia v SR, Hornád – ochrana intravilánu mesta Košice – rekonštrukcia hate Vyšné Opátske	33
Košice – Priority flood protection measures in Slovakia, Hornád – protection of the urban area of Košice – Vyšné Opátske weir reconstruction	
Manažment povodí a povodňových rizík 2015 a Hydrologické dni 2015	34
River Basin and Flood Risk Management 2015 and Hydrology Days 2015	
Rekonštrukcie stokových sietí a ČOV	35
Sewerage Systems and WWTPs Reconstruction	
Bella, M. – Spomíname	36
Remembrance	
Borovská, D. – Informácia o nových STN	36
Information on new Slovak Technical Standards	
Molnárová, L., Galbová, K. – Experimentálny výskum redukcie povodňových vplyvov stokovej siete na urbanizované územie na Noci výskumníkov a KOMVY 2015	37
Experimental research on reducing flood impacts of sewer system on urban area at the Researchers' Night and KOMVY 2015	
Foto na titulnej strane Martina Melicherčíková.	
Foto na 3. strane obálky – Ing. Václav Koleda, SVP, š. p. – Múderštolníansky tajch.	
Foto na zadnej strane obálky – Tajch Vindšachta – Ing. Václav Koleda.	

Vodárenská nádrž Hriňová – 50 rokov od uvedenia vodnej stavby do prevádzky

Rudolf Sýkora,

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., OZ B. Bystrica, Správa povodia stredného Hrona Zvolen

Abstrakt

Hospodársky rozmach Slovenska po druhej svetovej vojne vyvolal potrebu výstavby povrchových zdrojov pitnej vody hlavne na strednom, severnom a východnom Slovensku.

Vodný potenciál v okolí Hriňovej inšpiroval vtedajších vodohospodárov, k jeho racionálnejšiemu využitiu. Rozhodnutím Vlády ČSR č. 1206 zo dňa 04. 05. 1956 bola schválená investičná úloha výstavby vodárenskej nádrže Hriňová na toku Slatina, ktorá bude zásobovať deficitné oblasti južných častí stredného Slovenska pitnou vodou. Predbežné náklady na stavbu boli v tom čase vyčíslené sumou 125 000 000 Kčs.

ÚVOD

Vodárenská nádrž Hriňová patrí k významnejším povrchovým zdrojom pitnej vody nielen v rámci povodia Hrona, ale celého Slovenska. O výstavbe Vodárenskej nádrže Hriňová sa rozhodlo už v roku 1956, s výstavbou sa začalo v roku 1960 a do prevádzky bola stavba odovzdaná na jeseň v roku 1965. Generálnym projektantom stavby bol Hydroprojekt Bratislava, dodávateľom stavby Doprastav n. p. Bratislava. Prevádzkovateľom vodárenskej nádrže je v súčasnosti SVP, š. p., Odštepny závod Banská Bystrica, Správa povodia stredného Hrona so sídlom vo Zvolene.

Výstavba priniesla množstvo organizačných a technických problémov, ktoré sa odzrkadlili na kvalite stavebných prác hlavne po prvom naplnení nádrže. Tieto nedostatky z výstavby nebolo možné čiastkovými opatreniami vyriešiť, preto muselo dôjsť ku generálnej oprave hrádze, ktorá trvala 2,5 roka. Od toho času je nádrž bezpečná, spoľahlivá a plní všetky vodohospodárske funkcie. VN Hriňová patrí do sústavy 3 vodárenských nádrží na území stredného Slovenska, ktoré spolu tvoria silnú stredoslovenskú vodárenskú sústavu.

PRÍPRAVA VÝSTAVBY VODNÉHO DIELA

Vo fáze prípravy výstavby sa zvažovali najmä tri hľadiská: konštrukcia a jej statické pôsobenie na podložie, hlavný stavebný materiál a technológia výstavby. V prípravných fázach projektu sa dôraz kládol najmä na geologický prieskum lokality. Ten projektantom umožnil výber z viacerých typov priehrad, ktoré prichádzali do úvahy.

Po dôkladnej analýze bol vybraný typ sypanej kamenitej hrádze s hlinito-ílovitým zalomeným tesnením. Pri výbere hrádze tohto typu zohrávala dôležitú úlohu aj skutočnosť, že v blízkosti stavby (do 2 km) bolo možné ťažiť dostatočné množstvo kameňa v kameňolomoch Hukava a Výboštok.

Okrem typu priehrad bolo potrebné navrhnúť aj vhodné tesnenie. Na základe dostatočného množstva hlin v okruhu 20 km od stavby a dostatočnej kvality skúmaných vzoriek, bolo zvolené jadrové ílové tesnenie.

V projektovanom riešení na reálnom časovom rade mesačných prietokov za obdobie 1931 – 1950 ($Q_a = 0,905$, $C = 0,441$), resp. 1931 – 1960 ($Q_a = 0,94$, $C = 0,38$), bol zhodne stanovený zásobný objem $V_z = 7,7$ mil. m³. Celkový objem nádrže bol stanovený hodnotou $V_c = 8,2$ mil. m³ s prihliadnutím na to, že nádrž nemá vytvorený retenčný priestor.

Z porovnania parametrov nádrže a hydrologických pomerov vyplýva, že nádrž využíva potenciál toku Slatiny iba čiastočne, čo možno vyjadriť súčiniteľom nadlepšenia $\alpha = 0,44$ a pomerným zásobným objemom $\beta = 0,46$. Z toho vyplývajú minimálne nároky na viacročnú zložku nádrže, teda ide o nádrž s ročným regulovaním.

Vodárenská nádrž patrí do stredoslovenskej vodárenskej sústavy a je vybudovaná na toku Slatina v rkm 47,850. Vodárenská nádrž je v zmysle vyhlášky o TBD zaradená do I. kategórie. Nádrž sa rozprestiera na ploche 0,55 km² a svojím celkovým objemom plní nasledovné funkcie:

a) zabezpečuje dodávku pitnej vody cez skupinový vodovod HLF (Hriňová, Lučenec, Filakovo),

b) zabezpečuje minimálny zostatkový prietok pod nádržou $Q_{355} = 121 \text{ l.s}^{-1}$,

c) hydroenergetický potenciál vody VN je využívaný malými vodnými elektrárnami MVE I a MVE II,

d) zlepšenie kvality vody cez biologický systém nádrže účelovým rybárstvom.

Hlavné parametre vodnej stavby a hladiny:

Dĺžka hrádze v korune	242,80 m
Výška hrádze nad terénom	41,50 m
Plocha povodia	70,82 km ²
Celkový objem z toho:	
stály	517 340 m ³
zásobný	7 682 660 m ³
Min. prevádzková hladina	539,60 m n. m.
Max. prevádzková hladina	565,20 m n. m.
Max. dovolená hladina	565,40 m n. m.

Hlavné objekty vodnej stavby:

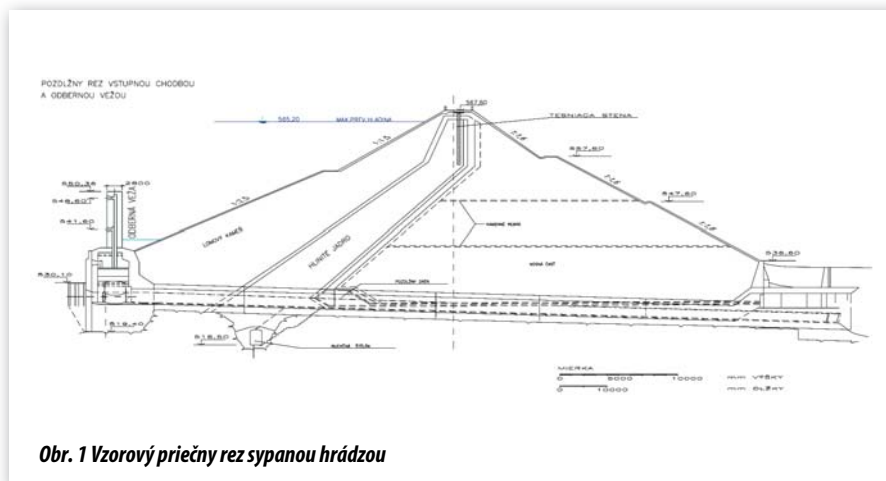
hrádza s príslušenstvom
funkčné objekty – výpustné zariadenia
– odberné zariadenia
– bezpečnostný priepad
– sklz
– vývar
– malé vodné elektrárne

Pre monitorovanie a zaistenie bezpečnosti bol na vodnej stavbe vybudovaný:

– automatizovaný systém riadenia – ASR
– autonómny systém vyznenia a varovania – ASVaV

VÝSTAVBA VODÁRENSKEJ NÁDRŽE

Pred samotnou výstavbou nádrže bola zisťovaná aj hydrologická a klimatologická povaha územia staveniska. Hriňová mala



Obr. 1 Vzorový priečný rez sypanou hrádzou

v tom čase kotlinové podnebie s pomerne chladnými zimami a teplými letami. Pre danú lokalitu boli charakteristické časté tepelné a zrážkové výkyvy. Údolie bolo chránené pred silným vetrom. Častým javom bolo bezvetrie.

dvojité štrkopieskové filtre z oboch strán.

Materiál na budovanie hrádzy bol získavaný z miestnych zdrojov, len materiál na tesnenie sa dovážal zo zemníka vzdialeného 20 km od stavby. V rámci úsporných opatrení, približne v strede výstavby, bol pre

frakcie piesku a štrku do betónov dovozom po železnici zo značnej vzdialenosti. Nedo- statok štrkopieskov bol hlavnou príčinou omeškávania sa betonáže, ktorá mala za nás- ledok, že nosná časť hrádzy bola nasypaná v predstihu vyššie o cca 15 m, ako tesnenie. Pri sypaní hrádzy sa podcenil význam nie- ktorých dôležitých detailov konštrukcie tes- nenia, najmä chúlостivé práce spojené s uk- ladaním filtračných vrstiev a drenáží. Podľa dokumentácie postupu prác sa hrádza sy- pala veľmi nerovnomerne – najmä v rokoch 1963 – 1965. V poslednom roku výstavby (1965) sa zasypala prejazdová „brána“ pri ľa- vom brehu bočného priepadu, pričom sa vy- tvorili nežiadúce podmienky pre vznik klen- bového účinku sypaniny. Potvrdili to veľké poklesy koruny hrádzy a preferované prie- sakové cesty na kontakte medzi betónovým objektom sklzu bezpečnostného priepadu a násypom pri prvom plnení nádrže. Počas prevádzky vodárenskej nádrže boli zazna- menané tri závažné poruchy, sprevádzané predovšetkým zvýšenými priesakmi a zo- summi na vzdušnom svahu hrádzy.

SKÚSENOSTI Z PREVÁDZKY

Obdobie doterajšej 50 ročnej prevádzky môžeme rozdeliť na niekoľko etáp:

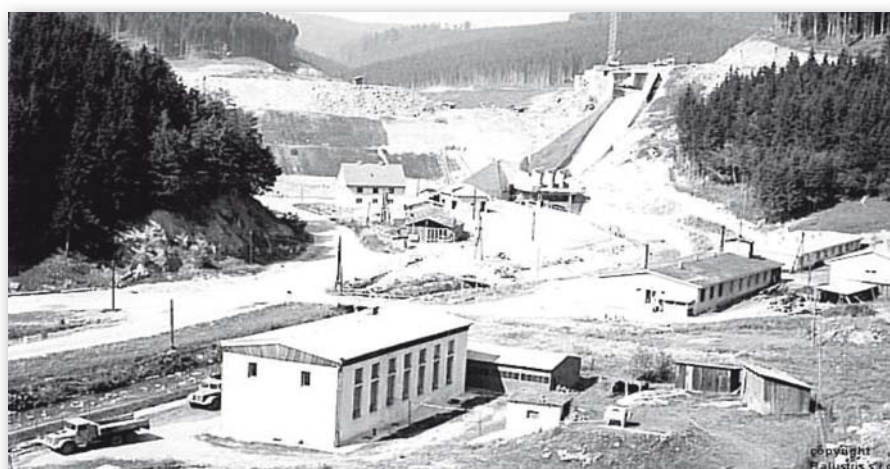
- obdobie rokov 1965 až 1971 obdobie prvého plnenia a vynikajúce poruchy,
- obdobie rokov 1971 až 1988 je obdobie prevádzky pri trvale zníženej hladine,
- obdobie 1989 až 1992 obdobie sanácie porúch, rekonštrukcia hrádzy,
- obdobie 1994 až 1997 obdobie overova- cej prevádzky po rekonštrukcii,
- obdobie 1997 až 2015 obdobie štandard- nej prevádzky pri max. prevádzkovej hla- dine.

Po dokončení čiastkových prác na jed- notlivých objektoch stavby sa začalo v me- siaci november roku 1965 s postupným napúšťaním nádrže. Hydrologické pome- ry hlavných prítokov boli natoľko priaznivé, že sa plnilo rýchlosťou 50 cm/24 hod. Z den- níkov sa dozvedáme, že prírastky v plnení boli niekedy aj 1 – 2 metre/24 hod. So zvy- šovaním hladiny sa mierne zvyšoval aj prie- sak pod sklzom, dňa 18. 02. 1966 bol pri hla- dine na kóte 560,00 m n. m. nameraný prie- sak 3,6 l.s⁻¹. Keď hladina v nádrži dosiahla kótu 563,32 m n. m., začali sa objavovať zvý- šené priesaky, ktoré mali stúpajúcu tenden- ciu a prerástli až na havarijný stav.

Prvá porucha sa začala prejavovať dňa 01. 04. 1966, keď priesak pod sklzom vystú- pil na hodnotu 5,5 l.s⁻¹ a priesaková voda sa zakalila. Dňa 02. 04. 1966 sa priesak zväčšil na 10 l.s⁻¹ a mal stúpajúcu tendenciu. Kritic- ký deň bol 04. 04. 1966, keď sa o 02.00 h. ob-



Obr. 2 Výstavba VN r. 1963 (foto archív)



Obr. 3 Výstavba VN r. 1965 (foto archív)

Budovanie hrádzového telesa rozdele- ného na pomerne úzke zóny bolo pre dodá- vateľa stavby organizačne náročné. Pri šik- mom hlinito-ílovitom tesnení boli sypané

zeminy do tesnenia vybraný náhradný zem- ník, nachádzajúci sa v meste Hriňová. Počas výstavby najväčšie problémy boli spôsobe- né tým, že dodávateľ zabezpečoval všetky

javil priesak zakalenej vody aj na vzdušnom svahu hrádze medzi schodiskom a sklzom a o 04.00 h došlo na lavičke na kóte 548,00 m n. m. k lokálnemu zosuvu na ploche cca 150 m². O 08.00 h sa už priesak nedal merať a bol odhadovaný na 100 l.s⁻¹. V dobe poruchy bola hladina prudko znižovaná až na kótu 548,50 m n. m. tak, že bola prekročená kapacita koryta Slatiny pod VN, voda sa z koryta vyliala a spôsobila v meste Hriňová povodňový stav. Následne boli vykonané malé opravy sanácia zosuvu na vzdušnom svahu priehrady. Po vykonaných sanačných prácach, aj keď príčiny neboli jednoznačne objasnené, sa pristúpilo k postupnému zvyšovaniu hladiny vody v nádrži.

Druhá porucha nastala 15. 05. 1968, keď sa priesak pod sklzom začal zvyšovať z 2,9 l.s⁻¹ na 4,0 l.s⁻¹ a za ďalšiu hodinu sa zvýšil na hodnotu 10 l.s⁻¹. Priesaková voda bola silno zakalená. Kritický stav nastal dňa 16. 05. 1968 o 22.00 h, keď priesak dosiahol hodnotu 90 – 150 l.s⁻¹. Výver vody sa objavil aj na vzdušnej strane hrádze, vľavo pod lavičkou, na kóte 548,00 m n. m. Následne prevádzkovateľ vodného diela prikrčil k rýchlemu vypúšťaniu nádrže. Priesaky úmerne klesali a ich vývery sa ustáli na kóte 553 m n. m. Erozívna ryha, ktorá vznikla nad dilatáčnou škárou medzi opornou stenou klapky priepadu a injekčnou štôľňou, mala šírku 0,6 – 0,8 m. Priesak vody k dilatáčnej škáre zapríčinili jednak ťahové trhliny v jadre, a tiež rozpukanú horninu podložia. Tieto preferované priesakové cesty boli sanované cementovou zmesou. Opätovne sa vykonal rad prác, ktoré mali zlepšiť stav hrádze. Znovu sa začalo s pozvoľným napúšťaním, maximálna hladina však vydržala v nádrži do ďalšej poruchy len 12 dní.

Tretia porucha nastala 10. 06. 1971 večer po výdatných zrážkach, keď sa po prekročení max. hladiny objavil priesak pod sklzom, ktorý po niekoľkých hodinách vzrástol na 17 l.s⁻¹ a dňa 11. 06. 1971 kulminoval pri hodnote 110 – 120 l.s⁻¹. Objavil sa aj priesak vo vstupnej štôľni. Ráno o 7 hodine bolo začaté znižovanie hladiny rýchlosťou 1 m/24 hod. Hladina bola znížená na kótu 552,40 m n. m., no napriek tomu sa priesak pod sklzom držal na hodnote 70 – 80 l.s⁻¹. Akútne nebezpečenstvo pominulo 30. augusta 1971, keď priesak pod sklzom prudko klesol a dosiahol hodnotu 6,0 l.s⁻¹ s klesajúcou tendenciou.

Vyšetrovanie príčin všetkých troch porúch bolo zabezpečované komisiou, ktorú zriadilo Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva SR. Komisia riadila a vyhodnocovala vývoj vodného diela a dávala pokyny na všetky zabezpečovacie a prieskumné práce.

Po druhej poruche sa realizovali rozsiahle prieskumné práce, ktoré mali objasniť príčiny porúch. Medzi rozsiahlejšie a originálne prieskumné práce patrila „prieskumná ryha“ hĺbená vo filtri v piatich 5 m sekciách na kontakte filter – tesniace jadro po celej výške zvislej časti jadra. Popri vizuálnych pozorovaniach realizovala Katedra geotechniky Stavebnej fakulty STU Bratislava rozsiahle laboratórne skúšky na vzorkách odobratých z tesnenia. Výsledky prieskumných prác objavili niekoľko anomálií, ako napr. chýlostivý detail napojenia tesnenia na betónovú stenu sklzu bezpečnostného priepadu, sadanie koruny, trhliny v tesnení a ďalšie. Súčasne sa realizovali čiastkové sanačné zákroky – odľahčenie drenážneho systému priehrady, dotesňovanie podložia ako aj zapieskovanie návodného svahu hrádze. Tieto opatrenia však nezaručovali požadovanú spoľahlivosť a preto bola nádrž viac ako 20 rokov prevádzkovaná pri zníženej hladine na kóte 553,00 m n. m. s postupným zvyšovaním na kótu 559,00 m n. m., čo predstavuje zní-

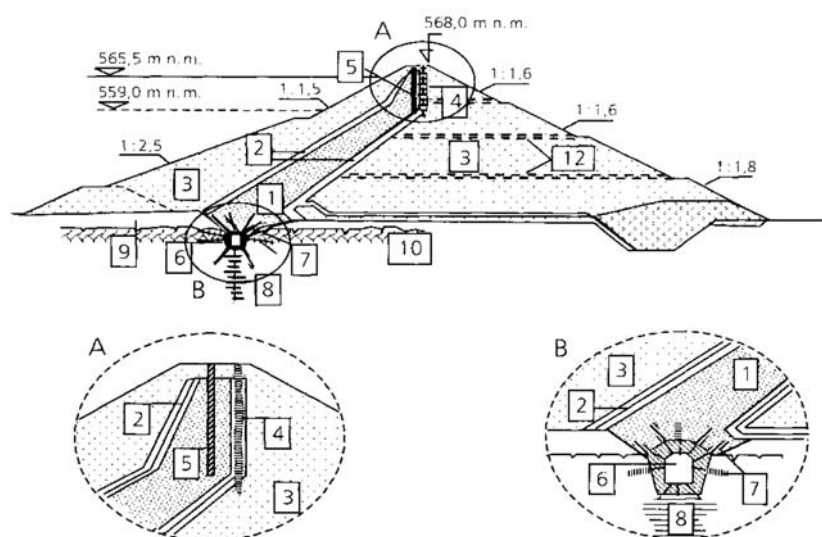
Pre definitívnu sanáciu priehrady Hriňová bolo vypracovaných niekoľko možností riešení, ktoré vychádzali z dvoch koncepcií:

1. Rekonštrukciou priehrady zvýšiť pôvodnú kapacitu nádrže zo 7,7 mil. m³ na 9,78 mil. m³ (pri zvýšení hrádze o 3,7 m), resp. na 14,25 mil. m³ (pri zvýšení hrádze o cca 10,0 m),

2. Rekonštruovať hrádzu pri zachovaní jej pôvodnej výšky a veľkosti nádrže.

Prvá koncepcia predpokladala dočasné vypustenie nádrže, zatiaľ čo druhá koncepcia predpokladala rekonštrukciu počas prevádzky, pri zníženej hladine na úroveň 557,00 – 559,00 m n. m. Po vyhodnotení bol vybratý druhý variant a v roku 1989 sa začali rekonštrukčné práce počas prevádzky nádrže.

Rekonštrukcia bola riešená vybudovaním tesniacej podzemnej steny po úroveň zalomenia tesniaceho prvku. Hrúbka steny 0,6 až 0,8 m na dĺžke cca 250 m si vyžiadala vyššiu spotrebu zmesí, ako sa predpokladalo pri výpočtoch jej objemu. V rámci sanačných prác



Obr. 4 Pričný profil s vyznačením sanačných opatrení; 1 – tesnenie, 2 – filtre, 3 – stabilizačná časť, 4 – preinjektované filtre, 5 – tesniaca stena, 6 – injekčná štôľňa, 7 – vejárovité vrty injektáž, 8 – vrty do podložia (Bednárová, E., 2010)

ženie hladiny o 12,20, resp. o 6,20 m, ako aj zníženie jej disponibilného zásobného objemu z 7,7 mil. m³ na 3,5 až 5,0 mil. m³. Tým sa znížila aj spoľahlivosť zdroja – nádrže a potreba jej zapojenia do vodohospodárskej sústavy.

REKONŠTRUKCIA HRÁDZE

Neistota z technického stavu stavby ako aj narastajúce nároky na dodávku pitnej vody viedli správcu nádrže k potrebe uskuotočnenia generálnej opravy hrádze, ktorá sa realizovala v rokoch 1989 až 1992.

bolo vykonané utesnenie kontaktu medzi injekčnou štôľňou a tesniacim jadrom pomocou injektáže, systémom vejárovite usporiadaných vrtov. Vybudovanie injekčných vrtov do vzdušného filtra z koruny hrádze radom vrtov z koruny hrádze s hustotou 1,5 m do hĺbky pod úroveň zalomenia tesniaceho prvku. Súčasne bol na vodnej stavbe budovaný pozorovací systém trojetážových vztlakomerných vrtov na návodnej a vzdušnej strane injektážnej chodby, ktoré umožňujú snímať hodnoty vztlakov v troch hĺbkových úrovniach ako aj vybudovanie 8 párov pozo-

rovacích sond budovaných z koruny hrádze pred a za podzemnou tesniacou stenou. Injekčné práce nepotvrdili výskyt preferovaných priesakových ciest v podloží priehrady.

organizáciou Vodohospodárska výstavba, š. p., Bratislava, odborom TBD bol vypracovaný „Program dohľadu“ nad VS počas overovacej prevádzky s určením medzných a kri-

javy, ktoré by bránili uvedeniu diela do trvalej prevádzky. Akceptovalo sa odporúčanie uviesť vodné dielo do trvalej prevádzky bez obmedzení.

Trvalá prevádzka bola začatá 01. 01. 1998. Potvrdila správnosť navrhnutých a s vysokou presnosťou realizovaných rekonštrukčných prác. Rozhodujúce merané a evidované údaje vykazujú ustálené hodnoty, nie ako to bolo pred rekonštrukciou pri trvale zníženej hladine.

Na stavbe sa prirodzene objavuje ďalší fenomén a to je starnutie priehrady. V roku 2009 bolo nutné vymeniť rozstrekovací uzáver, v roku 2012 boli sanované betónové konštrukcie bezpečnostného priepadu (obnažené armovacie prvky). V roku 2013 bol nameraný nadmerný korozívny úbytok na ocelových odberných potrubíach. Výmena potrubí si bude vyžadovať zložité technické riešenia a finančné náklady. V pozornosti prevádzkovateľa vodnej stavby je aj svah nad sklzom bezpečnostného priepadu, pod štátnou cestou, ktorý vykazuje symptómy povrchových deformácií.

ZÁVER

Ak by sme v stručnosti mali vyhodnotiť jednotlivé etapy vodnej stavby, tak najdynamickejšie obdobie je obdobie rýchleho prvého plnenia nádrže a obdobie porúch. Poruchy vodných stavieb väčšinou spôsobujú rozhodujúce faktory ako je kvalita projektovanej dokumentácie, kvalita realizácie stavby a technologické postupy, prevádzkové zaťaženia, starostlivosť a údržba vykonávaná prevádzkovateľom. Pod havarijné stavy VN Hriňová sa podpísali všetky tri subjekty zainteresované na príprave, realizácii a prevádzkovaní stavby: projektant, dodávateľ ako aj prevádzkovateľ stavby. V mnohých prípadoch snaha o čo najúspornejšie riešenie znamená zníženie kvality pod únosnú mieru, ktorá sa skôr či neskôr prejaví vo zvýšených nákladoch pri opravách a rekonštrukčných prácach. Aj toto potvrdzuje, že šetriť na nesprávnom mieste sa spravidla neoplatí.

Horné foto – zdroj Internet

Dolné foto – Martina Melicherčíková



OVEROVACIA A TRVALÁ PREVÁDZKA

Overovacia prevádzka nastala od dosiahnutia a zhodnotenia maximálneho zaťažovacieho stavu vodnej stavby, t. j. od februára 1994 a trvala do 31. 12. 1997. Odbornou

tických meraných hodnôt. Po jej ukončení bola vypracovaná súhrnná správa o dohľade počas overovacej prevádzky. Predmetná správa vo svojom závere konštatuje, že overovacia prevádzka prebehla úspešne. Počas nej sa nevyskytli žiadne mimoriadne

POUŽITÁ LITERATÚRA:

- [1] Technický pasport vodného diela Hriňová, 1967. 55s.
- [2] Geologický prieskum Žilina. VD Hriňová – injekčný prieskum I., II., III. etapa, 1963
- [3] Hydroconsult Bratislava. Sanácia priehrady – štúdia, 1972
- [4] Verfel, J.: Posudok porúch hlinitého tesniaceho jadra v miestach veľkých priesakov na priehrade Hriňová v rokoch 1966, 1968, 1971, 1985

- [5] Hraško, J. et al.: Posudok k technickému riešeniu sanácie hrádze, 1985
- [6] Abafy, D., Lukáč, M.: Priehrady a nádrže na Slovensku 1. Vydavateľstvo ALFA Bratislava 1991, 143 s.
- [7] Pilný, M.: Oprava hrádze VD Hriňová v roce 1989 až 1991. September 1994
- [8] Vodohospodárska výstavba Bratislava. Etapová správa o TBD VN Hriňová za roky 1986 až 2013
- [9] Lukáč, M., Bednárová, E.: Navrhovanie

a prevádzka vodných stavieb. Vydavateľstvo Jaga grup, s.r.o., Bratislava 2006. 183 s.

- [10] Hydroconsult Bratislava, Manipulačný poriadok pre vodnú stavbu VN Hriňová 2009, 17 s.
- [11] Bednárová, E. et al.: Priehradné staviteľstvo na Slovensku. KUSKUS, Bratislava, 2010, 207 s.

Obnova po 275 rokoch

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. ukončil rekonštrukciu historického tajchu Velká Richňava

Mgr. Ľuboš Krno

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Banská Štiavnica

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. v rámci banskoštiavnických mestských slávností – tzv. Salamandrových dní – odovzdal v piatok 11. sep-

sky podnik, š. p. odovzdal verejnosti.

Na slávnostnom otvorení sa zúčastnil aj minister životného prostredia Peter Žiga, štátny tajomník MŽP SR Voj-

tech Ferencz. Hodnota diela podľa zmluvy predstavovala 461 tisíc eur, ale výška skutočných nákladov je o 4 tisíc eur nižšia. Financovanie stavby bolo zabezpečené na 80,25 % z Kohézneho fondu Európskej únie, 14,75 % zo štátneho rozpočtu a 5 % z vlastných zdrojov Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p.

Celá stavba bola rozdelená na 5 stavebných objektov. Najskôr bolo potrebné zrekonštruovať dnový výpustný systém a odpadové koryto. Tieto práce pozostávali z výmeny ovládacieho zariadenia a drevených stolíc. V dnovom výpuste sú umiestnené dva uzávery, z ktorých jeden bol pred rekonštrukciou úplne nefunkčný a druhý tak tiež nebolo možné bezpečne ovládať. Bolo teda potrebné vymeniť uzávery, celú drevenú nosnú konštrukciu s ovládacími oceľovými tiahľami, ktorými sa z manipulačného objektu na korune hrádze otvárajú dnové výpusty. Všetky tieto práce museli rešpektovať historický technický charakter a požiadavky Krajského pamiatkového úradu kladeného na rekonštrukciu národných kultúrnych pamiatok zapísaných v Ústrednom zozname pamiatkového fondu. Ďalšou, mimoriadne dôležitou a časovo náročnou úlohou bolo vybudovanie kamenného opevnenia návodného svahu hlavnej i bočnej hrádze. Pracovníci dodávateľskej firmy tam museli zabudovať zhruba 4 tisíc metrov štvorcových kamenného opevnenia so zarovnanou lícnou stranou, v ktorej je vytvorených 7 kamenných schodísk a jeden terasovitý vstup do vody so súčasným šikmým zjazdom pre vozíčkarov. Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. rešpektujúc historický charakter tejto vodnej stavby, tak súčasne vyhovel aj súčasnej požiadavke doby na rekreačné využitie týchto historických vodných diel a po prvý raz v rámci postup-



Oficiálni hostia na slávnostnom odovzdaní Velkej Richňavy. Zľava: štátny tajomník MŽP SR Vojtech Ferencz, generálny riaditeľ SVP, š. p. Marián Supek, minister životného prostredia Peter Žiga, primátorka Banskej Štiavnice Nadežda Babiaková, starosta Štiavnických Baní Stanislav Neuschl, technicko-prevádzkový riaditeľ SVP, š. p. Pavol Virág a vedúci služobného úradu MŽP SR Viktor Lehotzský.



Rekonštrukciu Velkej Richňavy ukončilo symbolické prestrihnutie pásky. Spolu s ministrom životného prostredia Petrom Žigom tajch slávnostne odovzdal generálny riaditeľ SVP, š. p. Marián Supek a starosta obce Štiavnické Bane, na ktorej území sa tajch nachádza, Stanislav Neuschl.

tembra 2015 zrekonštruovanú historickú vodnú nádrž Velká Richňava. Ide o prvý z vyše 20-tich tohtoročných investičných stavieb budovaných v rámci Operačného programu Životné prostredie, ktorú Slovenský vodohospodár-

sky podnik, š. p. odovzdal verejnosti. Na slávnostnom otvorení sa zúčastnil aj minister životného prostredia SR, ale aj ďalších orgánov štátnej správy i miestnej samosprávy.

Rekonštrukcia Richňavského tajchu sa začala pred rokom (4. septembra



Úplne nové kamenné opevnenie na hlavnej i bočnej hrádzi predstavuje viac ako 4 tisíc m². Tajch by sa mal podľa predpokladov naplniť v čase do jedného do troch rokov.



Popri vkusne upravenom terasovitom vstupe do vody zabezpečili vodohospodári aj vybudovanie bezbariérového prístupu pre vozičkyárov.

tak voda odpadovým korytom odteká. V konečnej fáze rekonštrukcie pracovníci dodávateľskej firmy TMG Prievidza ešte upravili celú korunu hrádze, ktorú vyrovnali, zatravnili a na poškodenú asfaltovú cestu natiahli nový asfaltový koberec. Celá úprava, ktorá sa zrealizovala v súlade s požiadavkami na bezpečnosť hrádzového telesa ale aj požiadavkami pamiatkarov na zachovanie historického charakteru tejto vodnej nádrže, tak dala Richňavskému tajchu pekný nový šat, ktorý budú oceňovať ešte mnohé nasledujúce generácie.

Dnové výpusty niekoľko dní pred kolaudáciou uzavreli a tak sa tajch už začal pomaly naplňať aj prvými kubíkmi vody. Keďže táto vodná nádrž však nie je umiestnená bezprostredne na vodnom toku, tak vodohospodári, ale aj chatári a návštevníci Richňavy teraz musia už len čakať na výdatnejšie dažde a jarné topenie sa snehov, ktoré by mali nádrž postupne naplňať. Celkové naplnenie Veľkej Richňavy bude teda závisieť predovšetkým od vodnatosti ďalších mesiacov, ale aj výdatnosti snehových zrážok počas nasledujúcej zimy, pričom jej naplnenie sa odhaduje na 1 až 3 roky.

Z HISTÓRIE VODNEJ STAVBY VEĽKÁ RICHŇAVA

Vodná stavba Veľká Richňava, ktorá je súčasťou unikátneho vodohospodárskeho systému umelých vodných nádrží a prítokových jarkov v oblasti Štiavnických vrchov bola vybudovaná v rokoch 1738 – 1740 podľa projektu vynikajúceho slovenského vedca – zememerača, kartografa, banského inžiniera a polyhistora 18. storočia Samuela Mikovíniho. Projekt i výstavbu nádrže schválila Dvorská komora vo Viedni. Najskôr bola postavená len jedna hrádza. Keďže však zo severozápadnej strany hrádze začala presakovať voda, bol tajch rozdelený priečnou hrádzou. (Taktiež podľa projektu Samuela Mikovíniho.) Predelením tajchu v roku 1746 vznikli dve nádrže – Veľká a Malá Richňavská. Po prehradení tajchu a vyrazení novej Richňavskej štolne roku 1757 sa voda z tajchu racionálnejšie využívala na pohon banských a úpravnických zariadení. Hrádza Veľkej Richňavy, ktorá sa nachádza na kóte 728 m. n. m bola vybudovaná postupným sypaním a zhutňovaním lichobežníkového zemného telesa. Celková dĺžka hlavnej

ných rekonštrukcií štiavnických historických tajchov vybuďoval aj bezbariérový prístup.

V záujme spoľahlivosti fungovania vodnej nádrže Veľká Richňava sa v rámci rekonštrukcie rozšíril aj dovte-

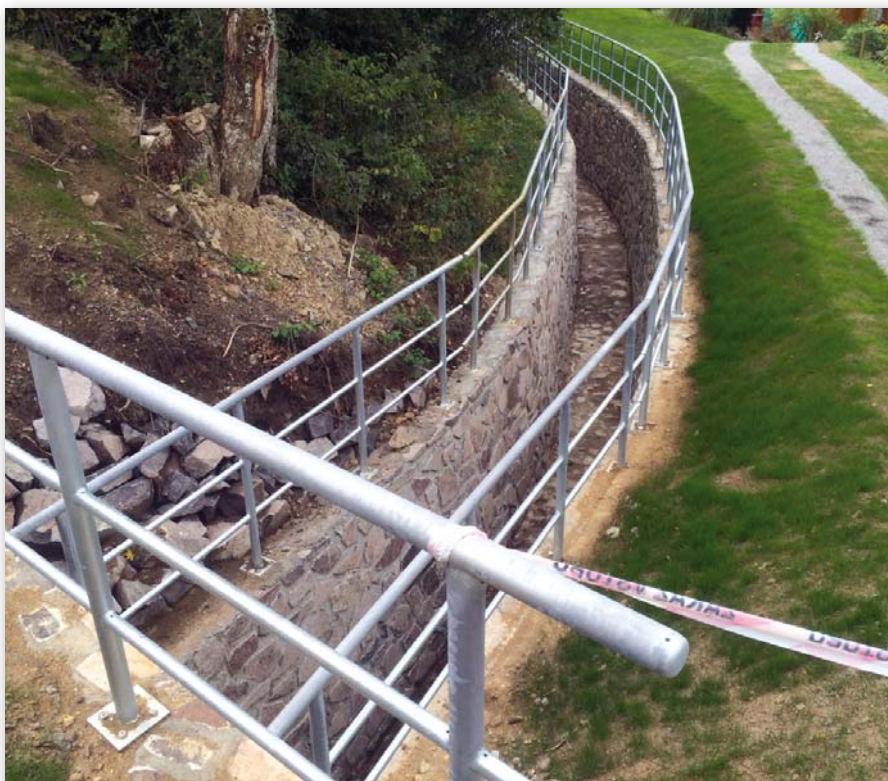
dajší bezpečnostný prípad, pričom jeho odpadové koryto je dômyselne riešené tak, že v čase nízkej hladiny v tajchu voda týmto korytom z prívodného jarku priteká a ak sa tajch naplní po maximálnu prevádzkovú hladinu,



Pôvodné dnové uzávery spred 275-tich rokov nahradili nové, ktorých ovládacie ocelové tyče – tiahla drží aj nová drevená stolica. Všetko však muselo rešpektovať historický charakter manipulácie na tejto vodnej nádrži.

a vedľajšej hrádze je 539,90 m. Výška hrádze je 23,5 m. V mieste ľavostranného naviazania hrádze do terénu je vybudovaný bezpečnostný priepad.

Keďže tajch nemal, ani nemá svoje vlastné povodie, voda musela byť privádzaná z cudzích povodií a to z povodia Ipl'a a povodia Hrona, najmä dvoma



Odpadové koryto bezpečnostného priepadu je súčasne aj prítokovým žlabom z tzv. Vysokého jarku, ktorý zachytáva dažďovú vodu a gravitačne ju odvádza do tajchu.

prívodnými jarkami Kopaničiarskym a Vysokým. Ide o unikátne umiestnený typ vodnej stavby, keď sa napríklad voda z jedného povodia mohla vypúšťať do druhého povodia a naopak. Celková dĺžka prítokových jarkov bola viac ako 24 km. Súčasťou zberných jarkov boli aj vodné štôlne. Najdlhšia, Hodrušská štôlna má 600 m a Spitzbergská 280 m. O dômyselnom riešení prítokových jarkov a odvádzaní vôd z tajchu sa s obdivom a uznaním vyjadrili aj najvyšší predstavitelia Rakúsko – Uhorskej monarchie v čase panovania Márie Terézie. Napríklad 3. júna 1751 počas svojej osobnej návštevy manžel Márie Terézie cisár František Štefan Lotrinský a v júli 1764 aj ich synovia neskorší cisár Jozef II a princ Leopold.

Voda z tajchu Veľká Richňava sa potom dlhé desaťročia využívala nielen v úpravniach rúd, ale aj na pohon unikátnych vodostlpcových čerpacích strojov, ktoré slúžili na čerpanie nežiaducej vody z hlbín banskoštiavnických rudných baní.

Po útlme a zániku baníctva v Banskej Štiavnici v roku 1995 sa aj banskoštiavnické tajchy ocitli bez svojho správcu. Túto úlohu na seba prevzal štát – Slovenská republika, ktorá prostredníctvom svojho správcu, najskôr štátneho podniku Povodie Hrona a potom Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. prevzala do starostlivosti 23 historických vodných nádrží, z ktorých už väčšina prešla komplexnou rekonštrukciou. Zrekonštruovaný bol celý kaskádovitý systém troch piarskych tajchov – Bakomi, Vindšachta a Evička, obľúbené dva Kolpašské tajchy, Beliansky tajch, Moderštôlniansky na Kopaničiach, Bančiansky, Klinger, tento rok už aj Dolnohodušský tajch a teraz aj Veľká Richňava, pričom do konca tohto roka bude ukončená aj rekonštrukcia Malej Richňavy. Všetky tieto tri tajchy sa rekonštruovali v rámci Operačného programu Životné prostredie z Kohézneho fondu Európskej únie.

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. okrem toho zo svojich vlastných zdrojov rozbehol aj rekonštrukcie troch menších historických vodných nádrží – Červenej studne a dvoch Komorovských tajchov, ktoré však musel najskôr odkúpiť od mesta Banská Štiavnica a zaradiť do majetku štátu vo svojej správe.

Foto: autor

Spracovanie údajov o nakladaní s vodami ako súčasť hodnotenia stavu vôd v SR

Ing. Jana Döményová, Ing. Daniela Ďurkovičová, Ing. Ľubica Lovasová, Mgr. Pavol Čaučík
Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava

ÚVOD

Údaje o nakladaní s vodami sa pravidelne ročne oznamujú Slovenskému hydrometeorologickému ústavu (SHMÚ), ktorý je poverený viesť ich evidenciu v súlade s § 6 odsek 5 a 6 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách v znení neskorších predpisov (vodný zákon).

V príspevku je uvedené vyhodnotenie údajov o nakladaní s vodami za rok 2013, ktoré boli oznámené v zmysle vodného zákona nasledovne:

- Ten, kto odoberá povrchovú vodu alebo podzemnú vodu z jedného vodárenského zdroja v množstve nad 15 000 m³ ročne alebo nad 1 250 m³ mesačne alebo využíva osobitné vody na podnikateľskú činnosť, je povinný oznamovať údaje o týchto odberoch a údaje určené v povolení podľa § 21 ods. 2 písm. b) a c) raz ročne poverenej osobe, ktorá ich poskytne správcovi vodohospodársky významných vodných tokov.
- Ten, kto vypúšťa odpadové vody alebo osobitné vody do povrchových vôd v množstve nad 10 000 m³ ročne alebo nad 1 000 m³ mesačne, je povinný oznamovať údaje o vypúšťaných odpadových vodách a údaje určené v povolení podľa § 21 ods. 2 písm. d) raz ročne poverenej osobe, ktorá ich poskytne správcovi vodohospodársky významných vodných tokov.

Údaje o nakladaní s vodami sú nahrávané do jednotného informačného systému Súhrnnej evidencie o vodách podľa § 29 odsek 3) vodného zákona a § 25, písm. b) bod 4 a 7 vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 418/2010 Z. z. zo 14. októbra 2010 o vykonaní niektorých ustanovení vodného záko-

na (vyhláška č. 418/2010 Z. z.). Slovenský hydrometeorologický ústav okrem zberu oznamovaných údajov zabezpečuje ich kontrolu, spracovanie a archiváciu v databázovom systéme Súhrnnej evidencie o vodách.

Oznamované údaje o odberoch vôd a vypúšťaní odpadových vôd sa spracúvajú v zmysle § 6 odsek 3 vodného zákona a § 19 vyhlášky č. 418/2010 Z. z. v rámci vodohospodárskej bilancie. Vodohospodárska bilancia porovnáva požiadavky na vodu s využiteľným množstvom vody a jej kvalitou. Požiadavky na vodu predstavujú odbery povrchovej vody, odbery podzemnej vody a vypúšťanie odpadovej vody a osobitnej vody.

POSTUP ZBERU ÚDAJOV O NAKLADANÍ S VODAMI

Prevádzkovatelia oznamujú údaje o odberoch vôd a vypúšťaní odpadových vôd na SHMÚ na predpísaných tlačivách (tlačivá o začatí odberov/vypúšťania do 30 dní od vzniku oznamovacej povinnosti a ročné tlačivá do 31. januára nasledujúceho kalendárneho roka). Tlačivá aj s číselníkmi potrebnými k vyplneniu sú sprístupnené na stránke SHMÚ <http://www.shmu.sk/sk/?page=1094>.

Tab. 1 Počet oznámení za rok 2013

Druh nakladania s vodami	Počet oznámení za rok 2013
Odbery povrchových vôd	367
Odbery podzemných vôd	5 427
Vypúšťanie odpadových vôd	1 009

Možnosť zasielania oznámení v hodnotenom elektronickom xml formáte využívajú zatiaľ len všetky vodárenské spoločnosti, čo predstavuje približne polovicu ročných oznámení.

Údaje spracovávané na SHMÚ sú v xml alebo v Excel formáte importova-

né do jednotného informačného systému pre vodu v ORACLE, zaužívaný názov pre informačný systém je „Súhrnná evidencia o vodách“. Okrem oznamovaných údajov o nakladaní s vodami sa v informačnom systéme uchovávali aj údaje základnej evidencie o vodách v pôsobnosti SHMÚ (údaje z monitorovania povrchových a podzemných vôd). Aplikačný software umožňuje vykonať prvú validáciu dát už pri importe dát, ďalšie kontroly je možné vykonávať využívaním preddefinovaných reportov. Pre kontrolu ročných údajov sú využívané aj oznámenia o začatí odberov/vypúšťania vôd. Tlačivá o začatí obsahujú informácie a požiadavky určené v platných povoleniach na nakladanie s vodami. Ročné oznámenia o odberoch povrchových vôd a podzemných vôd obsahujú mesačné množstvá odberaných vôd a ďalšie k nim potrebné informácie. Ročné oznámenia o vypúšťaní odpadových vôd do povrchových, resp. podzemných vôd obsahujú mesačné množstvá vypúšťaných odpadových vôd ako aj výsledky analýz produkovaného a vypúšťaného znečistenia v určenom rozsahu a frekvencii meraní a ďalšie k nim potrebné informácie. V priebehu validácie dát prebieha spätná komunikácia s prevádzkova-

teľmi najmä elektronickou poštou, prípadne telefonicky.

Fáza elektronického spracovania dát a ich validácia je časovo náročná, nakoľko prvá požiadavka na poskytovanie dát o ročných odberoch vôd v zmysle vykonávacej vyhlášky

č. 418/2010 Z. z. je už do 15. februára nasledujúceho kalendárneho roka a pre vypúšťanie odpadových vôd za zdroje znečistenia podliehajúce plateniu poplatkov do 28. februára, pre ostatné zdroje do 31. marca.

Z uvedeného dôvodu už koncom roka pred každou oznamovacou povinnosťou je zasielaná prevádzkovateľom výzva s upozornením na oznamovaciu povinnosť a potrebnými podkladmi k vyplneniu (tlačivá, pokyny k vyplneniu a súvisiace číselníky potrebné k následnému elektronickému spracovaniu dát). Počet oznámení za posledný spracovaný rok 2013 je v tabuľke č. 1.

SPRACOVANIE ÚDAJOV O NAKLADANÍ S VODAMI

SHMÚ zabezpečuje spracovanie vodohospodárskej bilancie množstva a kvality povrchovej a podzemnej vody za uplynulý rok. Jedným zo zdrojových údajov ročnej vodohospodárskej bilancie sú údaje o odberoch a vypúšťaní vôd oznámené prevádzkovateľmi.

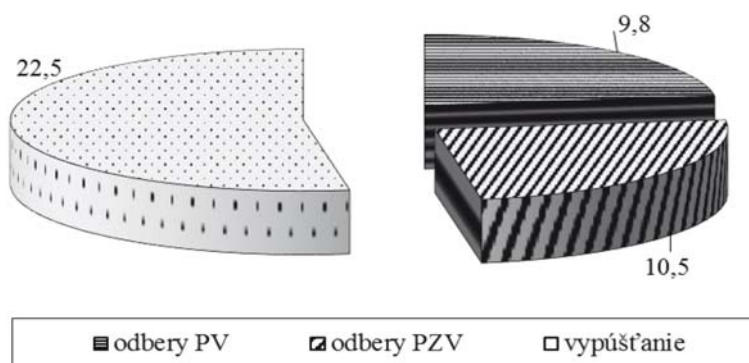
Vo vodohospodárskej bilancii sa spracovávajú všetci užívatelia povrchovej a podzemnej vody, ktorí odoberajú ročne nad 15 000 m³ alebo mesačne nad 1 250 m³. Pri vypúšťaní sa evidujú všetci užívatelia, ktorí vypúšťajú do povrchových vôd nad 10 000 m³ ročne alebo nad 1 000 m³ mesačne.

Odbery povrchových vôd v roku 2013 dosiahli hodnotu 9,8 m³.s⁻¹, odbery podzemných vôd 10,5 m³.s⁻¹ a vypúšťanie 22,5 m³.s⁻¹ (obr. 1).

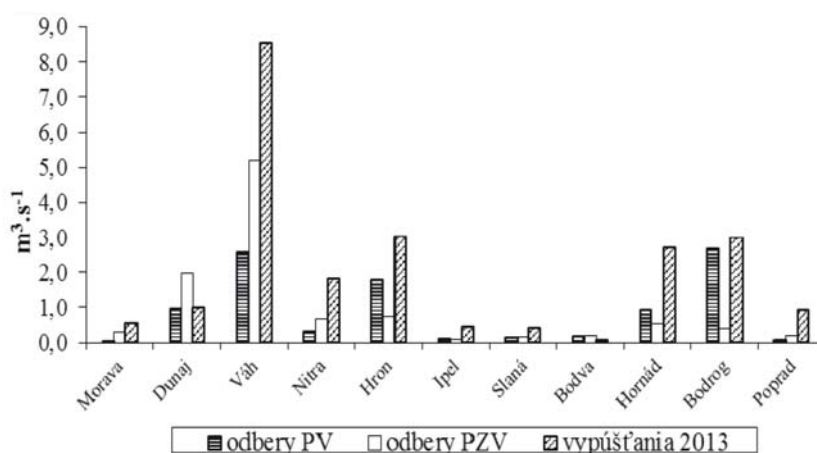
Rozdelenie užívania vody v čiastkových povodiach SR v roku 2013 znázorňuje obr. 2.

Z celkových odberov za rok 2013 predstavovali odbery povrchových vôd 48,2% a odbery podzemných vôd 51,8%. Z celkového množstva odberov povrchových vôd bolo 15,3% (1,499 m³.s⁻¹) pre verejné vodovody, 80,1% (7,828 m³.s⁻¹) pre priemysel a 4,5% (0,442 m³.s⁻¹) pre poľnohospodárstvo. Z celkového množstva odberov podzemných vôd bolo 75,5% (7,886 m³.s⁻¹) pre verejné vodovody, 9,9% (1,031 m³.s⁻¹) pre priemysel, 3,1% (0,322 m³.s⁻¹) pre poľnohospodárstvo a 11,5% (1,199 m³.s⁻¹) pre iné účely (obr. 3).

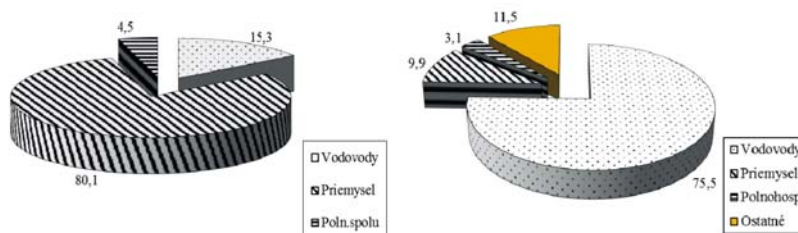
Najväčšie odbery povrchových vôd boli v roku 2013 v povodí rieky Bodrog (2,667 m³.s⁻¹), Váh (2,580 m³.s⁻¹), Hron (1,798 m³.s⁻¹) a Dunaj (1,798 m³.s⁻¹). Najväčšie odbery podzemných vôd boli



Obr. 1 Užívanie vody v SR v roku 2013 v m³.s⁻¹



Obr. 2 Užívanie vody v čiastkových povodiach SR v roku 2013



Obr. 3 Odbery povrchovej a podzemnej vody podľa užívateľských skupín v SR v roku 2013

v povodí rieky Váh (5,189 m³.s⁻¹), Dunaj (1,984 m³.s⁻¹), Hron (0,725 m³.s⁻¹) a Nitra (0,659 m³.s⁻¹). Najväčšie vypúšťanie do povrchových vôd bolo v povodiach rieky Váh (8,525 m³.s⁻¹), Hron (3,003 m³.s⁻¹), Hornád (2,723 m³.s⁻¹) a Nitra (1,837 m³.s⁻¹).

Vo vodohospodárskej bilancii množstva povrchových vôd za rok 2013 bolo spracovaných 1 209 položiek užívateľov SR k 137 bilančným profilom, z toho počet odberateľov povrchových vôd bol 285 a počet vypúšťaní do povrchových vôd bol 924 (mapa č. 1).

V roku 2013 v zmysle vyhlášky č. 418/2010 Z. z. bolo evidovaných 5 427

využívaných zdrojov podzemných vôd, z toho bolo 138 nových zdrojov.

Najvýznamnejšími odberateľmi povrchovej vody v roku 2013 boli Elektrárňe Vojany (1,872 m³.s⁻¹) na Laborci, ktorý reprezentuje 70,2 % z celého množstva realizovaných odberov v povodí Bodrogu, Slovnaft, a. s. Bratislava na Dunaji, ktorý odoberal 0,950 m³.s⁻¹, čo reprezentuje 97,9 % z celého množstva realizovaných odberov v povodí Dunaja a U.S.STEEL Košice, s. r. o. (0,789 m³.s⁻¹) na Hornáde, ktorý tvorí 84,4 % z celého množstva realizovaných odberov v povodí Hornádu.

Najvýznamnejšími vypúšťaniami v roku 2013 boli SE, a. s. Elektráreň Vojany ($1,856 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) na Laborci, ktorý reprezentuje 61,0 % z celého množstva realizovaných vypúšťaní v povodí Bodrogu, Slovnaft, a. s. Bratislava s hodnotou $1,348 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a BVS – ČOV Vrakuňa ($1,327 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), predstavujúce spolu 75,4 % všetkých zrealizovaných vypúšťaní v povodí Malého Dunaja.

Najvýznamnejšie odbery podzemnej vody (mapa č. 2) boli dokumentované zo zdrojov na lokalitách Vlčie hrdlo (Slovnaft), Ostrovné Lúčky, Gabčíkovo, Karlova ves – Sihot', Jelka, Petržalka – Pečniansky les, Šamorín. Medzi najvýznamnejšie pramene z hľadiska využívania patria pramene v Necpalochoch – Lazce, Jergaloch, Harmanci, Dolných Motešiciach, Slatinke nad Bebravou, Turni nad Bodvou, Vitanovej, Vyšnom Slavkove. Najvýznamnejšími odberateľmi v roku 2013 boli: Skupinový vodovod (SV) Bratislava (1,457

čená. Aj napriek tomuto priaznivému stavu však v niektorých oblastiach a lokalitách naďalej najmä v suchých obdobiach pretrváva deficit zdrojov pitnej vody v dôsledku nerovnomerného kvantitatívneho rozloženia vodných zdrojov v Slovenskej republike. Z hľadiska vodohospodárskeho využitia výrazne kolíše pomer využiteľných množstiev a odberov v jednotlivých hydrogeologických útvaroch, pričom najnižšiu hodnotu využitia vykazujú neogénne rajóny a najvyššiu kvartérne a mezozoické rajóny.

Vodohospodárska bilancia kvality povrchových vôd spracúva údaje z výsledkov hodnotenia kvality povrchových vôd a z údajov o vypúšťaní odpadových vôd oznámených prevádzkovateľmi. Súčasťou oznamovacej povinnosti sú údaje o vypúšťaní odpadových vôd do povrchových vôd, ktoré obsahujú mesačné množstvá vypúšťaných odpadových vôd ako aj výsledky

jadreného v kg, resp. tonách za rok).

Prehľad celkového množstva znečisťujúcich látok vo vybraných ukazovateľoch (BSK_5 , ChSK_{Cr} , N_{celk} a P_{celk}), vypúšťaných do vodných tokov podľa jednotlivých čiastkových povodí v roku 2013 je uvedený v tabuľke 2.

Osobitnú pozornosť je potrebné venovať najmä znečisťujúcim látkam patriacim do zoznamu prioritných látok a ďalších znečisťujúcich látok, ktoré sú uvedené v prílohe č. 1 vodného zákona. Uvedené znečisťujúce látky môžu spôsobiť ohrozenie vodného prostredia s dôsledkami, ako sú akútna a chronická toxicita vodných organizmov, ako aj ohrozenie ľudského zdravia. Prevádzkovatelia v SR sú povinní vypúšťať každú znečisťujúcu látku v odpadovej vode v zmysle požiadaviek určených v povoleniach (IPKZ povolenia, vodoprávne povolenia).

V roku 2013 bolo nahlásených spolu 212 bodových zdrojov, ktorých vy-



Mapa č. 1
Profily
vodohospodárskej
bilancie množstva
povrchových vôd
za rok 2013

$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), Slovnaft, a. s. Bratislava ($0,908 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), Dialkovod Gabčíkovo ($0,475 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), Dialkovod Jelka ($0,376 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) a Pohronský SV ($0,365 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Prehľad využívania zdrojov podzemných vôd v hydrogeologických rajónoch dokumentuje mapa č. 3 „Využívanie podzemných vôd v hydrogeologických rajónoch SR v roku 2013“.

Celkové odbery podzemných vôd v roku 2013 predstavujú len 13,2 % z celkového dokumentovaného množstva využiteľných množstiev podzemných vôd Slovenska ($78\,886,74 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), preto môžeme konštatovať, že predpokladaná potreba vody je zabezpe-

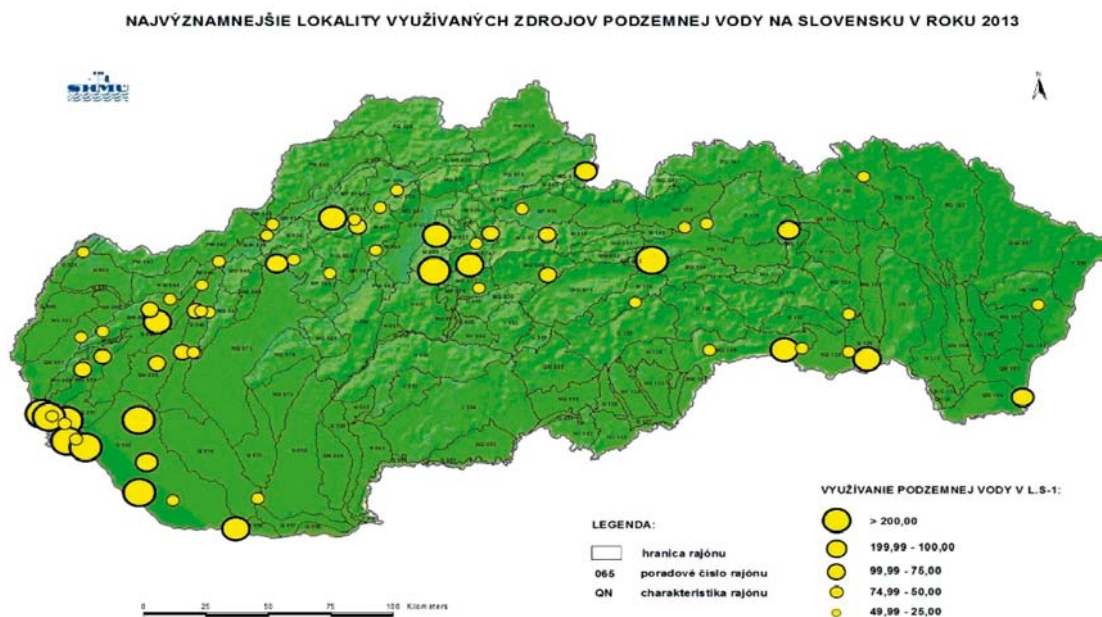
analýz produkovaného a vypúšťaného znečistenia.

Ročná bilancia množstva vypúšťaného znečistenia z bodových zdrojov do povrchových vôd je vyjadrená jednotlivými ukazovateľmi kvality a spracovaná v zmysle platnej metodiky. Ak je početnosť meraní znečisťujúcej látky minimálne 1x mesačne, vypočíta sa ročné bilančné znečistenie ako súčet mesačných bilancií. Ak je meraní menej, stanoví sa priemerná ročná hodnota koncentrácie pre vybraný ukazovateľ, ktorá sa vynásobí ročným množstvom vypúšťanej odpadovej vody z konkrétneho bodového zdroja (vy-

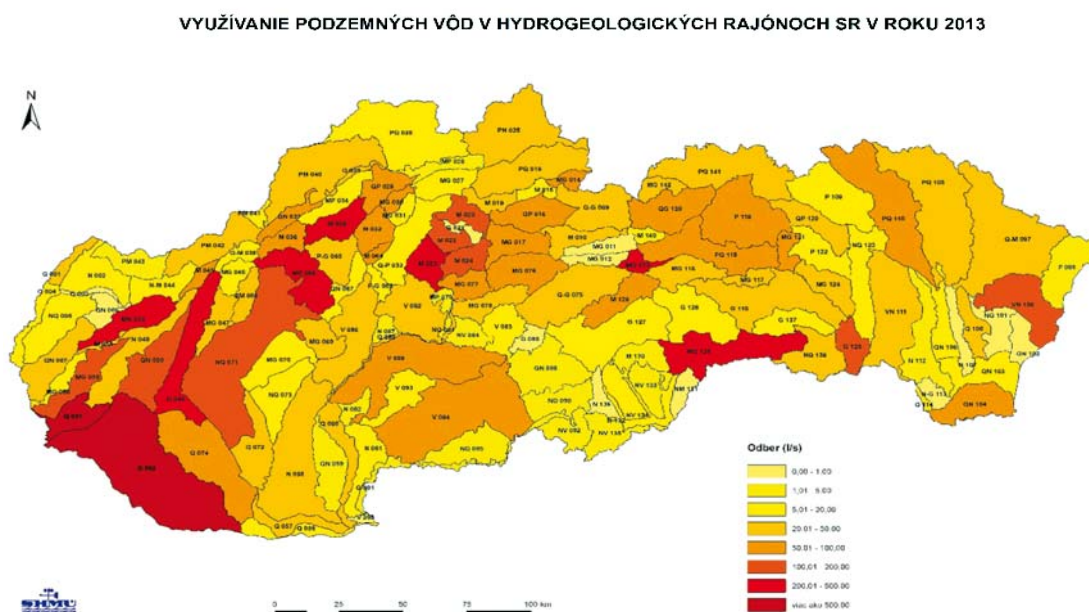
púšťané odpadové vody obsahovali prioritné látky. Zoznam prioritných látok vypúšťaných do povrchových vôd v Slovenskej republike v roku 2013 v členení na čiastkové povodia a počty bodových zdrojov s jednotlivými prioritnými látkami sú uvedené v tabuľke č. 3. Najčastejšie oznamovanou prioritnou látkou bol nikel.

Z ďalších znečisťujúcich látok vo vypúšťaných odpadových vodách v roku 2013 boli nahlásené najmä: arzén, chróm celkový, kyanidy celkové, meď a zinok.

V roku 2013 bolo identifikovaných 165 významných bodových zdrojov



Mapa č. 2 Najvýznamnejšie lokality využívaných zdrojov podzemnej vody na Slovensku v roku 2013



Mapa č. 3 Využívanie podzemných vôd v hydrogeologických rajónoch SR v roku 2013

vypúšťania, z toho bolo 10 komunálnych zdrojov (mapa č. 4).

ZÁVER

V roku 2013 pokračoval klesajúci trend v množstve odberov podzemnej vody a povrchovej vody, ktorý zaznamenávame od roku 1991, najmä v dôsledku zmien v hospodárstve a ekonomických opatrení súvisiacich s reguláciou ceny vody. Pri vypúšťaných odpadových vodách je zaznamenávaný pokles v bilančnom množstve vypúšťaných znečisťujúcich látok, čo sa ale jed-

noznančne neprejavuje vo vypúšťanom množstve odpadových vôd.

V súvislosti s novelou zákona o vodách č. 409/2014 Z. z. sa v porovnaní s predchádzajúcim obdobím rozširuje oznamovacia povinnosť prevádzkovateľov vôd definovaná v § 6 ods. 5 (odbery vôd) a v ods. 6 (vypúšťanie vôd).

V zmysle nového znenia vodného zákona, ods. 5, každý, kto odobrá povrchovú alebo podzemnú vodu na podnikateľské účely je povinný oznamovať údaje raz ročne poverenej osobe, ktorá ich poskytne správ-

covi vodohospodársky významných tokov.

V zmysle nového znenia vodného zákona, ods. 6, každý, kto pri podnikateľskej činnosti produkuje a vypúšťa odpadové vody, alebo osobitné vody alebo geotermálne vody do povrchových alebo podzemných vôd je povinný oznamovať údaje o týchto vypúšťaných vodách raz ročne poverenej osobe, ktorá ich poskytne správcovi vodohospodársky významných tokov.

Limity oznamovania množstva odoberaných vôd (nad 15 000 m³/rok

Tab. 2 Zataženie z bilancovaných zdrojov vypúšťaných do povrchových vôd v roku 2013

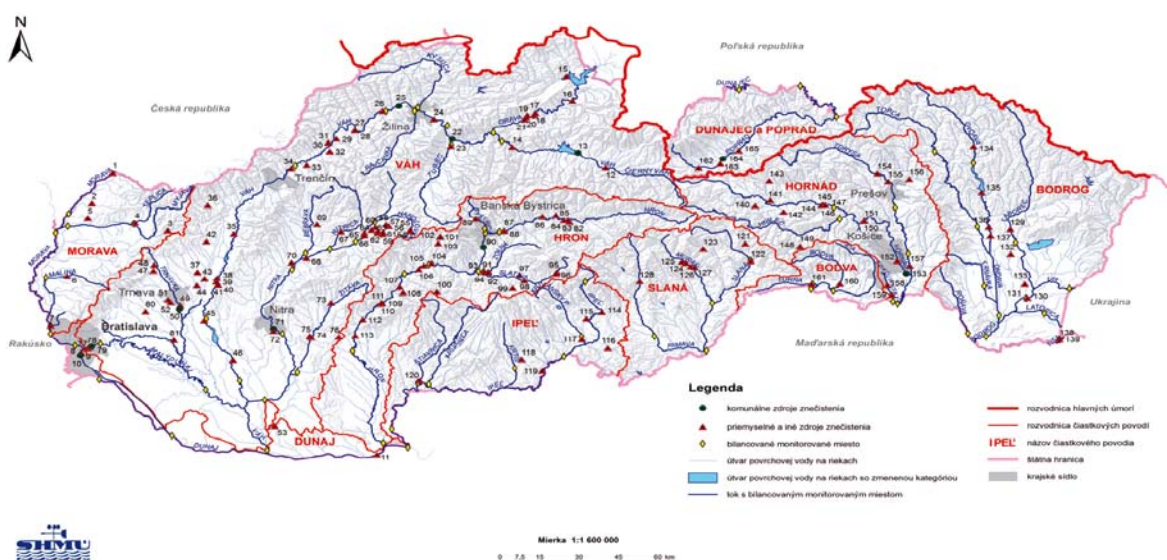
Čiastkové povodie	BSK _c	ChSK _c	Ncelk	Pcelk
	[t.r ⁻¹]			
Dunaj	568,973	1 755,616	493,030	24,386
Morava	69,154	445,434	156,510	7,262
Váh	2 162,766	11 477,089	2 690,769	183,356
Hron	430,946	2 228,756	548,014	59,821
Ipeľ	135,401	457,010	78,178	6,722
Slaná	53,079	208,680	77,969	4,913
Bodrog	406,208	2 178,276	218,123	17,350
Hornád	345,847	1 357,121	671,073	31,501
Bodva	10,827	34,583	0,004	0,000
Dunajec a Poprad	142,554	394,639	169,469	16,396
SR spolu	4 325,755	20 537,204	5 103,139	351,707

alebo 1 250 m³/mesiac) a limity množstva vypúšťaných vôd (nad 10 000 m³/rok alebo 1 000 m³/mesiac) sú určené len pre fyzické osoby (pre domácnosti).

Tento zákon vstúpil do platnosti 15. januára 2015, niektorí prevádzkovatelia podali oznámenia za rok 2014 už v zmysle požiadavky uvedenej novely zákona. O koľko stúpnu počty oznámení a aký vplyv budú mať na vodohospodársku bilanciu množstva a kvality vôd, by sa malo odzrkadliť po spracovaní oznámení za rok 2015.

Tab. 3 Zoznam prioritných látok vypúšťaných do povrchových vôd Slovenska v roku 2013

Čiastkové povodie	Prioritná látka /Počet oznámení v roku 2013
Dunaj	benzén/1, benzo(a)pyrén/1, bis(2-etylhexyl)-ftalát/1, kadmium/2, olovo/1, ortuť/2, trichlóretán/1, PAU/2
Morava	antracén/1, benzén/2, benzo(b)fluorantén/1, benzo(k)fluorantén/1, bis(2-etylhexyl)-ftalát/1, fluorantén/1, naftalén/2, nikel/3, nonylfenoly/1, olovo/1, trichlóretán/1, PAU/1
Váh	antracén/4, benzén/4, benzo(a)pyrén/3, benzo(b)fluorantén/3, benzo(k)fluorantén/3, benzo(g,h,i)perylén/2, bis(2-etylhexyl)-ftalát/3, 1,2-dichlóretán/1, fluorantén/3, ideno(1,2,3-c,d)pyrén/2, kadmium/5, naftalén/5, nikel/17, nonylfenoly/2, olovo/8, ortuť/6, tetrachlóretylén/5, 1,2,4-trichlórbenzén/1, trichlóretylén/5, trichlóretán/5, PAU/5
Hron	antracén/1, benzo(a)pyrén/1, benzo(b)fluorantén/1, benzo(k)fluorantén/1, benzo(g,h,i)perylén/1, fluorantén/1, ideno(1,2,3-c,d)pyrén/1, kadmium/10, naftalén/1, nikel/9, olovo/9, ortuť/8, pentachlórfenol/2, PAU/8
Ipeľ	kadmium/2, nikel/3, olovo/3, ortuť/2, PAU/1
Slaná	kadmium/1, nikel/1, olovo/1, ortuť/1
Bodrog	kadmium/2, nikel/1, olovo/1, ortuť/2, PAU/4
Hornád	antracén/1, benzén/1, benzo(a)pyrén/1, benzo(b)fluorantén/1, benzo(g,h,i)perylén/1, bis(2-etylhexyl)-ftalát/1, fluorantén/1, ideno(1,2,3-c,d)pyrén/1, kadmium/5, naftalén/1, nikel/5, olovo/4, ortuť/6, 4-terc-oktylfenol/1, tetrachlóretylén/1, trichlóretylén/1, PAU/3
Bodva	kadmium/1, ortuť/1, PAU/1
Dunajec a Poprad	nikel/1

Významné zdroje znečistenia (komunálne, priemyselné a iné zdroje znečistenia) za rok 2013**Mapa č. 4 Významné zdroje znečistenia z roku 2013****LITERATÚRA**

Lovášová, L., Gápelová, V., Podolinská, J., Lupták L., Melová, K., Škoda, P., Liová S., Síčová B., Staňová, J.: Vodohospodárska bilancia množstva povrchových vôd za rok 2013. SHMÚ Bratislava, 2014.

Döményová, J., Ďurkovičová, D., Škórňová J., Svetoňová, M.: Vodohospodárska bilancia kvality povrchových vôd SR v roku 2013. SHMÚ Bratislava, 2014.

Čaučík, P., Bodác, B., Kurejová Stojkovová M., Lehotová, D., Leitmann Š., Mada I.,

Molnár L., Možešiková, K., Sopková, M.: Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2013. SHMÚ Bratislava, 2014.

Využitie metódy regionálnej snežnej čiary pri hodnotení snehových pomerov hlavných povodí Slovenska za obdobie 2001 - 2014

Pavel Krajčí¹, Ladislav Holko², Juraj Parajka³

¹Ústav hydrológie SAV, Bratislava

²Ústav hydrológie SAV, Experimentálna hydrologická základňa, Liptovský Mikuláš

³Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management Vienna University of Technology

ÚVOD

Ročný chod prietoku je v mnohých regiónoch sveta výrazne ovplyvňovaný topením snehu (DeWalle a Rango, 2008). Vplyv snehu sa neprejavuje iba v horských oblastiach alebo vo vysokých zemepisných šírkach. Napríklad rieky Colorado v severnej Amerike alebo Dunaj v strednej Európe majú snehový režim odtoku aj na svojich dolných tokoch ďaleko od horských oblastí kde pramenia (e.g. DeWalle a Rango 2008, Holko et al. 2011). Poznanie rozloženia snehovej pokrývky pred a počas hlavnej fázy topenia je dôležité aj z hľadiska výroby elektrickej energie či predpovede povodní z topiaceho sa snehu. Podrobné terénne merania v horských oblastiach sú časovo a materiálne veľmi náročné a nemožno nimi obsiahnuť väčšie územia. Satelitné snímky sú preto veľmi užitočným zdrojom informácií. Snímky MODIS boli v minulosti často vyžívané pri modelovaní topenia snehu (Tekeli et al. 2005; Li and Wiliams, 2008; Georgievsky, 2009; Day, 2013; Ma et al. 2013), kalibrácii distribuovaných snehových modelov (Parajka and Blöschl 2008a; Franz and Karsten, 2013; He et al., 2014) alebo pri klimatologickom výskume časovej a priestorovej variability snehovej pokrývky (Liang et al. 2008; Foppa and Seiz 2012; Gascoin et al., 2015). Snímky MODIS sú voľne dostupné a poskytujú informácie o pokrytí územia snehom od februára 2001. Každý deň sú k dispozícii dve snímky. Výrazným limitom použitia je oblačnosť. Najdôležitejšou informáciou získanou spracovaním snehových produktov MODIS je veľkosť plochy pokrytej snehom. Z hydrologického hľadiska je najzaujímavejšie jarné obdobie,

kedy plocha pokrytia klesá. Rýchlosť poklesu alebo časové zmeny pokrytia územia snehom poskytujú aj informáciu o charaktere danej zimy.

Snímky MODIS, doteraz neboli použité pri analýze snehových pomerov celého Slovenska. Prostredníctvom tejto práce by sme chceli tento priestor zaplniť. Cieľom tejto práce je vyhodnotiť medziročnú variabilitu charakteristík snehovej pokrývky pre hlavné povodia Slovenska získaných na základe metódy regionálnej snežnej čiary v hlavných. Snežnú čiaru chápeme ako hranicu medzi územím pokrytým snehom a územím bez snehovej pokrývky (Fierz et al. 2009).

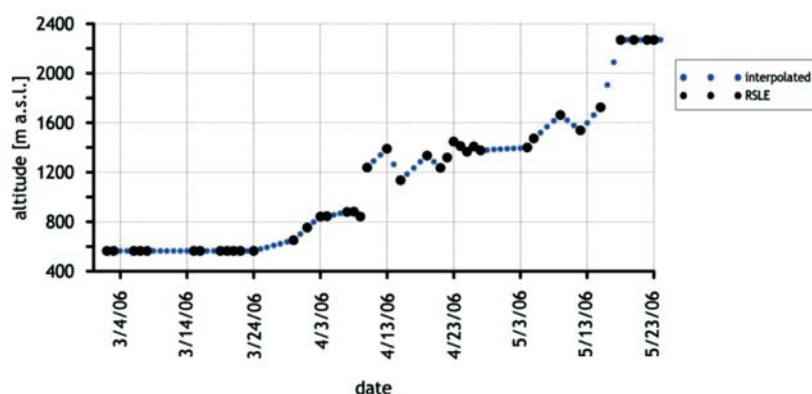
MATERIÁL A METÓDY

Použitie metódy regionálnej snežnej čiary pozostáva z viacerých krokov. Pre každý deň sú dostupné dve snímky MODIS zo satelitov Terra a Aqua. Prvým krokom je kombinácia týchto snímkov metódou použitou Parajkom et al. (2008b). Potom nasleduje pou-

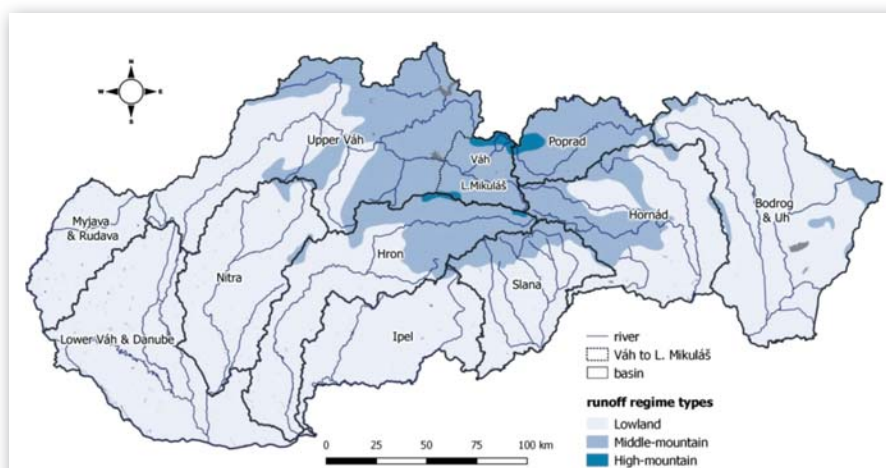
žitie samotného algoritmu určovania snežnej čiary. Tento algoritmus je založený na interatívnom hľadaní nadmorskej výšky, ktorá najlepšie rozdelí dané územie na územie pokryté snehom a bez snehu. Cieľom je nájsť takú nadmorskú výšku, pod ktorou je čo najmenej pixlov pokrytých snehom a zároveň nad ktorou je čo najmenej pixlov bez snehu. Podrobnejšie je metóda popísaná v Krajčí et al. (2014a). Po určení nadmorskej výšky snežnej čiary nasleduje určenie plochy pokrytia územia snehom. Táto plocha sa vypočíta tak, že sa celé územie nad snežnou čiarou považuje za pokryté snehom a celé územie pod ňou bez snehu. Plocha pokrytia sa potom dá do pomeru s celkovou plochou povodia a vyjadrí percentuálne:

$$SCA = \frac{plocha_{SL}}{plocha_T} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

kde $plocha_{SL}$ reprezentuje územie nad snežnou čiarou a $plocha_{SL}$ reprezentuje celkovú plochu povodia.



Obr. 1 Určovanie snežnej čiary pre Váh po Liptovský Mikuláš na jar 2006. Čierne body sú hodnoty vypočítané metódou snežnej čiary, modré sú interpolované hodnoty. Snežná čiara je interpolovaná v dňoch s oblačnosťou nad 70 %.



Obr. 2 Hlavné povodia slovenských riek a typy režimu odtoku podľa Šimo a Zaťko (2002). Prerušované čiara označuje povodie Váhu po L. Mikuláš, kde bola metóda regionálnej snežnej čiary testovaná (viac detailov v Krajčí et al., 2014)

Kedže je na území Slovenska oblačnosť počas zimného obdobia výrazným limitom, využili sme možnosť lineárne interpolovať výšku snežnej čiary aj pre dni keď bola hodnota oblačnosti príliš vysoká (nad 70 %, táto hraničná hodnota bola učená na základe analýzy v Krajčí et al. (2014a, 2014b)) na určenie snežnej čiary. Tento postup je

SKÚMANÉ ÚZEMIE A ÚDAJE

Analýzy boli vykonané pre tieto povodia: dolný Váh/Dunaj, Myjava/Rudava, Nitra, Bodrog /Uh, Ipeľ, Slaná, Hornád, Hron, horný Váh a Poprad. Niektoré časti týchto povodí ležia mimo územia Slovenska (napríklad časti povodia Váhu v Poľsku alebo Uhu na Ukrajine). Analýza v tejto práci sa venuje iba

Tab. 1 Nadmorská výška a plocha hlavných slovenských povodí; nadmorská výška je odvodená z digitálneho výškového modelu s rozlíšením 500 m.

Povodia	Plocha	Minimálna nadm. výška	Maximálna nadm. výška	Priemerná nadm. výška
dolný Váh/Dunaj	5985	102	699	154
Myjava/Rudava	2264	136	693	244
Bodrog/Uh	7269	74	1118	311
Nitra	4490	108	1288	312
Ipeľ	3650	105	1084	349
Slaná	3208	150	1448	458
Hornád	5325	159	1846	537
Hron	5463	105	1928	550
horný Váh	9421	160	2270	704
Poprad	1966	398	2429	852

na príklade povodia Váhu po Liptovský Mikuláš zobrazený na obr. 1. Umožnilo nám to získať hodnotu výšky snežnej čiary aj plochy pokrytia snehom pre každý deň. Vďaka tomu sme mohli vypočítať provnateľné priemery pre jednotlivé skúmané časové intervaly.

Medziročná variabilita je charakterizovaná pomocou percentilov (25 %, 50 %, 75 %), ktoré indikujú typické podmienky rozptylu okolo mediánu (rozdiel medzi 75-tým 25-tým percentilom). Čiary poklesu pokrytia územia snehom boli charakteristikou použitou na opis priebehu topenia snehu v skúmaných povodiach Slovenska.

slovenským častiam týchto povodí. Okrem povodia dolného Váhu/Dunaja sú ostatné povodia väčšinou rozdelené podľa rozvodníc. Celé povodie Váhu by bolo pre analýzu priveľké a naopak povodie Dunaja, teda povodia jeho malých prítokov na Slovensku by bolo príliš malé. Preto sme spojili dolný Váh a povodia malých prítokov Dunaja. Pri povodí Myjava/Rudava sme postupovali obdobne a pridali sme k nim aj povodia menších prítokov Moravy.

Obr. 2. znázorňuje polohu povodí a indikuje ich režim odtoku. Všetky povodia sú ovplyvňované topením snehu a reprezentujú tri typy režimy od-

toku (Šimo a Zaťko, 2002) – prechodne snehový vo vysokohorskom prostredí, snehovo-dažďový režim v stredohorskej oblasti a dažďovo-snehový v nížinách.

Tabuľka 1 sumarizuje charakteristiky povodí. Veľkosť povodí sa pohybuje od 1966 km² (Poprad) do 9421 km² (horný Váh), priemerná nadmorská výška sa pohybuje od 154 m a.s.l. (dolný Váh/Dunaj) do 851 m a.s.l. (Poprad).

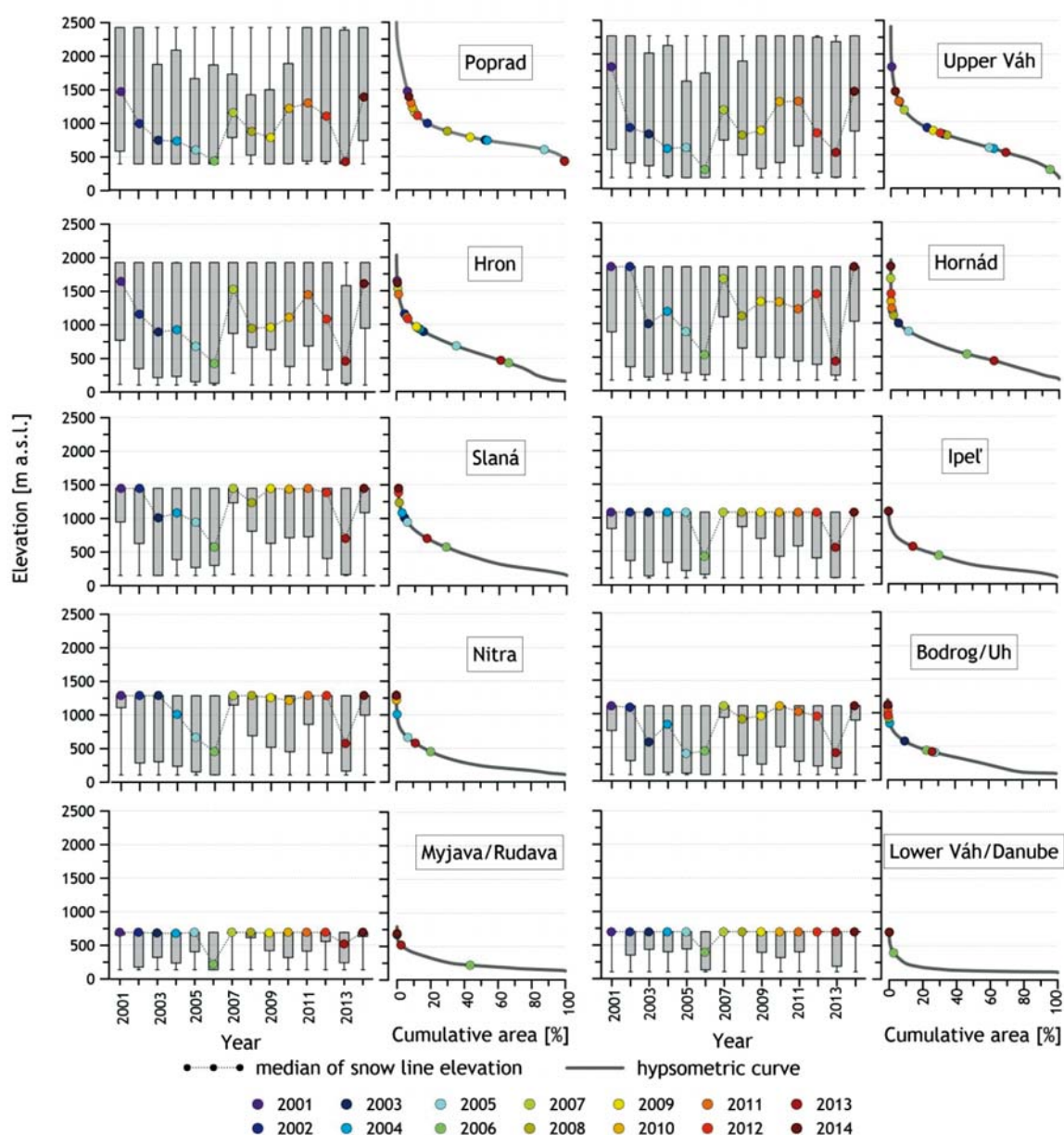
VÝSLEDKY A DISKUSIA

VÝŠKA SNEŽNEJ ČIARY (SL)

Medziročná variabilita výšky snežnej čiary je zobrazená na obr. 3 Grafy sú vytvorené z údajov pre mesiace november až máj. Snehovo bohaté zimy boli v rokoch 2005, 2006 a 2013 a snehovo chudobné boli v rokoch 2001, 2007, 2010, 2011.

Nadmorská výška a hypsometria povodia do veľkej miery ovplyvňujú jeho snehové pomery, preto sa v obr. 3 napravo od krabicových grafov nachádzajú hypsometrické čiary všetkých povodí. Na obrázku možno pozorovať výrazné rozdiely medzi povodiami.

Na základe variability výšky snežnej čiary možno na Slovensku identifikovať tri hlavné skupiny povodí. Prvou skupinou sú povodia s maximálnymi nadmorskými výškami nad 1 500 m n. m. a značnými plochami nad 1 000 m n. m. Sú to povodia Popradu, horného Váhu, Hrona a Hornádu. Medián výšky snežnej čiary (november až máj) sa v týchto povodiach nikdy nenachádza na úrovni maximálnej nadmorskej výšky povodia, s výnimkou Hornádu, kde je tomu tak iba pri snehovo najchudobnejších zimách. V týchto povodiach teda hrá snehová pokrývka významnú úlohu aj v snehovo chudobnejších zimách. To reflektuje aj režim odtoku s najväčšími prietokmi v apríli a máji (Šimo a Zaťko, 2002). Druhou skupinou sú povodia v maximálnymi nadmorskými výškami nad 1 000 m n. m. (Slaná, Ipeľ, Nitra a Bodrog/Uh). Zimný medián výšky snežnej čiary sa v slabších zimách pohybuje na úrovni maximálnej nadmorskej výšky povodia, čo znamená, že v polovici dní danej zimy v tomto povodí nie je žiadna snehová pokrývka. Režim odtoku v týchto povodiach má dažďovo-snehový charakter a maximum dosahuje v marci s výrazným podružným zvýšením vodnosti koncom jesene a začiatkom zimy. Tretiu skupinu tvoria povodia



Obr. 3 Medziročná variabilita nadmorskej výšky snežnej čiary v hlavných slovenských povodiach. Krabicový graf reprezentuje 10 %, 25 %, 50 %, 75 % a 90 % percentily SL. Pravá časť grafu reprezentuje hypsometrickú čiaru povodia

dia v nížinných oblastiach ktorých maximálna nadmorská výška sa pohybuje okolo 700 m n. m. Zahŕňa povodie dolného Váhu/Dunaja a Rudavy/Myjavy. V nich hrá snehová pokrývka najmenšiu úlohu. Režim odtoku Dunaja a dolného Váhu sú však ovplyvňované hlavne oblasťami na horných tokoch týchto riek.

POKRYTOSŤ ÚZEMIA SNEHOM (SCA)

Priemerné hodnoty SCA sú znázornené na obr. 4. Najvyššie hodnoty SCA boli takmer vo všetkých povodiach zaznamenané v roku 2006. V roku 2006 sa priemerné hodnoty pohybovali od viac ako 60 % v povodí Popradu po takmer 40 % v povodí dolný Váh/Dunaj. Naj-

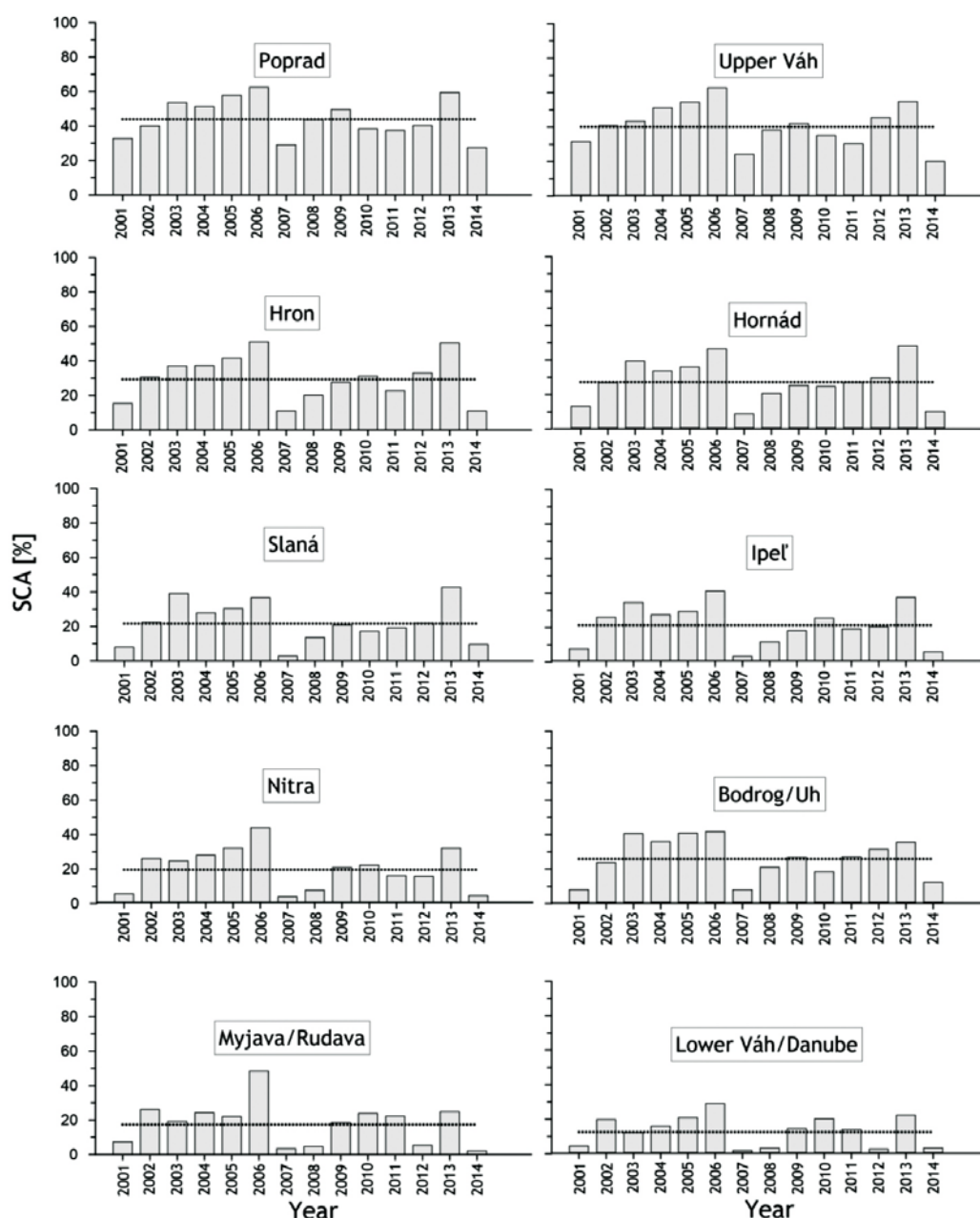
výraznejšia odchýlka od priemeru sa v zime 2006 vyskytla v povodí Myjava/Rudava, kde bola priemerná hodnota viac ako dvojnásobná oproti priemeru za celé skúmané obdobie. Dietz et al. (2012) označil v strednej Európe túto zimu ako výnimočne studenú s dlhým trvaním snehovej pokrývky. Topenie na začiatku apríla 2006 zapríčinilo povodne na Dunaji a Labe.

V snehovo slabých zimách, napr. 2007 alebo 2014 hodnota priemernej SCA klesne na 30 % v povodí Popradu, resp. na menej ako 5 % v nízko položených povodiach ako Ipeľ, Myjava/Rudava alebo dolný Váh/Dunaj. V celom skúmanom období nie je viditeľný žiadny výraznejší trend zmeny pokrytia

územia snehom. Nachádzajú sa tu však obdobia s viacerými po sebe idúcimi zimami s nadpriemernými hodnotami SCA alebo naopak s podpriemernými. Napríklad obdobie 2002 – 2006 sa vyznačuje nadpriemernými hodnotami SCA voči celkovému priemeru za celé skúmané obdobie (prerušovaná čiara v obr. 4). Obdobie 2007 – 2012 sa naopak vyznačovalo skôr podpriemernými hodnotami.

KRIVKY POKLESU POKRYTIA SNEHOM (SDC)

SDC vo väčšine zim nemajú jednoduchý príbeh a sú často prerušované krátkodobými nárastmi pokrytosti územia snehom. Topenie snehu má



Obr. 4 Medziročná variabilita zimnej (november – máj) priemernej pokrýtky snehom (SCA, %) v hlavných slovenských povodiach

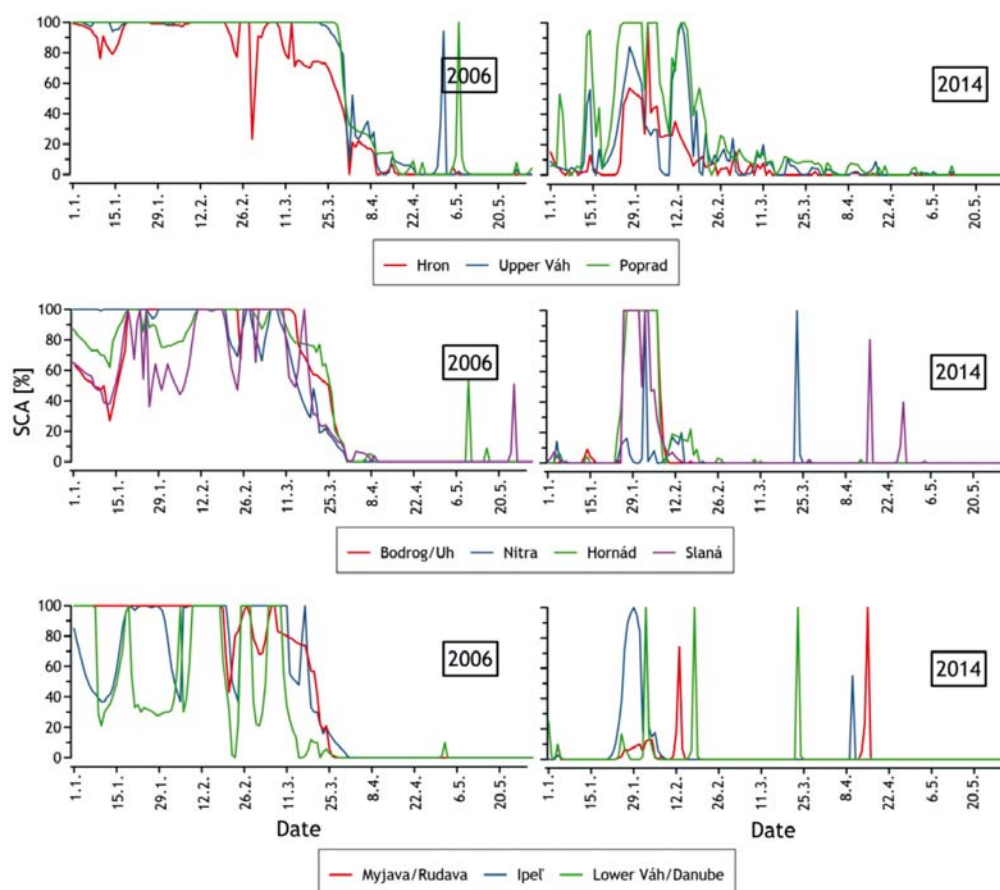
tendenciu začínať neskôr a trvať dlhšie vo vyššie položených povodiach. Variabilita SDC je oveľa vyššia medzi rokmi ako medzi povodiami. Obdobie topenia sa väčšinou začína vo februári alebo marci a trvá približne 8 dní v nížinách a 15 dní v horských povodiach. Obr. 5 zobrazuje príklady snehovo bohatej (2006) a snehovo chudobnej zimy (2014). V roku 2006 boli dve najvyššie povodia (Poprad a horný Váh) celé pokryté snehom až takmer do konca marca a potom nastalo jasne odlíšiteľné obdobie topenia snehu. Podobne to bolo aj v ostatných povodiach, aj keď topenie snehu v nich nastalo skôr. Zaujímavé je tiež, že v niektorých povodiach bol priebeh to-

penia dosť podobný, napr. v povodí Hrona a Bodrogu/Uhu. Rok 2014 bol z tohto hľadiska úplne iný a nie je možné jednoznačne vyčleniť obdobie akumulácie a topenia snehu. Nachádza sa tu len niekoľko krátkych epizód, kedy boli celé povodia pokryté snehom. Tieto obdobia boli krátke a výraznejšia snehová pokrývka sa tak nestihla akumulovať, preto aj sklon SDC bol veľký a topenie trvalo veľmi krátko.

ZÁVER

Táto práca analyzuje medziročnú variabilitu charakteristík snehovej pokrývky (výšku snežnej čiary, pokrytosť územia snehom a krivky poklesu pokrytia snehom) a venuje sa rozdielom

medzi jednotlivými hlavnými slovenskými povodiami. Nie je prekvapujúce, že vyššie položené povodia sú viac ovplyvňované snehovou pokrývkou, no nadmorská výška nie je jediným faktorom, ktorý sa prejavuje na rozložení snehu v rámci Slovenska. Viditeľné sú napríklad rozdiely medzi západnou a východnou polovicou Slovenska. Napríklad ak porovnáme povodia Nitry a Bodrogu, ktoré majú veľmi podobnú priemernú nadmorskú výšku, môžeme vidieť značné rozdiely (napr. v roku 2008 alebo 2012). Pravdepodobne je to spôsobené väčšou kontinentalitou vo východnej časti Slovenska. V tejto práci sme sa zamerali na hlavné povodia slovenských riek.



Obr. 5
Medziročná
variabilita zimnej
(november-
máj) priemernej
pokrytosti snehom
(SCA, %) v hlavných
slovenských
povodiach v snehovo
bohatšej zime 2006
a snehovo chudobnej
zime 2014

Tieto povodia sú ale príliš veľké na to, aby bolo možné odhaliť ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú rozmiestenie snehovej pokrývky (orografia, orientácia voči svetovým stranám či vegetácia). V budúcnosti plánujeme podobnú analýzu vykonať pre menšie povodia s tiež dať naše poznatky do súvisu s prietokmi. Naše výsledky nepreukázali v skúmanom období žiadny výrazný trend

zmien veľkosti pokrytia povodia snehom. Môže to byť spôsobené tým, že toto obdobie je príliš krátke na to aby sa nejaký výraznejší trend globálnej zmeny klímy prejavil. V tejto práci sme neanalyzovali variabilitu v rámci roka.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená grantom VEGA 2/0055/15 a grantom OeAD (Aus-

trian Agency for International Cooperation in Education and Research) Action Slovakia-Austria Ernst Mach (ICM-2014-09039). Chceli by sme tiež poďakovať za podporu projektov DK-plus W1219-N22 (Vienna Doctoral Programme on Water Resource Systems, Austrian FWF) a ERC 291152 (European Research Council Advanced Grant "Flood Change").

LITERATÚRA

- Day, A.C., 2013. Modeling Snowmelt Runoff Response to Climate Change in the Animas River Basin, Colorado. J. Geol. Geosci., 2, 110.
- DeWalle, D.R., Rango, A., 2008. Principles of snow hydrology. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- Dietz, A. J., Wohner, Ch., and Kuenzer, C., 2012. European Snow Cover Characteristics between 2000 and 2011 Derived from Improved Modis Daily Snow Cover Products. Remote Sensing, 4, 2432–54.
- Fierz, C., Armstrong, R.L., Durand, Y., Etchevers, P., Greene, E., McClung, D.M., Nishimura, K., Satyawali, P.K., Sokratov, S.A., 2009. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. IHP-VII Technical Documents in Hydrology N°83, IACS Contribution N°1, UNESCO-IHP, Paris.
- Foppa, N., and Seiz, G., 2012. Inter-Annual Variations of Snow Days over Switzerland from 2000–2010 Derived from MODIS Satellite Data. Cryosphere, 6, 331–42.
- Franz, K.J., Karsten, L.R., 2013. Calibration of a distributed snow model using MODIS snow covered area data, Journal of Hydrology, 494, 160–175.
- Gascoin, S., Hagolle, O., Huc, M., Jarlan, L., Dejoux, J.-F., Szczypta, C., Marti, R., and Sánchez, R. 2015.

- A snow cover climatology for the Pyrenees from MODIS snow products. Hydrology and Earth System Sciences, 19, 2337–2351.
- Georgievsky, M. V., 2009. Application of the Snowmelt Runoff Model in the Kuban River Basin Using MODIS Satellite Images. Environmental Research Letters. 4, 1–5.
- He, Z. H., Parajka, J., Tian, F. Q., and Blöschl, G., 2014. Estimating degree-day factors from MODIS snowmelt runoff modeling. Hydrology and Earth System Sciences., 18, 4773–4789.
- Holko, L., Gorbachova, L., Kostka, Z., 2011. Snow Hydrology in Central Europe. Geography Compass, 5/4, 200–218.
- Krajčí, P., Holko, L., Perdigo, R.A.P., Parajka, J., 2014a. Estimation of regional snowline elevation (RSLE) from MODIS images for seasonally snow covered mountain basins, Journal of Hydrology, 519, Part B, 1769 – 1778.
- Krajčí, P., Holko, L., Parajka, J., 2014b. priebeh snežnej čiary v povodí horného Váhu v zimách 2001–2013, Acta Hydrologica Slovaca, 15, 110 – 115.
- Li, X., and Williams, M.W., 2008. Snowmelt runoff modelling in an arid mountain watershed, Tarim Basin, China. Hydrol. Process., 22, 3931–3940.
- Liang, T.G., Huang, X.D., Wu, C.X., Liu, X.Y., Li, W.L., Z.G., Guo, Z.G., Ren, J.Z., 2008. An Application of MODIS Data to Snow Cover Monitoring in a

- Pastoral Area: A Case Study in Northern Xinjiang, China. Remote Sensing of Environment., 112, 1514–1526.
- Ma, Y., Huang, Y., Chen, X., Li, Y., and Bao, A., 2013. Modelling Snowmelt Runoff under Climate Change Scenarios in an Ungauged Mountainous Watershed, Northwest China. Mathematical Problems in Engineering., 9 pages.
- Parajka, J., Blöschl, G., 2008a. The value of MODIS snow cover data in validating and calibrating conceptual hydrologic models, Journal of Hydrology, 358, 3–4, 240–258.
- Parajka, J., and Blöschl, G., 2008b. Spatio-temporal combination of MODIS images – potential for snow cover mapping, Water Resour. Res., 44, W03406, doi:10.1029/2007WR006204, 2008.
- Parajka, J., Pepe, M., Rampini, A., Rossi, S., Blöschl, G., 2010. A regional snow line method for estimating snow cover from MODIS during cloud cover. Journal of Hydrology, 381, 203–212.
- Šimo, E., Zátka, M., 2002. Types of runoff regime 1 : 2 000 000. Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava : Ministerstvo životného prostredia SR.
- Tekeli, A. E., Akyürek, Z., Şorman, A. A., Şensoy, A., and Şorman, A. Ü., 2005. Using MODIS Snow Cover Maps in Modeling Snowmelt Runoff Process in the Eastern Part of Turkey. Remote Sensing of Environment, 97, 216–30.

Pozorované změny složek hydrologické bilance z hlediska využitelných vodních zdrojů

Ing. Radek Vlnas

Český hydrometeorologický ústav, Praha
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha

ÚVOD

Snaha pozorovat a vyhodnocovat složky hydrologické bilance stála již u zrodu pravidelných pozorování vodních stavů na našem území. V souvislosti se současnou diskusí o existenci, vývoji a dopadu klimatické změny na vodní zdroje nám tato úloha nabízí další perspektivu. Nabízí se totiž otázka, zda a jakým způsobem se složky hydrologické bilance vyvíjely v době pravidelného instrumentálního měření a zda jsou případné změny v souladu s odhady budoucího vývoje klimatu a jeho dopadů. K odpovědi na první část otázky jsme se pokusili přispět s využitím testování existence monotónního lineárního trendu v časových řadách některých vybraných bilančních veličin.

Důvodem použití relativně krátkých časových řad od počátku 70. nebo 80. let do současnosti je jejich příprava a využití v rámci různých pravidelných výkazů ČHMÚ, jakými jsou například každoroční zpráva Hydrologická bilance množství a jakosti vody ČR, stanovení přírodních zdrojů podzemních vod nebo režim podzemních vod v daném roce. Jakkoli se jedná o relativně krátké třiceti až čtyřicetileté řady, jejich výhodou je, že podobné zpracovávané období umožňuje jejich vzájemné porovnání.

Pro celé území ČR hodnotili změny bilančních veličin v poslední době Hanel aj. (2011) v rámci odhadu dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci, a to prostřednictvím rozdílu mezi průměry v období 1961 – 1980 a 1981 – 2005. Byl pozorován především nárůst teplot v ročním průměru o asi 0,6 – 1,2 °C. Růst teplot vede k růstu potenciální evapotranspirace o řádově 5 – 10 % na jaře a v létě. Růst potenciální evapotranspirace je na velké části území ČR kompenzován růstem srážek. V roční bilanci činí tento nárůst až 10 %. Z rozdílu srážek a potenciální evapotranspirace vyplývá zhoršení vodní bilance na jaře v Čechách a v létě na Moravě (především severní) a na podzim zlepšení vodní bilance na celém území ČR kromě Polabí, kde ke změně bilance nedochází.

Trendy v řadách sedmidenních klouzavých minim průtoků ve 144 vodoměrných stanicích v období 1961 – 2005 se zabývali Fiala aj. (2010). V letním období zjistili trend poklesu minim u 12 % stanic, které byly soustředěny v povodí horní a části střední Moravy a dále se vyskytovaly v několika povodích levostranných přítoků středního Labe. Pouze u jedné stanice byl zjištěn trend nárůstu letních minim. Naopak v minimech zimního období našli statisticky významný pozitivní trend u 14 % stanic. Jednalo se o stanice v horských oblastech. Nárůst zimních minimálních průtoků autoři připisují teplejším zimám s větším podílem kapalných srážek.

Hodnocením trendů vydatností pramenů v období 1971 – 2007, sledovaných jako součást pozorovací sítě ČHMÚ, se zabývali Ledvinka a Lamačová (2015). Jejich hodnocení je zaměřeno spíše na existenci plošně platného trendu v rámci členění ČR na hydrogeologické rajony než na jednotlivé prameny. Výsledky ukázaly, že v ročních řadách vydatností pramenů je ve 12 z 18 rajonů přítomen negativní trend, tedy pokles vydatností, avšak je-li při stanovení Mann-Kendallovy statistiky zahrnut také vliv křížové korelace mezi prameny, jak doporučují autoři, klesá vydatnost pouze ve 4 rajonech. Tyto rajony se nacházejí ve středních Čechách a na jižní a severní Moravě.

DATA

V této studii byly zpracovány následující tři typy dat: (a) bilanční veličiny z výkazů Hydrologické bilance množství a jakosti vody ČR, kterou podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb. každoročně zpracovává ČHMÚ (2015a). Jedná se o tyto veličiny: srážkové úhrny, zásoba vody ve sněhu, teplota a relativní vlhkost vzduchu, potenciální a aktuální evapotranspirace, pozorované a přirozené průtoky. Veličiny jsou evidovány v měsíčních průměrech, popř. úhrnech. Termínem přirozené průtoky se rozumí průtoky očištěné od vlivu odběrů, vypouštění a manipulací na nádržích. Vzhledem k návaznosti na přirozené průtoky, jejichž evidence je vedena od roku 1979, zahrnují všechny uvedené veličiny období 1980 – 2013. Existence trendu byla šetřena v jednotlivých bilančních povodích (74 povodí) a v bilančních oblastech (10 oblastí) zvlášť pro jednotlivé měsíce roku a pro roční agregace veličin.

Další skupinu dat představují (b) data ze zpracování přírodních zdrojů podzemních vod ČR. Jedná se o řady denních pozorovaných průtoků a základního odtoku ve 161 vodoměrných stanicích v období 1971 – 2013. Základní odtok byl separován metodou podle Eckhardta (2005) s roční korekcí parametru BFI_{max}, který při takové separaci není pro celé období konstantní, ale je odvozen pro každý rok zvlášť metodou klouzavých minim. Tento způsob separace lépe charakterizuje přirozenou víceletou variabilitu odtoku a změn zásob podzemní vody. Přítomnost trendu byla zjišťována v řadách průměrných a minimálních měsíčních a ročních hodnot obou veličin. Pro odstranění vlivu extrémně nízkých hodnot při zpracování minim byly řady před měsíční a roční agregací vyhlazeny pomocí sedmidenních klouzavých průměrů.

Poslední skupinu dat představují (c) údaje o sledování podzemních vod. Jedná se o vydatnosti 114 pramenů

a stavy hladin vody v 154 mēlkých vrtech hlásné sítě ČHMÚ (2015b) převážně z let 1971 – 2013 většinou v týdenním, v případě vrtů v posledních letech i v denním kroku. Hluboké vrty nebyly zpracovány vzhledem k jejich krátkému pozorování a víceleté cyklicitě. Všechny řady splňují požadavek minimální délky s počátkem pozorování nejpozději od roku 1981, naprostá většina objektů pokrývá celé období od roku 1971. Za účelem jednotného hodnocení trendu byla i v těchto datech přítomnost trendu zjišťována pro jednotlivé měsíce roku a pro roky a stejně jako u předešlé datové sady opět v oblasti průměrných a minimálních hodnot. Pro umožnění porovnání byla velikost trendu těchto veličin vyjádřena jako změna standardní odchylky (s).

METODA

Existence a velikost trendu byla šetřena pomocí neparametrického Mann-Kendalova testu a Senova odhadu směrnice trendu v prostředí R (R Core Team, 2014). Mann-Kendallův test je často používán pro analýzu trendu v datových sadách environmentálních systémů (Kendall, 1975; Libiseller a Grimvall, 2002). Jedná se o test neparametrický, který nepředpokládá normalitu dat a není citlivý vůči odlehlým hodnotám a nelineárním trendům nízkého stupně. Test lze použít v případech, kdy je v datových sadách předpokládána spojitá monotónní rostoucí nebo klesající funkce času a rezidua rozložení s nulovou střední hodnotou. Jinými slovy za předpokladu, že rozptyl rozložení je v čase konstantní.

Nulová hypotéza testu H_0 je, že pozorovaná data $\{X_i, i = 1, 2, \dots, n\}$ jsou nezávislá a se shodným rozdělením. Alternativní hypotéza H_1 je, že ve výběru dat je přítomen monotónní trend. Statistika S Mann-Kendalova testu je definována jako:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i) \quad (1)$$

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} 1 & \text{když } \theta > 0 \\ 0 & \text{když } \theta = 0 \\ -1 & \text{když } \theta < 0 \end{cases} \quad (2)$$

kde

Mann (1945) a Kendall (1975) ukázali, že pro $n \geq 8$ je statistika S přibližně normálně rozdělená se střední hodnotou:

$$E(S) = 0 \quad (3)$$

a rozptylem:

$$V(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{m=1}^n t_m m(m-1)(2m+5)}{18} \quad (4)$$

kde t_m je počet skupin (dvojic, trojic, atd.) shodných hodnot v rozsahu m , přičemž $m = 2$ pro dvojice shodných hodnot, $m = 3$ pro trojice atd. Standardizovaná testová statistika Z je potom:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}} & \text{když } S > 0 \\ 0 & \text{když } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}} & \text{když } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Testová statistika Z má standardní normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a rozptylem rovným jedné.

Von Storch (1995) ukázal, že přítomnost autokorelace v časové řadě zvyšuje pravděpodobnost, že Mann-Kendallův test detekuje statisticky významný trend, tzn. že autokorelace zvyšuje pravděpodobnost chyby 1. řádu.

Pro zpracování časových řad byla proto použita varianta testu s korekcí autokorelace 1. řádu (Yue a Pilon, 2002). V této metodě je nejprve spočtena směrnice trendu podle Sena (1968). Je-li směrnice nenulová a statisticky významná, je z časové řady odstraněn trend daný touto směrnicí a v takto upravené řadě posouzena přítomnost autokorelace 1. řádu. Výsledná rezidua by měla být nezávislá. Je-li autokorelační koeficient statisticky významný, je směrnice trendu původní řady uplatněna na rezidua autokorelace a na této řadě je posouzena významnost trendu pomocí Mann-Kendalova testu. Výsledná směrnice trendu b je opět počítána podle Sena (1968), tedy jako medián směrnic všech párů dat podle rovnice:

$$b = \text{med} \left(\frac{X_j - X_i}{j - i} \right), \quad \forall i < j \quad (6)$$

Statistická významnost trendu byla testována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Do hodnocení byly zahrnuty pouze statisticky významné trendy. Výsledný trend sledovaných veličin je uváděn jako průměrná změna za desetileté období.

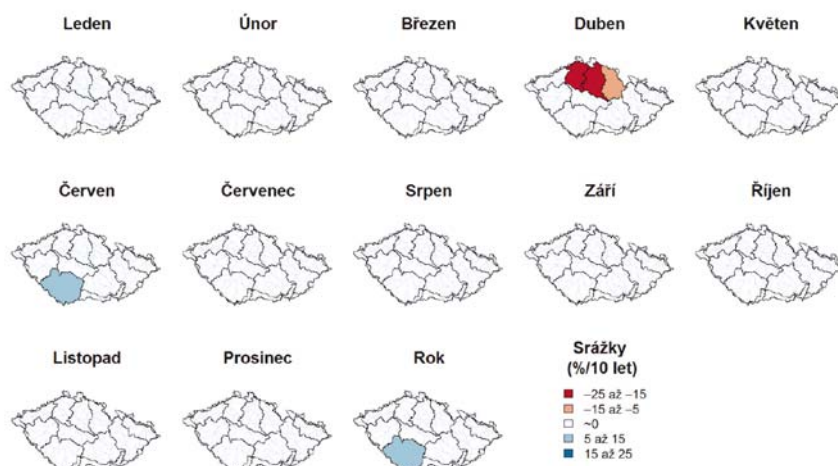
VÝSLEDKY

BILANČNÍ VELIČINY – PRŮMĚRY

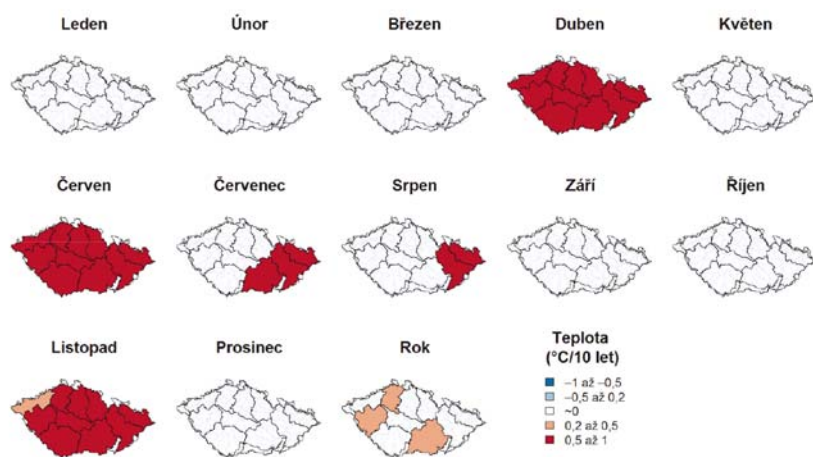
Mapy bilančních veličin jsou pro přehlednost uváděny převážně pouze pro deset bilančních oblastí (BO) a vývoj 74 bilančních povodí, který se v podstatě shoduje s bilančními oblastmi, je až na výjimku v případě odtoku zmíněn pouze v textu, je-li to vhodné pro porozumění souvislostem. Při posuzování map je třeba přihlídnout ke skutečnosti, že četnost extrémních hodnot je dána volbou intervalů barevné škály. Objektivní měřítko toho, co představuje velký pokles nebo velký vzestup, neexistuje.

V rámci změn sezonality srážek (obr. 1) byl v dubnu zjištěn trend jejich poklesu ve třech BO v severních a východních Čechách o průměrně 15 – 19 %, a naopak jejich nárůst v BO horní Vltava o 13 % v červnu. V ročních řadách srážek byl zjištěn nárůst ročních úhrnů v BO horní Vltava o 5 %.

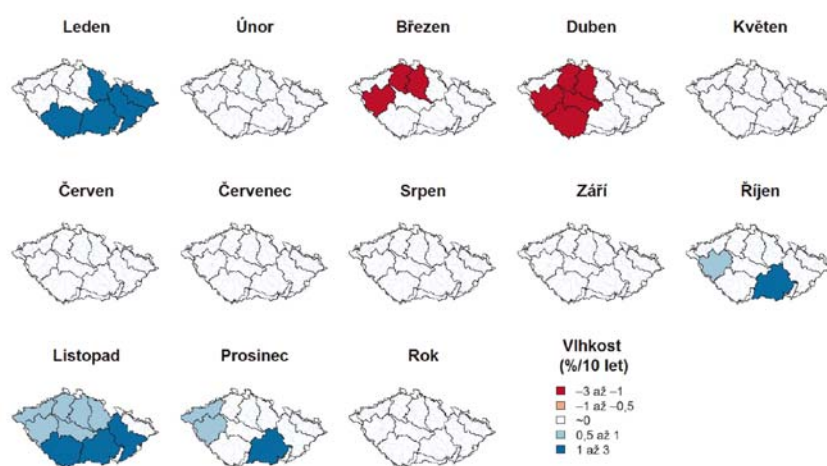
V rámci ročního chodu teplot (obr. 2) byl zjištěn pouze nárůst, a to v celé ČR, v dubnu, červnu a v listopadu



Obr. 1 Lineární trendy (%/10 let) řad měsíčních a ročních úhrnů srážek v deseti bilančních oblastech v období 1980–2013



Obr. 2 Lineární trendy (°C/10 let) řad průměrných měsíčních a ročních teplot vzduchu v deseti bilančních oblastech v období 1980–2013



Obr. 3 Lineární trendy (%/10 let) řad průměrných měsíčních a ročních hodnot relativní vlhkosti vzduchu v deseti bilančních oblastech v období 1980–2013

U zásob vody ve sněhové pokrývce byl zjištěn pokles v BO Odry a Olše v prosinci o 17 %, v ročních agregacích změna zjištěna nebyla.

Relativní vlhkost vzduchu (obr. 3) roste v lednu především na Moravě o 1 – 1,4 %, v listopadu v celé ČR o 0,5 – 1,5 % a také v říjnu a prosinci v BO Berounka a Dyje o 0,7 – 1,3 %, a naopak klesá v březnu a dubnu v části BO v Čechách o 1,2 – 1,8 %. V ročních průměrech se relativní vlhkost nezměnila.

Plošné rozmístění oblastí se zvyšující se potenciální evapotranspirací odráží zvýšení teplot tamtéž. V souladu se změnou ročního chodu teplot roste potenciální evapotranspirace v celé ČR především v dubnu a v červnu o 3 – 7 % a v listopadu až o 6 – 11 %, ovšem absolutní hodnoty potenciální evapotranspirace na konci roku jsou minimální a stejně tak i dopad tohoto zvýšení na vodní bilanci. Ke zvýšení o 2 – 3 % dochází také na Moravě v červenci a srpnu. Kromě BO horní Labe, horní Vltava, Ohře a Bílina bylo v ročních průměrech zjištěno zvýšení potenciální evapotranspirace v sedmi ostatních BO o 2 – 3 %, které v dlouhodobé perspektivě vytváří zvýšený tlak na vodní zdroje, podobně jako zvětšení potenciální evapotranspirace v dubnu a červnu.

Ke zvýšení aktuální evapotranspirace (obr. 4) dochází v měsících s dostupnou zásobou půdní vody pro výpar v reakci na případné zvýšení teploty, je tedy i výslednicí mírného zvýšení srážek na jihu a západě Čech, které lze dovodit z analýzy jednotlivých bilančních povodí. K nárůstu evapotranspirace tak dochází v dubnu v BO Berounka, horní Vltava a Dyje o 5 – 7 %, v červnu a červenci v BO horní Vltava o 2 – 3 %, stejně jako v červenci v BO horní Labe a dolní Labe. Kromě severozápadu Čech byl zjištěn nárůst evapotranspirace v listopadu v celé ČR o 6 – 10 %, ale jedná se opět o hodnoty málo významné vzhledem k celkově malému výparu při – v rámci ročního chodu – nízkých teplotách. V rámci celého roku bylo zjištěno zvětšení evapotranspirace ve čtyřech BO na jihu a západě ČR o 3 – 4 %. Při posuzování těchto změn je přitom důležité, že velikost roční evapotranspirace je určována především charakterem kombinace teplot a srážek v období od dubna do října, či spíše od května do září.

Změny ročního chodu přirozeného odtoku do značné míry korespondují se změnami měřeného odtoku. V někte-

o 0,4 – 0,9 °C a na Moravě i v červenci a srpnu o 0,5 – 0,7 °C. Zvýšení teploty v jednotlivých měsících je patrné i v ročních agregacích, kde se projevilo v BO dolní Labe, Berounka a Dyje zvýšením o 0,4 °C.

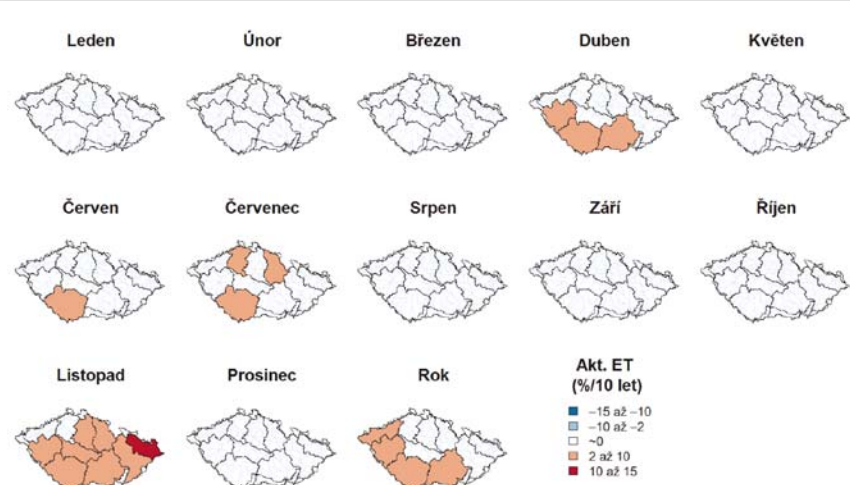
rých BO (Ohře a Bílina) se však výsledky zdají být ovlivněny způsobem očištění průtoků od vlivů především převodů vody, u obou typů odtoku pak i jeho vyčíslením z mezipovodí, které je vždy zatíženo významnou chybou, tedy především v případě BO dolní Vltava a Sázava a BO dolní Labe. Ačkoliv tedy byl v BO dolní Labe ve třech měsících detekován nárůst měřeného odtoku o průměrně 15 % a podobně jeho pokles v BO Ohře a Bílina, nelze tyto výsledky vzhledem k povaze ovlivnění dat považovat za průkazné, a to i s ohledem na změny ročního chodu ostatních bilančních veličin, z jejichž vztahů takto výrazné změny odtoku nevyplynají. Změny odtoku jsou proto namísto mapy BO demonstrovány na bodové mapě vodoměrných stanic, které reprezentují ucelená bilanční povodí a kterých je podstatně více, takže případné změny odtoku regionálního rozsahu by byly zřetelnější.

Trend měřeného (obr. 5) i přirozeného odtoku je velmi podobný. Kromě poklesu odtoku v devíti bilančních povodích převážně na severovýchodě Čech o průměrně 17 % v květnu byly v ostatních měsících nalezeny trendy pouze v ojedinělých případech, z kterých nelze vyvozovat obecné závěry. V řadách průměrných ročních měřených a přirozených průtoků nebyl zjištěn trend.

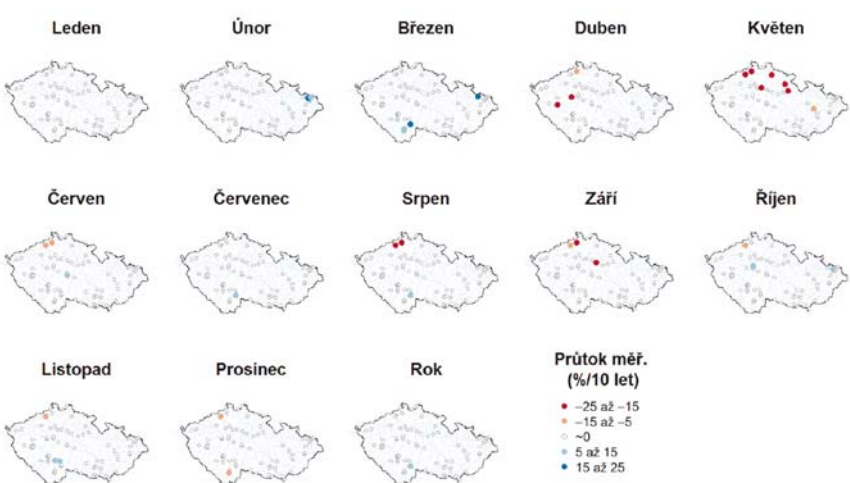
DENNÍ PRŮTOKY – PRŮMĚRY A MINIMA

Nejvýraznější charakteristikou trendu měsíčních průměrů denních průtoků ve 161 vodoměrných stanicích, které jsou využívány pro stanovení základního odtoku, je nárůst odtoku v březnu u 31 stanic v pásu z jižních do východních Čech v průměru o 15 % a pokles v květnu u 32 stanic především v severních Čechách a na Moravě o průměrně 13 %, v srpnu u 17 stanic převážně na severní Moravě o průměrně 10 % a v prosinci, opět převážně na Moravě, výrazněji na severní, v průměru o 12 % u 39 stanic. Změna v rámci jednotlivých měsíců není natolik výrazná, aby byla detekována v řadě průměrných ročních hodnot.

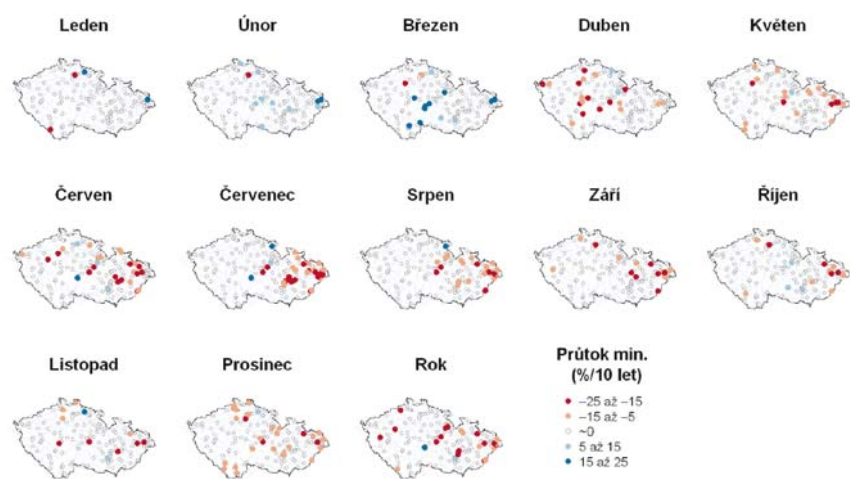
Pokles měsíčních minim odtoku (obr. 6) je výraznější než u měsíčních průměrů. Od dubna do prosince převažuje nebo byl zjištěn pouze pokles u 9 až 30 stanic (největší počty stanic v létě) od 12 do 17 %, přičemž poklesy jsou četnější a výraznější na Moravě a v severovýchodních Čechách. Podobně jako u průměrných hodnot i v minimech byl v pásu z jižních do východních Čech zjištěn nárůst odtoku v březnu průměrně o 19 %, ale stanic je méně, pouze 13. Poklesy v měsíčních minimech jsou



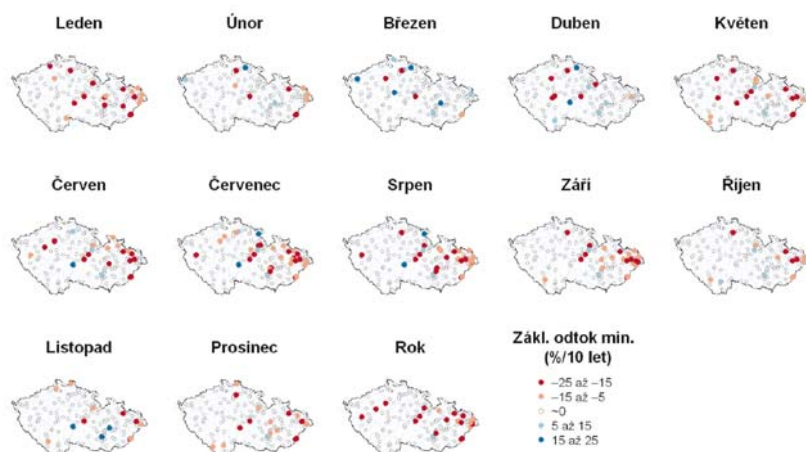
Obr. 4 Lineární trendy (%/10 let) řad měsíčních a ročních hodnot aktuální evapotranspirace v deseti bilančních oblastech v období 1980–2013



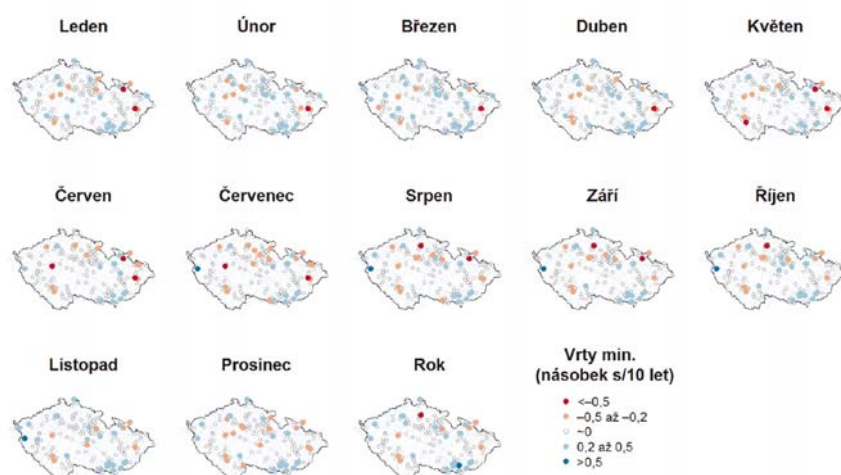
Obr. 5 Lineární trendy (%/10 let) řad průměrných měsíčních a ročních měřených průtoků v 74 vodoměrných stanicích uzavírajících bilanční povodí v období 1980–2013



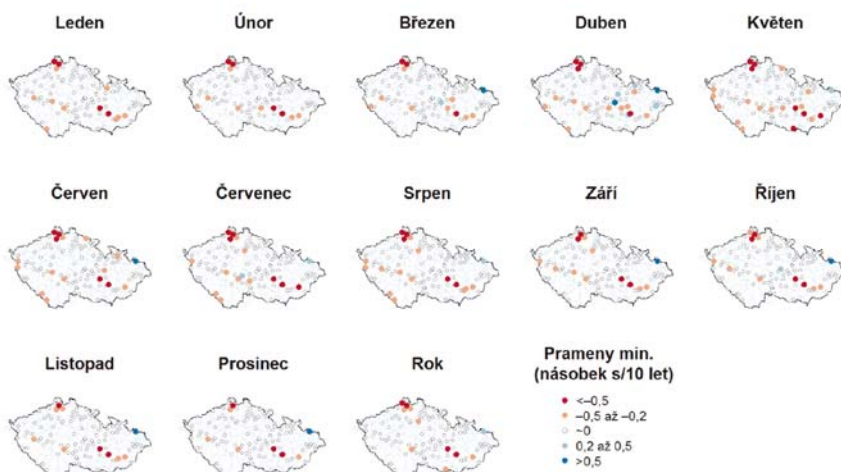
Obr. 6 Lineární trendy (%/10 let) v řadách měsíčních a ročních sedmidenních klouzavých minim měřených denních průtoků pro 161 vodoměrných stanic v období 1971–2013



Obr. 7 Lineární trendy (%/10 let) v řadách měsíčních a ročních sedmidenních klouzavých minim separovaného základního odtoku pro 161 vodoměrných stanic na území České republiky v období 1971 – 2013



Obr. 8 Lineární trendy (násobek směrodatné odchylky s/10 let) minimálních měsíčních a ročních stavů hladiny 154 mělkých vrtů v období 1971 – 2013



Obr. 9 Lineární trendy (násobek směrodatné odchylky s/10 let) minimálních měsíčních a ročních vydatností 114 pramenů v období 1971 – 2013

ZÁKLADNÍ ODTOK – PRŮMĚRY A MINIMA

Změny průměrného měsíčního základního odtoku z hlediska plošného rozšíření sledují změny celkového odtoku. Poklesy se tedy projevují nejvíce na Moravě (výrazněji na severní), v severovýchodních Čechách, na jaře více v Čechách. Nárůsty jsou výjimečné, zatímco výrazně převažuje pokles kromě března ve všech měsících roku, nejvýrazněji v lednu, v období od května do srpna a v prosinci u 16 až 30 stanic průměrně o 14 až 16 %. Došlo také ke změně ročních průměrů základního odtoku, kdy u 15 stanic byl zaznamenán pokles průměrně o 14 % a u šesti stanic nárůst průměrně o 8 %.

Plošné rozšíření velikosti a koncentrace změn měsíčních minim základního odtoku je stejné jako u průměrných hodnot, výrazně ale převažuje pokles, kromě března, ve všech měsících roku, opět nejvýrazněji v lednu, od května do srpna a v prosinci, a to u 16 až 30 stanic průměrně o 14 až 18 %. Podobně i u ročních minim byl u 22 stanic zjištěn pokles průměrně o 19 % a pouze u dvou stanic nárůst průměrně o 7 % (obr. 7).

VRTY – PRŮMĚRY A MINIMA

U průměrných měsíčních stavů hladin v mělkých vrtech překvapivě převažuje v zimním půlroce (listopad až duben) vzestup hladin (23 až 42 vrtů) nad poklesy (5 až 18 vrtů), v letním půlroce byly zaznamenány přibližně stejně četné vzestupy i poklesy, a to u 12 až 20 vrtů. Poklesy v letní části roku se vyskytují spíše v severovýchodních Čechách a na severní Moravě. Průměrná velikost vzestupu v zimním půlroce činí 0,28 – 0,32 násobek směrodatné odchylky s. Z hlediska průměrných ročních stavů hladin ve vrtech byl zjištěn u 24 objektů vzestup průměrně o 0,28 s a u 12 objektů pokles o 0,29 s.

U minimálních měsíčních stavů hladin (obr. 8) také převažuje v zimním půlroce vzestup u 22 až 34 vrtů průměrně o 0,26 – 0,29 s nad poklesy, kterých je pouze 9 až 13 o velikosti průměrně 0,25 – 0,32 s. V letním půlroce početně mírně převažují poklesy nad vzestupy, objektů se zvyšující se hladinou je 18 až 28 oproti 14 až 19 vrtům,

u kterých došlo ke snížení hladiny. Velikost zvýšení je v rozsahu průměrně 0,26 – 0,31 s a velikost snížení hladiny činí prakticky stejně 0,27 – 0,35 s. Vrtů s poklesem hladiny jsou soustředěny opět v severovýchodních Čechách a na sever-

natolik výrazné a v průběhu roku časté, že se projevují i poklesy ročních minim, kde u 25 stanic byl zjištěn pokles průměrně o 18 %. Nárůsty minim jsou výjimečné, týkají se pouze dvou stanic.

ní Moravě, vrtý s vzestupem hladiny poněkud překvapivě na jižní Moravě. U ročních minim stavů hladin převažují vzestupy (24 vrtů; 0,3 s) nad poklesy (15 vrtů; 0,27 s), vzestupy jsou koncentrovány na jihu Moravy.

PRAMENY – PRŮMĚRY A MINIMA

Plošné rozšíření i velikost a orientace trendu průměrných i minimálních (obr. 9) měsíčních vydatností pramenů jsou prakticky totožné. S výjimkou března u průměrných vydatností zřetelně po celý rok převažují poklesy nad nárůsty, klesla vydatnost přibližně 16 až 26 pramenů, nárůsty byly zjištěny u jednoho až devíti pramenů. Poklesy jsou větší, o velikosti v případě průměrů nejčastěji 0,35 – 0,54 s, minim 0,31 – 0,49 s, s nárůsty velmi podobnými, které u průměrů představují 0,32 – 0,53 s, u minim 0,32 – 0,57 s. U ročních průměrných i minimálních vydatností převažují poklesy nad nárůsty, přičemž pokles o velikosti 0,41 s, resp. 0,37 s byl zjištěn u 18, resp. 20 objektů, zatímco vzestup o velikosti 0,39 s, resp. 0,24 s u tří, resp. šesti objektů. Objekty s poklesem vydatnosti jsou výrazně soustředěny na severu Čech, což by bylo možné přičítat spíše způsobu měření a jejich vyhodnocení než přirozeným příčinám. Pokles vydatností se také často vyskytuje u pramenů střední Moravy.

ZÁVĚR

V řadách hodnocených bilančních veličin byl mezi lety 1980 – 2013 zjištěn především vzestup průměrných ročních teplot v části ČR o 0,4 °C za desetiletí a vzestup teplot v celé ČR v dubnu, červnu a v listopadu o 0,4 – 0,9 °C a na Moravě i v červenci a srpnu o 0,5 – 0,7 °C. Srážky poklesly v severních a východních Čechách v dubnu průměrně o 15 – 19 %, a naopak vzrostly na jihu Čech o 13 % v červnu, což se celkově projevilo nárůstem ročních úhrnů srážek na jihu Čech o 5 %. Zásoba vody ve sněhové pokrývce poklesla v prosinci na severu Moravy o 17 %. U relativní vlhkosti vzduchu došlo ke změně ročního chodu v řádu 0,5 – 1,5 %. Vlhkost vzrostla v chladnější části roku především na Moravě, popř. v celé ČR, a naopak klesla na jaře v části Čech. K nárůstu evapotranspirace dochází v dubnu, červnu a červenci v jihozápadních Čechách o 2 – 3 % a o 3 – 4 % zde vzrostla evapotranspirace i v rámci celého roku.

Z bilančního hlediska tedy došlo k poklesu srážek v severních a východních Čechách v dubnu, jejich nárůstu na jihu Čech v červnu i v rámci roční bilance, k poklesu zásob sněhu na severní Moravě, k vzestupu teplot v teplé části roku v Čechách a ještě výrazněji na Moravě a dále k nárůstu eva-

potranspirace v jihozápadních Čechách vlivem kombinace vyšších teplot a dostupnosti vody v důsledku vyšších srážek. Kromě vyšších srážek na jihu Čech se jedná výhradně o faktory, které dostupnost vodních zdrojů ovlivňují negativně. Těmto trendům a jejich lokalizaci odpovídá i pokles odtoku v části bilančních stanic na severovýchodě Čech průměrně o 17 % v květnu.

Těmto zjištěním odpovídá i pokles odtoku v sadě 161 vodoměrných stanic mezi lety 1971 – 2013 v květnu především v severních Čechách a na Moravě o průměrně 13 % za desetiletí, v srpnu a prosinci na severní Moravě. U části stanic ale také odtok vzrostl, nicméně je kompenzován v jiných částech roku. V minimech odtoku poklesy převažují nad vzestupy, nejvíce poklesů je v létě a v průběhu celého roku jsou četnější a výraznější na Moravě a v severovýchodních Čechách, pokles je zřetelný i v roční bilanci. Změny průměrného základního odtoku jsou podobné jako změny celkového odtoku. Poklesy se tedy projevují nejvíce na Moravě, výrazněji na severní, a v severovýchodních Čechách. Minima základního odtoku se mění výrazněji, převažuje pokles nad vzestupy, kromě března ve všech měsících roku, nejvýrazněji v lednu, od května do srpna a v prosinci.

Ačkoli tyto závěry mohou při častém užívání výrazu „pokles“ vyznívat pesimisticky, platí, že na výrazné většině stanic nebyl zjištěn statisticky významný trend. Na druhé straně je ovšem zřejmá shoda v rozšířeném výskytu z hlediska vodních zdrojů negativního trendu na severovýchodě ČR.

V průběhu roku i v roční bilanci byl dále u průměrných i minimálních vydatností řady pramenů mezi lety 1971 – 2013 zjištěn pokles kolem 0,4 s za desetiletí, zvětšení vydatností je nevýrazné, ale u většiny objektů nebyla zjištěna žádná změna.

Do celkového obrazu příliš nezapadá vývoj hladin mělčích vrtů. U minim v letním půlroce sice početně mírně převažují poklesy nad vzestupy, oboje o velikosti kolem 0,3 s, ale v zimním půlroce je naopak častější vzestup. V roční bilanci mírně převažují vzestupy hladin, ale u velké většiny objektů nedochází k žádné změně. U průměrných hladin bylo vzestupů hladin zjištěno více.

PODĚKOVÁNÍ

Článek vznikl na základě dat a výsledků Českého hydrometeorologického ústavu.

Literatura

- ČHMÚ. (2015a) Bilance množství a jakosti vody ČR [online], ČHMÚ [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <<http://voda.chmi.cz/opzv/bilance/bilance.htm>>
 ČHMÚ. (2015b) Stav podzemních vod [online], ČHMÚ [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_2_Hydrologie/P10_2_3_Stav_podzemnich_vod&last=false>
 Eckhardt, K. (2005) How to construct recursive digital filters for baseflow separation. *Hydrological Processes*, 19, p. 507–515.
 Fiala, T., Ouada, T.B.M.J., Hladný, J. (2010) Evolution of low flows in the Czech Republic. *Journal of Hydrology*, 393, p. 206–218.
 Hanel, M. aj. (2011) Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Praha: VÚV TGM v.v.i., 108 s, ISBN 978-80-87402-22-1.
 Kendall, M.G. (1975) Rank correlation methods. London: Griffin.
 Mann, H.B. (1945) Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, 13, p. 45–259.

- Ledvinka, O., Lamačová, A. (2015) Detection of field significant long-term monotonic trends in spring yields. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29, p. 1463–1484. doi:10.1007/s00477-014-0969-1
 Libiseller, C., Grimvall, A. (2002) Performance of partial Mann Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics*, 13, p. 71–84.
 R Core Team. (2014) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
 Sen, P.K. (1968) Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63, p. 1379–1389.
 Von Storch, V.H. (1995) Misuses of statistical analysis in climate research. In *Analysis of Climate Variability: Applications of Statistical Techniques*, von Storch, H., and Navarra, A. (eds). Berlin: Springer-Verlag, p. 11–26.
 Yue, S., Pilon, P., Phinney, B., Cavadias, G. (2002) The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes*, 16, p. 1807–1829.

Prírodná katastrofa vo Vrátnej doline 21. 7. 2014

Ing. Soňa Liová, Mgr. Marcel Zvolenský PhD., Bc. Martin Petrášek
SHMÚ, Žilina

SYNOPTICKÁ SITUÁCIA 21. 7. 2014

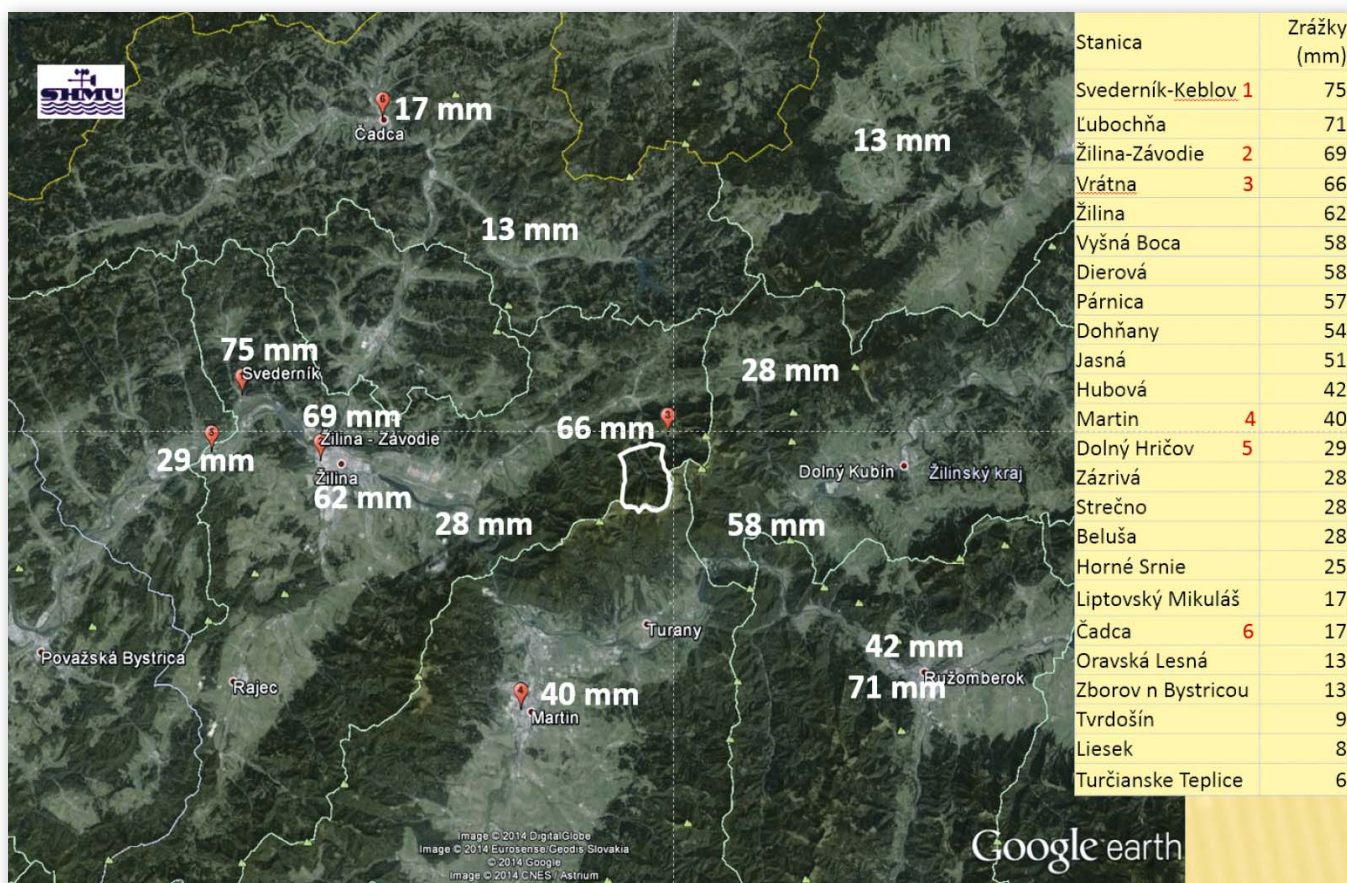
V prízemnom tlakovom poli zasahovala dňa 20. 7. 2014 zo Severného mora nad Alpskú a Karpatskú oblasť plytká brázda nízkeho tlaku vzduchu. V noci z 20. na 21. 7. sa z nej nad štátmi Beneluxu oddelila samostatná

nad naše územie hrebeň vysokého tlaku vzduchu. Ten však v ďalších hodinách veľmi rýchlo zoslabol. Slovensko sa vo vyšších vrstvách atmosféry postupne dostalo pod vplyv výškovej tlakovej níše so stredom nad severným Talianskom na jednej strane a na strane druhej pod vplyv ďalšej výškovej

pomaly sa pohybujúcich búrok, ktoré zasiahli aj oblasť Malej Fatry.

ZRÁŽKOVÁ SITUÁCIA 21. 7. 2014

Dňa 21. 7. 2014 sa začala búrková oblačnosť rýchlo rozvíjať v skorých popoludňajších hodinách v rovnobežnom pásme, zasahujúcim zo stred-



Obr. 1 Denné úhrny zrážok za 21. 7. 2014

tlaková níz, ktorej stred sa v priebehu 21. 7. postupne presunul nad juhovýchodnú Moravu a západné Slovensko. Po prednej strane brázdy nízkeho tlaku vzduchu sa k nám dostával od juhu veľmi teplý a relatívne vlhký vzduch, ktorého prírvek v hladine 850 hPa vyvrcholil nad naše územie práve v tento deň. V hladine 500 hPa dňa 20. 7. zasahoval

níze, ktorej stred sa 21. 7. veľmi pomaly presúval z oblasti Baltického mora nad pobaltské štáty a Bielorusko. Vplyvom výškového rozloženia tlaku vzduchu sa naše územie dostalo do slabého a nevýrazného výškového prúdenia. Vplyvom uvedených faktorov sa práve v oblasti severozápadného Slovenska vytvorila línia intenzívnych a relatívne

ných Čiech cez Moravu a pokračujúcom v línii od Javorníkov po Levočské Vrchy. Postup búrkových jadier bol väčšinou od západu na východ, s určitými odchýlkami k juhu či severu, s priemernou rýchlosťou 20 až 50 km/h. Zrážkové pole bolo tvorené z jednotlivých búrkových epizód, ktoré prichádzali od masívu Javorníkov, alebo opakovane vznikali

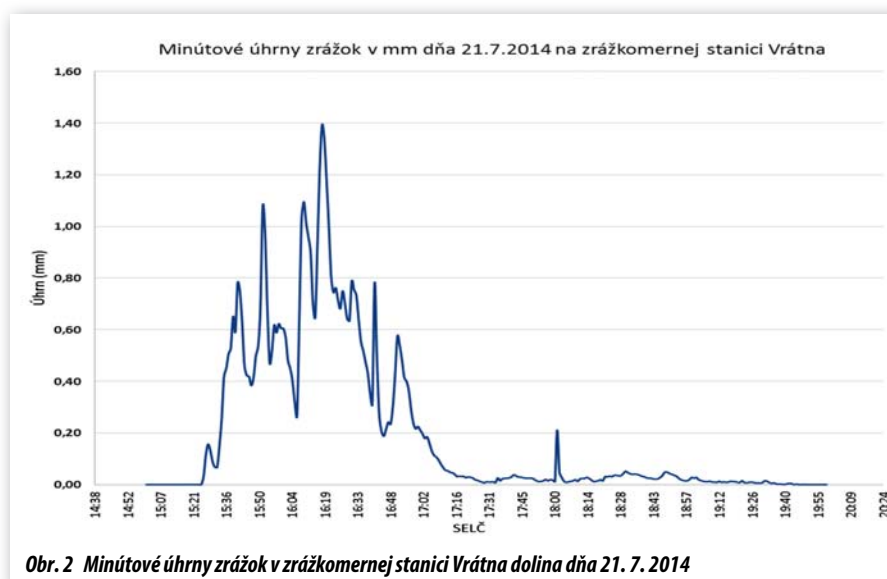
kali najmä nad masívmi Krivánskej časti Malej Fatry a pokračovali v svojom pohybe ďalej na východ. V čase okolo 13:30 SELČ začali prvé búrky vznikať na česko-poľsko-slovenskom pohraničí na horných Kysuciach. Postupne, okolo 14:00, začali vznikať ďalšie búrky v Javorníkoch a neskôr, po 14:15, aj na hornom Považí, počnúc od Dolného a Horného Hričova. Po 14:35 bol vznik ďalších búrok identifikovaný aj v okolí Bytče a Považskej Bystrice, pričom búrkové oblaky pokračovali ďalej smerom na východ až severovýchod nad oblasť mesta Žiliny. Najvyššie úhrny v čase od 14:00 do 15:00 h boli najmä na Kysuciach, konkrétne v Mako-ve 26,8 mm, Čadci 20,6 mm a v Turzovke 16,7 mm, v Dolnom Hričove 3,4 mm, v Kysuckom Novom Meste 1,9 mm a Žiline 1,8 mm. V čase od 15:00 zasiahla veľmi silná búrka s intenzitou dažďa viac ako 80 mm/hod, priamo mesto Žilinu, za sprievodu silného vetra. Uvedená búrka v oblasti medzi Žilinou a Kysuckým Novým Mestom pretrvávala s podobnou intenzitou zrážok približne 30 minút, neskôr postúpila smerom na severovýchod a zanikla. V tom čase, okolo 15:15, vznikla nová búrka v Krivánskej časti Malej Fatry. Nad Malou Fatrou, podľa dištančných meraní intenzita dažďa v čase od 15:25 do 15:35 stúpala zo 45 mm/h na 65 mm/h. Neskôr v čase po 15:45 búrka zoslabla, pričom menej intenzívne zrážky, s intenzitou okolo 20 mm/h pokračovali naďalej. V čase od 15:00 do 16:00 boli najvyššie úhrny zrážok zaznamenané v Žiline-Závodí 48,3 mm, v Jasenici 23,5 mm, v Kysuckom Novom Meste 18,7 mm, Vrátnej 16,3 mm a Dolnom Hričove 13,4 mm. Nová, v poradí druhá búrka nad Krivánskou časťou Malej Fatry sa vytvorila tesne po 16:00, pričom intenzita dažďa postupne narastala a v čase okolo 16:15 prekročila hodnotu 50 mm/h. V nasledujúcom vývoji tieto intenzívne zrážky ďalej postupovali na juhovýchod a východ smerom do oblasti Veľkej Fatry a Chočských vrchov a ďalej na Liptov. Silné búrky neskôr okolo 17:00 zasiahli aj obce na Orave, najmä Kralovany, Dierovú a Párnicu a o 17:15 aj obec Ľubochňu. V čase od 16:00 do 17:00 boli najvyššie úhrny vo Vrátnej 36,2 mm, Dierovej 16,3 mm a Strečne 11,9 mm. V čase od 17:00 do 18:00 boli najvyššie úhrny v Ľubochni 46,4 mm, Párnici 34,0 mm a Dierovej 26,9 mm. V ďalšom obdo-

bí od 18:00 do 19:00 zasiahli silné búrky oblasť Liptova a Nízkych Tatier, kde boli najvyššie úhrny zaznamenané v Liptovskej Osade 30,1 mm a Motyčkách 21,3 mm. Podľa denných úhrnov zrážok za 21. 7. 2014 (Obr. 1), najvyššie denné úhrny, nad 50 mm, sme zaznamenali v lokalitách Svederník – Klebov 75,3 mm, Ľubochňa 71 mm, Žilina – Závodie 69 mm, Vrátna 66 mm, Žilina 62 mm, Dierová a Vyšná Boca 58 mm, Párnica 57 mm, Dohňany 54 mm a Jasná 51 mm.

VYHODNOTENIE ZRÁŽKOVEJ SITUÁCIE V OBLASTI VRÁTNEJ DOLINY DŇA 21. 7. 2014

Hodnotenie bolo vykonané na základe záznamu automatickej zrážkomernej stanice Vrátna dolina. Táto je umiestnená v obci Štefanová (49°13'57'', 19°03'41'', 632 m m. n.), ktorá je vzdialená vzdušnou čiarou 3 km od spodnej stanice sedačkovej lanovky Vrátna – Snilovské sedlo a 5 km od vrcholu Chlebu. Podľa jej údajov (Obr. 2) sa jadro intenzívnych zrážok vyskytlo v období od 15:30 do 17:00, pričom spadlo 52 mm (z cel-

Podľa dodatočne spracovaných dištančných (radarových) meraní bola zistená maximálna rádiolokačná odrazivosť z dostupných slovenských, českých a poľských radarov v 5-minútových intervaloch pre oblasť Vrátnej doliny. Po prepočítaní odrazivosti na intenzitu zrážok, nad hranicou 20 mm/hod trvalo zrážkové jadro leja-ku od 15:15 do 16:55. Dážď sa, v zhode s meraniami zrážkomernej stanice Vrátna, tiež prejavoval dvoma vlnami ale s trochu inými časmi výskytu. V prvej vlne od 15:15 do 15:55 sa vyskytla maximálna krátkodobá intenzita dažďa 75 mm/h v čase o 15:35, v druhej vlne od 15:15 do 16:55 sa maximálna krátkodobá intenzita 75 mm/h vyskytla v čase o 16:15. Pritom sa prechod medzi oboma zrážkovými vlnami prejavoval znížením intenzity dažďa zhruba na 35 mm/h. Podľa obalovej krivky maximálnej intenzity dažďa, získanej z údajov meteorologických radarov, v prvej vlne zrážok spadlo cca 40 mm, v druhej cca 50 mm zrážok, t. j. spolu okolo 90 mm zrážok. Uvedený úhrn zrážok nie je možné pre oblasť Vrátnej doliny presne lokalizo-



Obr. 2 Minútové úhrny zrážok v zrážkomernej stanici Vrátna dolina dňa 21. 7. 2014

kového denného úhrnu 66 mm). Priebeh zrážok nasvedčuje, že dážď bol spojený z dvoch zrážkových udalostí; prvej, trvajúcej od 15:30 do 16:05 a druhej od 16:05 do 17:00, keď v prvej vlne spadla zhruba tretina uvedeného úhrnu (18 mm a v druhej 34 mm). Maximálne krátkodobé intenzity počas prvej vlny zrážok dosiahli 50 až 60 mm/h, počas druhej 60 až 80 mm/h. Najvyšší úhrn za 1 minútu bol v čase 16:18 mal hodnotu 1,39 mm.

vať, v rámci dynamiky búrkových procesov predpokladáme určité územné odchýlky. Odhad úhrnu zrážok podľa dištančných meraní považujeme za pravdepodobnejší ako použitie nameraných údajov priamo zo zrážkomernej stanice Vrátna (pre jej vzdialenosť od oblastí s najvyššou rádiolokačnou odrazivosťou detekovanou radarom).

Predpokladáme, že v čase búrkového leja-ku vo Vrátnej doline mohli byť

analogické zrážky zaznamenané v hrebeňových polohách Malej Fatry od Malého Fatranského Kriváňa po Stoh a na prilahlých svahoch. Predchádzajúce zrážky pred 21. 7. 2014 sa podľa merania stanice Vrátna vyskytli v období 8. – 12. 7. (spolu 45 mm) a neskôr v dňoch 16. 7. (19 mm), 17. 7. (16 mm) a 20. 7. (3 mm).

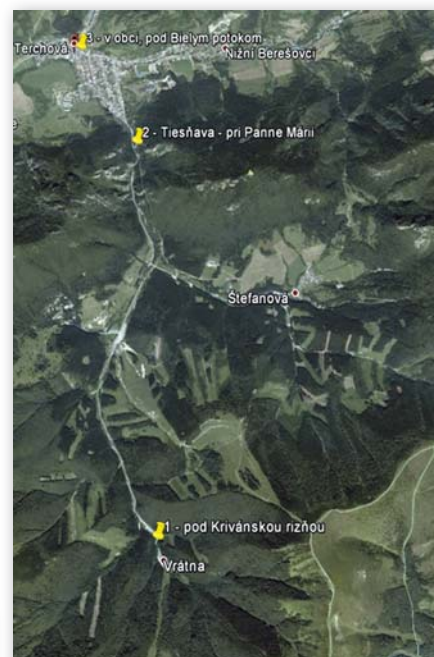
HYDROLOGICKÁ SITUÁCIA 21. 7. V OBLASTI MALEJ FATRY

V oblasti Malej Fatry má Slovenský hydrometeorologický ústav 3 vodomerné stanice; v severnej časti: Belá – Beliansky potok a Stráža – Varínka a v južnej časti: Turany – Čiernik. Vo vodomerných stanici Belá – Beliansky po-

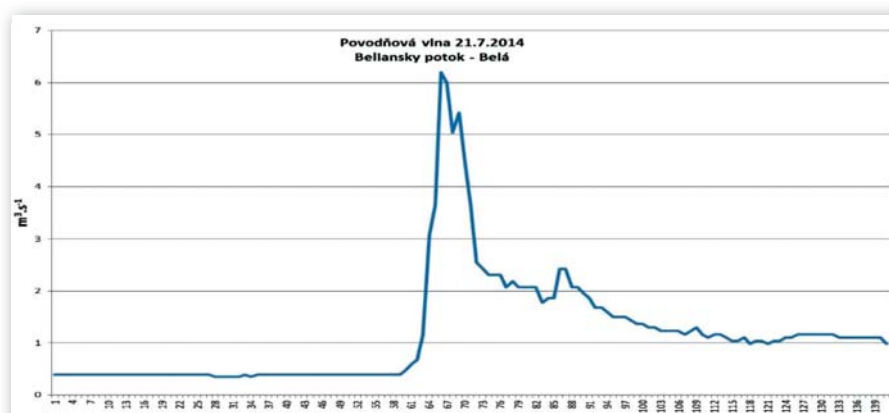
km². Priebeh povodňovej vlny, ktorá s vyskytla dňa 21. 7. 2014 je zobrazený na Obr. 4.

Vodomerná stanica Turany – Čiernik sa nachádza 0,5 km od ústia do Váhu s plochou povodia 2,86 km², prietoky sa v nej vyhodnocujú od roku 1969.

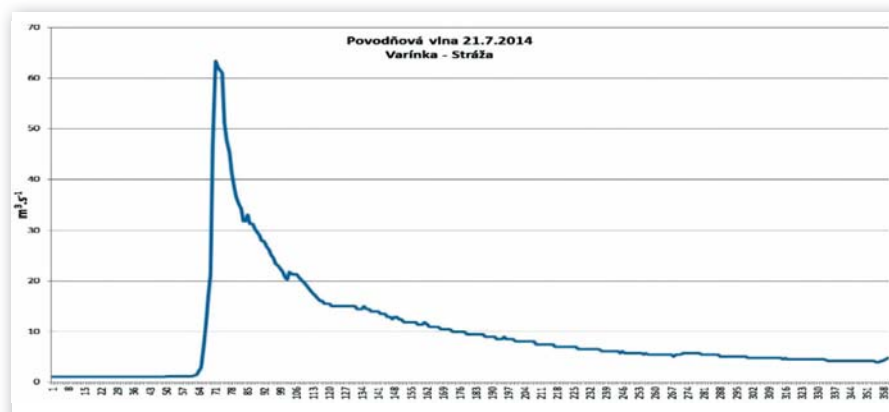
Vplyvom nasýtenosti hornej časti povodia Varínky predchádzajúcimi zrážkami došlo najmä v oblasti Hromového a Stien k vzniku rozsiahlych múrových prúdov. Výška odtrhov sa pohybovala od 25 cm do 140 cm. Odtrhy pôdy vznikali na strmých trávnatých svahoch, kde sa potom veľké kusy pôdy kĺzali po mokrom, trávnom povrchu do nižšie položených miest. V týchto miestach spôsobila



Obr. 5 Vybrané priečne profily na určenie kulmináčného prietoku Varínky vo Vrátnej doline



Obr. 3 Povodňová vlna v stanici Belá – Beliansky potok dňa 21. 7. 2014



Obr. 4 Povodňová vlna v stanici Stráža – Varínka dňa 21. 7. 2014

tok sa prietoky vyhodnocujú od roku 2006. Nachádza sa 0,55 km od ústia do Varínky, plocha povodia je 11,74 km². Priebeh povodňovej vlny, ktorá s vyskytla dňa 21. 7. 2014 je zobrazený na Obr. 3.

Vodomerná stanica Stráža – Varínka patrí medzi vodomerné stanice s dlhým prietokovým radom. Prietoky sa v nej vyhodnocujú od roku 1941. Nachádza sa 5,1 km od zaústenia do Váhu, plocha povodia je 139,7

masa vody a pôdy mohutnú eróziu, ktorá viedla k vzniku viacerých múrových prúdov. Dolná stanica sedačkovej lanovky na Chleb bola úplne zanesená. V okolí údolnej stanice bolo zničených 50 áut, z ktorých niektoré sa nedali ani identifikovať. Cesta z Terchovej do Vrátny bola zničená a prirodzený vodný tok Varínky pretekajúci Vrátnou dolinou bol úplne zdevastovaný. Účinok povodne bol zvýraznený kamennou lavínou a zosuvom.

Dňa 28. 7. 2014 pracovníci Slovenského hydrometeorologického ústavu vykonali terénny prieskum s cieľom rekonštrukcie povodňovej vlny. Na základe terénneho prieskumu a stôp po povodni boli vybrané tri priečne profily (Obr. 5), v ktorých boli namerané, resp. odhadnuté parametre potrebné na výpočet kulmináčného prietoku: Profil č. 1 (Varínka pod chatou Vrátna, profil č. 2 (Varínka pod Stohovým potokom – Tiesňavy) a profil č. 3 (Varínka pod Bielym potokom). Na vodomerných stanici SHMÚ Stráža – Varínka, bol kulmináčny prietok 63,4 m³.s⁻¹ ($Q_N = 2 - 5$ rokov).

Na výpočet rýchlosti prúdenia vody bola použitá Chézyho rovnica (1), ktorá bola použitá na výpočet kulmináčného prietoku (2).

$$v = C\sqrt{R \cdot i} \quad (1)$$

kde

v – priemerná profilová rýchlosť (m.s⁻¹)
C – Chézyho rýchlostný koeficient (m^{0.5}.s⁻¹)

R – hydraulický polomer (m), kde $R = F/O$, kde F – plocha prietočného profilu (m²), O – omočený obvod (m)
i – pozdĺžny sklon hladiny (%)

$$Q = F \cdot v \quad (2)$$

kde

Q – kulmináčny prietok (m³.s⁻¹)

F – prietočná plocha (m²)

v – priemerná profilová rýchlosť (m.s⁻¹)



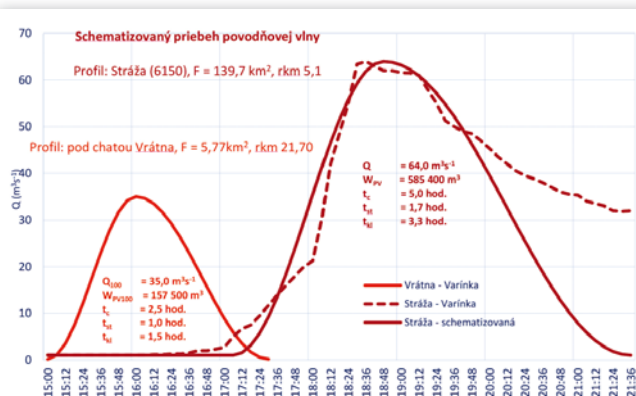
Obr. 6 Zameranie priečného profilu č. 1



Obr. 7 Zameranie priečného profilu č. 2



Obr. 8 Zameranie priečného profilu č. 3



Obr. 9 Schematizovaná povodňová vlna pre profil č. 1

Pozn. : Q_{100} – maximálny prietok dosiahnutý alebo prekročený priemerne raz za 100 rokov, W_{p100} – objem návrhovej povodňovej vlny pri Q_{100} , t_c – čas trvania návrhovej povodňovej vlny, t_{st} – čas stúpania návrhovej povodňovej vlny, t_{kl} – čas klesania návrhovej povodňovej vlny



Obr. 10 Povodňová situácia vo Vrátnej doline dňa 21. 7. 2014



Obr. 11 Povodňová situácia vo Vrátnej doline dňa 21. 7. 2014



Obr. 12 Povodňová situácia vo Vrátnej doline dňa 21. 7. 2014



Obr. 13 Povodňová situácia vo Vrátnej doline dňa 21. 7. 2014



Obr. 14 Povodňová situácia vo Vrátnej doline dňa 21. 7. 2014



Obr. 15 Povodňová situácia vo Vrátnej doline dňa 21. 7. 2014

Tab. 1 Namerané hodnoty potrebné na stanovenie kulminačného prietoku (21. 7. 2014)

Profil	1	2	3
rkm	21.70	17.50	15.90
Plocha povodia (km ²)	5.77	28.05	46.54
pozdĺžny sklon (%)	3.37	9.5	0.56 (vzdutý)
F (m ²)	17.31	21.46	36.77
B (m)	12.8	15.5	26
F/B (m)	1.35	1.38	1.41
H max (m)	2.6	2.2	3
O (m)	15.65	17	29.2
R=F/O	1.106	1.260	1.259
v (m.s ⁻¹)	1.93	2.6	1.9
Qmax (m ³ .s ⁻¹)	35	55	60
Q _N	Q 100	Q 20-50	Q 10-20
Q ₁ (m.s ⁻¹)	2.5	6	10
Q ₅ (m.s ⁻¹)	10.5	24	34
Q ₁₀ (m.s ⁻¹)	15.2	36	49
Q ₂₀ (m.s ⁻¹)	20.0	47	65
Q ₅₀ (m.s ⁻¹)	27.5	66	91
Q ₁₀₀ (m.s ⁻¹)	35.0	84	116

Z nameraných, resp. odhadnutých hodnôt boli vypočítané kulminačné prietoky a následne vyhodnotené ich významnosti (doby opakovania),

ktoré sú uvedené v Tabuľke 1.

Na základe vypočítaných hodnôt kulminačných prietokov bola pre profil č. 1 vytvorená schematizovaná po-

vodňová vlna, ktorá bola porovnaná s prietokovou vlnou zachytenou vo vodomernej stanici Stráža – Varínka (Obr. 9).

ZÁVER

Dňa 21. 7. 2014 sa pod vplyvom extrémnych zrážok a rozsiahlych zosuvov vytvorila povodňová situácia, ktorá zničila celú hornú časť povodia Varínky a obec Terchovú. Do záchranných akcií boli zapojené všetky zložky civilnej obrany a horská služba. Následne bolo vykonaných množstvo činností súvisiacich s odstránením zosunutých nánosov a výstavbou nových komunikácií a objektov, ktoré boli zničené pri povodni. Je až neuveriteľné, že pri takom rozsahu škôd nebol nikto zranený.

Na takéto katastrofy sa pripraviť nedá, sú súhrou situácií, ktoré je zložité až nemožné v náležitom predstihu predpovedať a predchádzať im.

LITERATÚRA

Dub, O. (1957): Hydrológia, Hydrografia, Hydrometria. SVTL Bratislava

Humor



Miki Fekete



PhDr. Peter Gossányi

Doc. Ing. Ľubomír Hyánek, PhD. – 85-ročný

Doc. Ing. Ľubomír Hyánek, PhD. – náš kolega, spolupracovník, pedagóg a priateľ sa dňa 21. júna 2015 v plnom zdraví dožil 85-tich rokov.

Slovenskú vysokú školu technickú v Bratislave ukončil v roku 1954 skúškou s vyznamenaním ako stavebný inžinier so špecializáciou mechanizačno-zdravotnou. Od 1. 2. 1953 bol pedagógom na SVŠT (dnes STU v Bratislave) na Katedre zdravotného inžinierstva (dnes Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva), teda od jej vzniku. Zaoberal sa hydraulikou prúdenia pri úprave vody a pri čistení odpadových vôd. V tejto oblasti je zakomponovaná aj jeho kandidátska dizertačná práca („Prietok nahor cez vrstvu vymieňačov iónov“ 1968) a habilitačná práca („Vplyv prívodu na čas zdržania v hrubozrnnom pórovitom prostredí“ 1977). V roku 1978 bol menovaný docentom. Na Katedre zdravotného inžinierstva pracoval nepretržite do roku 2000, kedy odišiel do dôchodku.

Pedagogicky sa hlavne venoval čisteniu odpadových vôd, vodnému hospodárstvu priemyselných závodov a ochrane vôd. Stal sa iniciátorom predmetov na uvedenú problematiku. Radi na jubilanta spomína najmä cca 200 inžinierov, ktorí pod jeho vedením spracovávali a obhajovali diplomovú prácu, vedeckí aspiranti a členovia krúžkov ŠVK.

Je autorom vysokoškolskej učebnice Čistota vôd, spoluautorom dvoch monografií a viacerých skrípt. Veľmi bohatá bola jeho ostatná publikačná činnosť s viac ako 144 titulmi, ako aj prednášková činnosť (150 na domácich a 4 na zahraničných podujatiach) a expertízna, posudková, recenzná a zlepšovacia činnosť. Svoje aktivity vždy



spájali s vedecko-výskumnou prácou najmä experimentálneho charakteru. Bol riešiteľom a spoluriešiteľom viacerých štátnych, rezortných a fakultných výskumných úloh. Za svoju všestrannú vedecko-pedagogickú činnosť na Stavebnej fakulte bol jubilant ocenený Striebornou (1985) a Zlatou (1990) medailou SVŠT, Pamätnou medailou Stavebnej fakulty (2003) pri 50. výročí založenia Katedry zdravotného inžinierstva. Pri príležitosti životného jubilea (75 rokov) doc. Hyánkovi udelil dekan SvF Plaketu akademika Duba za dlhoročnú pedagogickú a vedecko-výskumnú činnosť. Spoločenské, vodohospodárske a iné organizácie tiež ocenili jeho aktivity viacerými plaketami. V r. 1988 mu udelili Medailu hl. mesta SR Bratislavy za prácu v problematike životného prostredia.

Doc. Hyánek mal aj bohaté mimoškolské aktivity. Bol členom Vedeckej rady Ministerstva lesného a vodného hospodárstva a VÚVH Bratislava. Bol dlhodobým aktívnym členom rôznych odborných skupín, redakčných rád a najmä VTS a Slovenskej vodohospodárskej spoločnosti. Do roku 2000 bol garantom pre skúšky odbornej spôsobilosti pre vodné stavby pri Slovenskej komore stavebných inžinierov. V roku 1999 bol spoluzakladateľom Asociácie čistiarenských expertov SR, kde sa stal členom jeho výboru.

Prajeme nášmu jubilantovi veľa zdravia a radosti v kruhu svojej rodiny, veľa sily na prácu v záhrade a pri skalničkách. Tešíme sa ešte na mnohé stretnutia na odborných podujatiach.

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva
Stavebná fakulta STU v Bratislave

Prof. Ing. Jozef Kriš, PhD. – 70-ročný

Dňa 18. augusta 2015 sa v plnom zdraví, životnom optimizme a pracovnom eláne dožil 70 rokov profesor Katedry zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU v Bratislave prof. Ing. Jozef Kriš, PhD. Narodil sa v Záhradnom pri Prešove a po ukončení stredoškolského vzdelania na SPŠ Stavebnej pokračoval v štúdiu na Stavebnej fakulte SVŠT v Bratislave, odbor vodohospodárske stavby. Od 1. decembra 1969 je pracovníkom Katedry zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU kde zastával rôzne pracovné zaradenia na pedagogických a vedeckých miestach a bol jej dlhoročným vedúcim.

V rámci svojho pôsobenia na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva, kde od roku 1999 pôsobil na funkčnom mieste profesora, vyučoval v pedagogickom procese rôzne základné a výberové predmety, z ktorých sa časom vyprofiloval na oblasť vodárstva, balneotechniky a inžinierskych sietí. Pôsobil v komisiách pre štátne záverečné skúšky a obhajoby diplomových prác na Stavebnej fakulte, fakulte Chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave, Stavebnej fakulte ČVUT Praha a VUT Brno, s ktorými aj naďalej úzko spolupracuje. Pôsobil ako garant a školiteľ doktorandského štúdia Vodné hospodárstvo a neskôr ako školiteľ študijného programu Vodohospodárske inžinierstvo. V rámci práce na Stavebnej fakulte bol predsedom Akademického senátu na Stavebnej fakulte, členom Kolégia dekana Stavebnej fakulty, členom Vedeckej rady Stavebnej fakulty. Od roku 2003 je prof. Kriš predsedom komisárov pre vykonávanie skúšok odbornej spôsobilosti na vydávanie Osvedčenia pre prevádzkovanie verejných vodovodov a verejných kanalizácií.



Popri pedagogickej práci sa aktívne zapájal do organizovania a riešenia vedeckovýskumných úloh, z ktorých vyplynula aj jeho bohatá publikačná činnosť. Je autorom viacerých monografií, mnohých časopiseckých článkov a článkov publikovaných na odborných a vedeckých podujatiach ako na Slovensku, tak aj v zahraničí napr. v Japonsku, USA, Izraeli, Francúzsku, Taliansku, Juhoafrickej republike, Maroku, Nemecku, Rakúsku, Argentíne, Austrálii, Thajsku, Číne, Poľsku kde prezentoval najnovšie poznatky vedy a techniky získané pri riešení mnohých vedeckých projektov, ktorých bol zodpovedným riešiteľom. Profesor Kriš svoje poznatky zúročil pri spolupráci s Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, odborom technickej normalizácie, kde dlhoročne pôsobil ako predseda odbornej komisie č. 1 Vodovody a kanalizácie. Stál pri kreovaní odbornej výstavy a jej sprievodných podujatí „AQUA“ v Trenčíne, medzinárodnej konferencie „Pitná voda“, konferencie pre vodohospodárov a iné, ktoré podporoval počas celého obdobia kedy pôsobil vo funkcii predsedu Slovenského národného komitétu IWA.

Pedagogická, odborná, vedecká a spoločenská práca a aktivita prof. Ing. Jozefa Kriša, PhD. je veľmi rozsiahla a spoločensky prospešná. Všetci čo poznáme nášho kolegu a priateľa a stretávame sa s ním, prajeme mu pri príležitosti tohto pekného jubilea hlavne pevné zdravie a veľa radosti zo života.

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva
Stavebná fakulta STU v Bratislave

Košice - Prioritné protipovodňové opatrenia v SR, Hornád - ochrana intravilánu mesta Košice - rekonštrukcia hate Vyšné Opátske

Ing. Marián Friga

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Odštepny závod Košice

Od začiatku prevádzky hate, ktorá sa datuje k roku 1965 sa neuskutočnili žiadne významné práce na obnove vodnej stavby, čo nasvedčuje skutočnosti, že technický stav stavebných konštrukcií a technologických zariadení zodpovedal stavu 40-ročnej prevádzky.

Procesom verejného obstarávania bol vysúťažnený zhotoviteľ stavby Chemkostav, a. s., Michalovce. V súlade s platnou zmluvou o dielo bolo stavenisko odovzdané zhotoviteľovi dňa 24. 4. 2015. Rekonštrukčné práce na stavebných objektoch a prevádzkových súboroch prebehli v sú-

SO 03 Definitívny odberný objekt
SO 04 Havarijný odberný objekt
SO 05 Vývar hate
SO 06 Lávky a zábradlia
SO 07 Vonkajšie el. rozvody
SO 08 Vonkajšie osvetlenie
SO 09 Oplotenie
SO 10 Dom hatiara
SO 11 Elektrorozvodňa
SO 12 Protipovodňové sklady
SO 13 Zabezpečovacie zariadenia
SO 14 Terénne a sadové úpravy

PS 01 Hať
PS 02 Štrkový výpust
PS 03 Definitívny odberný objekt
PS 04 Provizórne hradiace konštrukcie
PS 05 Prevádzkový rozvod silnoprúdu
PS 06 Monitoring, riadenie a prenos údajov

Výsledkom rekonštrukcie je zabezpečenie požadovanej kapacity hate počas povodňových stavov, čím sa zvýši a zabezpečí protipovodňová ochrana príslušného územia pred účinkom povodňového prietoku opakujúceho sa raz za 100 rokov (Q_{100}), ktorý predstavuje $746 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pri hladine 196,52 m n. m., zlepšenie vodohospodárskych pomerov v danom území, t. j. zabezpečenie vzdutej hladiny v rieke nad haťou pre potreby odberu priemyselnej vody pre U. S. Steel Košice, s. r. o. a na výrobu elektrickej energie.

Slovenský vodohospodársky podnik š. p., Odštepny závod Košice v súčasnosti pracuje na príprave ďalších investičných akcií, ktoré úzko súvisia s protipovodňovými opatreniami intravilánu krajského mesta Košice na rieke Hornád v mestských častiach Ťahanovce, Sever, Staré mesto, Vyšné Opátske a Krásna nad Hornádom.



Po ukončení rekonštrukcie

V prípade stavebných konštrukcií sa prejavovala degradácia povrchu betónov a technologické zariadenia boli značne opotrebované. Vplyvom veku boli hradiace klapky značne skorodované, čo už v minulosti spôsobilo obmedzenia manipulácie. Za účelom zamedzenia ich opätovnej neovládateľnosti bolo nevyhnutné riešiť ich rekonštrukciu.

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. ako úspešný žiadateľ o pridelenie nenávratného finančného príspevku v rámci V. Výzvy OPŽP, Prioritná os 2 – Ochrana pred povodňami začal v máji 2015 rekonštrukciu hate Vyšné Opátske.

lade so schváleným časovým harmonogramom prác a boli ukončené dňa 30. 9. 2015, kedy sa zároveň uskutočnilo preberacie konanie stavby. Financovanie rekonštrukcie predstavovalo kombináciu kohézneho fondu, štátneho rozpočtu a vlastných zdrojov správcu. Celkové stavebné náklady v zmysle zmluvy o dielo predstavovali sumu 3 066 101,14 €, pričom výška nenávratného finančného príspevku činila čiastku 2 423 477,54 €. Rekonštrukcia hate bola vykonaná na týchto stavebných objektoch a prevádzkových súborov:

SO 01 Hať
SO 02 Štrkový výpust

Manažment povodí a povodňových rizík 2015 a Hydrologické dni 2015



Medzinárodný priesečník skúseností, poznatkov a riešení

V dňoch 6. – 8. októbra 2015 sa pod záštitou ministra životného prostredia SR a za podpory Medzinárodného vyšehradského fondu uskutočnilo v kongresovom centre Univerzity Komenského Družba v Bratislave spoločné vedecké podujatie Manažment povodí a povodňových rizík 2015 a Hydrologické dni 2015.

• Visegrad Fund

Konferencia Hydrologické dni, ako spoločné rokovania českých a slovenských hydroológov, píše svoju históriu od roku 1980. Konferencia Manažment povodí a povodňových rizík je mladšia – viaže sa na vstup SR do EÚ roku 2004 a následné povinnosti v oblasti ochrany pred povodňami a manažovania vodných tokov.

v Bratislave, Výskumný ústav vodohospodársky T. G. M. v Prahe, Inštitút meteorológie a vodného hospodárstva vo Varšave a Univerzita technológií a ekológie v Budapešti.

Trojdnňovú konferenciu (završenu prehliadkou navrhovaných protipovodňových opatrení v Modre) slávnostne otvorili Ing. Vojtech Fe-

RNDr. Martin Benko, PhD., generálny riaditeľ Slovenského hydrometeorologického ústavu a JUDr. Peter Hajduček, prvý zástupca generálneho riaditeľa Vodohospodárskej výstavby š. p. Súčasťou otvorenia bolo aj udelenie ceny Ľuda Molnára, ktorú získala slovenská hydrogeologička prof. RNDr. Miriam Fendeková, PhD., a český hydroológ Ing. Josef Hladný, CSc. Ceny odovzdávali RNDr. Pavel Miklánek, CSc., predseda Slovenského výboru pre hydrologiu a prof. Pavel Kovář, v zastúpení predsedu Českého národného výboru pro hydrologii.

Na konferencii nechýbali podnetné a zaujímavé prezentácie i diskusie; spolu na nej odznelo 56 prednášok v sekciách Pôda a voda; Toky a korytá riek; Manažment vodného hospodárstva; Povodne a sucho (extrémy); Les a sneh; Hydrologické procesy v krajine; Modely a zrážkovo-odtokové výpočty a v posterovej sekcii bolo prezentovaných 20 posterov.

Problematica manažmentu vodného hospodárstva a ochrany pred povodňami sa dotýka celej spoločnosti, preto vytvárať tradíciu seriózneho, kompetentného a systematického prístupu je veľmi dôležité. Organizátori sú presvedčení, že sa to konferencii podarilo. Zároveň ďakujú odborníkom, ktorí prispeli k rozšíreniu vodohospodárskeho poznania i recenzentom, ktorí bdeli nad odbornou a vedeckou korektnosťou podujatia. Vďaka patrí aj zamestnancom hotela Družba v Bratislave – ich profesionalita zabezpečila technicky bezproblémový priebeh podujatia a ich ústretový prístup vytvoril rámec spoločensky príjemného ovzdušia.

- šá -

Foto: Pavel Hucko



Tento rok sa vodohospodárski odborníci rozhodli obidve konferencie spojiť, a tak sa stretlo 220 účastníkov zo Slovenska, Česka, Poľska, Maďarska, Rakúska, Nemecka a Švédska. Podujatie organizovalo Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, ako hlavný partner projektu Medzinárodného vyšehradského fondu, za asistencie partnerov – Výskumný ústav vodného hospodárstva

rencz, PhD., štátny tajomník I. MŽP SR, Ing. Ľubica Kopčová, PhD., predsedníčka Združenia zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku a generálna riaditeľka Výskumného ústavu vodného hospodárstva, Ing. Vladimír Novák, vymenovaný na zastupovanie generálneho riaditeľa sekcie vôd MŽP SR, Ing. Marián Supek, generálny riaditeľ Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p., Banská Štiavnica,

Rekonštrukcie stokových sietí a čistiarní odpadových vôd

Tomáš Hajdin, Martin Kohút

V dňoch 13. až 15. októbra 2015 sa v priestoroch hotela Permon v Podbanskom, pod záštitou ministra životného prostredia SR, uskutočnila v poradí už 9. bienálna konferencia s medzinárodnou účasťou *Rekonštrukcie stokových sietí a čistiarní odpadových vôd*. Konferenciu organizoval Výskumný ústav vodného hospodárstva v spolupráci s Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky, Asociáciou vodárenských spoločností, Asociáciou čistiarenských expertov SR a Slovenskou vodohospodárskou spoločnosťou pri ÚÚVH, členom ZSVTS.

Konferencia bola určená prevádzkovateľom a vlastníkom verejných kanalizácií, povodí, orgánom štátnej správy, samospráv miest a obcí, mimovládny organizáciám, vedec-kým, odborným a pedagogickým pra-

Ing. Miroslav Kundrík, viceprezident Asociácie vodárenských spoločností a doc. Ing. Igor Bodík, PhD., predseda Asociácie čistiarenských expertov SR.

Konferencia tematicky nadviazala na predošlé ročníky. Jej cieľom bolo oboznámiť odbornú verejnosť s najnovšími poznatkami, postupmi a technológiami, umožňujúcimi bezpečné a ekologicky vyhovujúce odvádzanie, čistenie odpadových vôd a nakladanie s čistiarenským kalom ako aj poskytnúť aktuálne informácie o stave v odvádzaní a čistení komunálnych odpadových vôd.

Konferencia sa konala v období dozrievania finálnej fázy realizácie kanalizačných stavieb z plánovacieho obdobia rokov 2007 – 2013, čerpania finančných prostriedkov EÚ a prípravy na nasledujúce plánovacie obdobie.

Táto skutočnosť ešte znásobila zá-

Prvá sekcia **Koncepčné a kvalitatívne faktory súvisiace s výstavbou a rekonštrukciou stokových sietí a ČOV** bola obsahovo zameraná najmä na legislatívne a koncepčné východiská pre výstavbu a modernizáciu ČOV a stokových sietí, a taktiež na ekonomické hľadiská a nástroje investičných akcií v oblasti stokových sietí a ČOV, vrátane využitia prostriedkov z fondov EÚ. V rámci ďalšej sekcie **Stav v odvádzaní a čistení komunálnych odpadových vôd** bol popísaný aktuálny stav v oblasti odvádzania a čistenia komunálnych odpadových vôd na Slovensku, napríklad prostredníctvom plánov rozvoja verejných kanalizácií, návrhu plánov manažmentu povodí, alebo hodnotenia implementácie smernice o čistení komunálnych odpadových vôd. V rámci sekcií **Rekonštrukcia komunálnych ČOV** a **Rekonštrukcia ČOV s priemyselným znečistením**, boli prezentované konkrétne poznatky týkajúce sa rekonštrukcie, obnovy a intenzifikácie stokových sietí a komunálnych, resp. priemyselných ČOV, skúsenosti a špecifiká ich prevádzkovania. V troch častiach sekcie **Stokovanie** boli poskytnuté informácie z oblasti výstavby, rekonštrukcie a optimalizácie prevádzky stokových sietí, špecifikácie používaných materiálov a technologických postupov. Hlavnou náplňou sekcie **Invenčné prístupy v oblasti odpadových vôd**, ktorá konferenciu uzatvárala, bola najmä prezentácia nových, progresívnych postupov a metód odvádzania a čistenia odpadových vôd.

Do programu konferencie bola zaradená aj posterová sekcia, v ktorej bolo odprezentovaných 20 posterov.

Konferencia potvrdila, že otázky v oblasti odvádzania a čistenia komunálnych odpadových vôd sú predmetom záujmu širokého okruhu odborníkov a je potrebné tejto problematike venovať sústavne veľkú pozornosť.

Foto: Peter Maroš



covníkom, pracovníkom projektových, konzultačných a dodávateľských firiem a ďalším, ktorých sa problematika zamerania konferencie týka.

Rokovanie konferencie slávnostne otvorili Ing. Alena Bujnová, riaditeľka Odboru vodnej politiky MŽP SR, Ing. Ľubica Kopčová, PhD. generálna riaditeľka Výskumného ústavu vodného hospodárstva, Ing. Peter Belica CSC., riaditeľ Odboru kvality vôd ÚÚVH,

ujem o danú problematiku. Účasť potvrdilo viac ako 240 odborníkov zo Slovenska, Česka a Rakúska, ktorí predniesli spolu 47 odborných prednášok z viacerých oblastí. Odborný program konferencie bol rozdelený do jednotlivých tematicky zameraných sekcií, v rámci ktorých bolo účastníkom poskytnuté široké spektrum poznatkov a podnetov v oblasti odvádzania a čistenia komunálnych odpadových vôd.

Spomíname

Pred 100 rokmi 23. 10. 1915 sa v Dolnom Miholjaci (dnešné Chorvátsko) narodil Ing. Vladimír Bella. Bol synom Akademi-ka Bellu, významného slovenského vodohospodára v oblas- ti meliorácii. Ing. Vladimír Bella absolvoval štúdiá v Petrovci a v Záhrebe. Po ukončení štúdií v roku 1940 pracoval na regu- lačných prácach v Chorvátsku na riekach Kupa a Sávav. 1941 – 1942 na hydrologických štúdiách riek v Grécku, hlavne vod- né dielo Aliachmon a projektových prácach v Rakúsku a to vodné diela Ternberg a Rosenau. Od roku 1943 začal pôsobiť vo firme Tvorba v Bratislave a zaoberal sa študijnými práca- mi na využití horného Váhu, projekčnými prácami na vodnej elektrárni Dobšiná. V roku 1944 bol detašovaný do Slov. elek- trárni, kde pracoval na energetickom využití Hrona a po 1945 pri rekonštrukcii a projekčných prácach na elektrárňach Spiš- skej Novej Vsi, Prešove a Krompachoch a od roku 1954 na prí- prave expertíz a projektov pre energetické investície. V roku 1958 Ing. Bella nastúpil do Hydroprojektu (neskôr Hydrocon- zultu) v Bratislave a pracoval na koncepčných a projektových prácach. Jednalo sa hlavne o štúdie a riešenia odtokových pomerov na Východoslovenskej nížine, príprave odvodňova- cích a závlahových sústav na Žitnom ostrove, Dolnom Váhu a Záhorskej nížine. Od roku 1970 pôsobil ako vedúci technic-

kého úseku na príprave investícií, problematiky technického rozvoja a výchove inžinierskych kádrov pre hydromeliorácie. V rokoch 1951 – 1959 externe prednášal na katedre energe- tiky. Publikoval početne články vo Vodohospodárskom časo- pise SAV, Vodním hospodářství, Vodohospodárskom sprav- ovejcu a i. V rokoch 1960 – 1976 bol členom redakčnej rady Vodohospodárskeho spravodajcu. Za dobré pracovné úspe- chy bol v roku 1975 ocenený a dostal štátne vyznamená- nie „Za vynikajúcu prácu“. Zásluhou Ing. Bellu bola dokon- čená kniha Boj s vodou a o vodu, ktorú mal rozpracovanú jeho otec a pre zákernú smrť by dielo zostalo nedokončené. Za spolupráce Akademi-ka Ježdíka, Ing. Malého, Doc. Višňov- ského, Ing. Šoltésza, Ing. Dzubáka, Ing. Stáňu, Ing. Uhliari- ka, Ing. Svobodu, Ing. Hyanka dielo bolo dokončené a v roku 1956 knižne vydané. Ing. Bella tiež spracoval a v roku 1971 vy- dal publikáciu Vodohospodárske úpravy Východoslovenskej nížiny. Napriek svojmu úsiliu pokračovať vo svojej práci ho zákerná smrť skolila a ukončila jeho púť 5. 7. 1976.

Češť jeho pamiatke.

Ing. Miloš Bella,
VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, š. p. Bratislava

Normy

Informácie o nových STN

INFORMATION ON NEW SLOVAK WATER MANAGEMENT STANDARDS (STN)

Pripravila: **Mgr. Daša Borovská**

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

V septembri a októbri 2015 vyšli v ob- lasti vodného hospodárstva tieto sloven- ské technické normy:

STN EN 14184: 2015 (75 7713) Kvalita vody. Pokyny na skúmanie vodných makrofy- tov v tečúcich vodách

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN EN 14184: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 14184: 2014 v an- glickom jazyku.

STN EN ISO 17994: 2015 (75 7814) Kvali- ta vody. Požiadavky na porovnanie relatívnej výťažnosti mikroorganizmov dvoch kvantita- tívnych metód

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 17994: 2015 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN ISO 17994: 2014 v anglickom jazyku.

STN EN ISO 9308-1: 2015 (75 7834) Kva- lita vody. Stanovenie *Escherichia coli* a koli- formných baktérií. Časť 1: Metóda membrá- novej filtrácie na stanovenie vo vodách s ní- zkou koncentráciou sprievodnej bakteriálnej mikroflóry

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 9308-1: 2015 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN ISO 9308-1 z apríla 2015 v anglickom jazyku.

STN EN 12873-1: 2015 (75 8702) Vplyv materiálov na pitnú vodu. Vplyv migrácie (vy- lúhovania). Časť 1: Skúšobná metóda na vý- robky vyrobené z organických alebo sklovi- tých materiálov (porcelánové/sklené smalty) alebo výrobky obsahujúce tieto materiály

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN EN 12873-1: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 12873-1: 2014 v an- glickom jazyku.

STN EN 12931: 2015 (75 8416) Chemiká- lie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chemikálie na núdzové použitie. Bezvodý dichlórízokyanurát sodný

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 12931: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 12931: 2008.

STN EN 12932: 2015 (75 8417) Chemiká- lie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chemikálie na núdzové použitie. Dihydrát dichlórízokyanurátu sodného

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 12932: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 12932: 2008.

STN EN 12933: 2015 (75 8418) Chemiká- lie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Chemikálie na núdzové použitie. Kyselina trichlórízokyanurová

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 12933: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 12933: 2008.

STN EN 15030+A1: 2015 (75 8419) Che- mikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Soli striebra na nesystematické použi- vanie

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 15030+A1: 2015 sa ruší predchádzajúce vydanie STN EN 15030: 2013.

STN EN 14368: 2015 (75 8625) Výrobky používané pri úprave vody na pitnú vodu. Vá- penec potiahnutý oxidom manganičitým

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 14368: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 14368: 2004.

STN EN 14369: 2015 (75 8626) Výrob- ky používané pri úprave vody na pitnú vodu. Granulovaný aktívny oxid hlinitý potiahnutý železom

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 14369: 2015 sa ruší pred- chádzajúce vydanie STN EN 14369: 2004.

STN EN 15768: 2015 (75 8735) Identifiká- cia organických látok vylúhovateľných vodou z materiálov v kontakte s pitnou vodou metó- dou GC-MS

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Experimentálny výskum redukcie povodňových vplyvov stokovej siete na urbanizované územie na Noci výskumníkov a KOMVY 2015

Ing. Lenka Molnárová, Ing. Kristína Galbová, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebnej fakulty, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave spolu so Slovenským národným komitétom IWA sa zúčastnili Festivalu vedy – Európska noc výskumníkov, na ktorej sa prezentovali aj členovia riešiteľského kolektívu projektovej úlohy APVV-0372-12. Európska noc výskumníkov sa konala 25. 9. 2015, do ktorej sa tento rok

nia v rámci Slovenska. Dôkazom tohto tvrdenia je aj záujem pedagógov a študentov zo základných a stredných škôl. Dôležitým a zaujímavým prvkom prezentácie v stánku bolo oboznámenie verejnosti s čiastkovými výstupmi výskumnej úlohy v rámci projektu APVV-0372-12 – „Experimentálny výskum redukcie povodňových vplyvov stokovej siete na urbanizované územie“, ktorá sa na katedre v súčasnej dobe rieši.

nu pôd a návrh jednotlivých opatrení zabraňujúcich degradácii, návrh ohľadom zavlažovania, spôsoby odstraňovania ťažko odstrániteľného znečistenia v rámci odpadových vôd. Časť prednášok smerovala k odprezentovaniu problematiky riešenej v rámci projektu APVV-0372-12 – „Experimentálny výskum redukcie povodňových vplyvov stokovej siete na urbanizované územie“. Tieto prednášky boli zame-



zapojilo 33 európskych štátov. Ústrednou témou tohto ročníka bola „Veda je budúcnosť“ a v tomto duchu sa niesla aj prezentácia programu stánku Katedry. Téma „**Naša Naše Naša – Voda Odpady Budúcnosť**“ odzrkadľovala vplyv ľudskej činnosti na kvalitu prostredia, v ktorom žijeme a následky, ktoré nás ako spoločnosť čakajú v blízkej budúcnosti, ak rýchlo nezmeníme náš prístup k čerpaniu zdrojov a ich znehodnocovaniu. Doktorandi Katedry si pre široké spektrum návštevníkov, ktoré zahŕňalo laickú aj odbornú verejnosť všetkých vekových kategórií, pripravili rôzne aktivity, ktoré mali za úlohu priblížiť činnosti, ktorým sa na Katedre venujeme a tiež atraktívnou formou poukázať na problémy súvisiace s vodou a odpadmi, ktorým musí spoločnosť v súčasnosti čeliť. Táto aktivita tiež významne každoročne prispieva k propagácii štúdia vodného hospodárstva na všetkých stupňoch vzdeláva-

Ďalším podujatím, ktoré organizovala Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebnej fakulty, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave v spolupráci so Slovenským národným komitétom IWA bola Konferencia mladých výskumníkov **KOMVY 2015**. Konferencia sa konala v dňoch 16. – 18. 9. 2015 v penzióne Slniečko v rekreačnej oblasti Duchonka. Na konferenciách boli prezentované prednášky v okruhoch **vodné stavby, vodné hospodárstvo a environmentálne inžinierstvo**. Garanti konferencie boli prof. Ing. Andrej Šoltész, PhD. z Katedry hydrotechniky, prof. Ing. Viliam Macura, PhD. z Katedry vodného hospodárstva krajiny a doc. Ing. Štefan Stanisko, PhD. z Katedry zdravotného a environmentálneho inžinierstva.

Témy prednášok boli rôznorodé, ale prínosné pre všetkých zúčastnených, ktorí sa aktívne zapájali do diskusií. Hlavné oblasti boli zamerané na ochra-

rané na návrhové dažde, ktoré slúžia ako podklad k návrhu a riešeniu problémov pri prevádzke stokových sietí, pre CFD modelovanie jednotlivých objektov či už na stokovej sieti alebo na čistiarni odpadových vôd, infiltráciu podzemných a cudzích vôd do stokových sietí a tiež bola prezentovaná problematika kalového hospodárstva. Prednášatelia odborne ozrejmili problematiky svojich prác, ktorým sa venujú. Okrem odborných prednášok bola konferencia obohatená o spoločný kultúrno-sportový program v rekreačnom stredisku Duchonka.

Všetkým prednášateľom ďakujeme za účasť a tešíme sa na ďalší ročník Konferencie mladých výskumníkov 2016.

Foto: archív STU

POĎAKOVANIE

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0372-12“.

Ako písať do Vodohospodárskeho spravodajcu

Vaše príspevky nám posielajte v textovom editore Word.

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

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

1. Štruktúra príspevku:

☐ Názov – krátky a výstižný

☐ Anotácia

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

☐ Úvod

☐ Samotný text (jednotlivé hlavné časti oddelené medzititulkami)

☐ Závery

☐ Literatúra

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

2. Písanie zoznamu literatúry:

● Kniha

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

● Kapitola v knihe

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

● Článok v časopise

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

● Príspevok v zborníku

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

● Monografia

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

● Časť monografie

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

● Zdroj z internetu

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

3. Citácie v texte príspevku:

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

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

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

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: Nábr. Arm. 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. S. Dobrotka, Ing. I. Galléová, Ing. I. Grundová, doc. Ing. L. Jurík, PhD., RNDr. Andrea Vranovská, PhD., Mgr. L. Krno, RNDr. O. Majerčáková, CSc., Ing. J. Poďorová, PhD., Ing. Ivan Málinka, Ing. Juraj Jurica, Ing. P. Rusina, doc. RNDr. I. Škultétyová, PhD., Ing. G. Tuhý, Dr. Ing. A. Túma.

Dátum vydania: 19. november 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

Dodávateľ technologických celkov
čistiarní odpadových vôd a úpravní vôd

envi-pur

Drenážny systém Leopold typu S a SL

Rovnomerná distribúcia pracieho vzduchu po celej ploche filtra umožňuje dosiahnuť vynikajúce výsledky prania filtrov, a to i pri rôznom zložení vrstiev filtračného média.

Výhody a použitie technológie Leopold

- » Nízka hmotnosť pre ľahkú manipuláciu
- » Materiál – veľmi odolný a nekorozívny vysokohustotný polyetylén (HDPE)
- » Povrch znižujúci nebezpečie kalcifikácie
- » Odstraňovanie zákalu a vložkovitých suspenzií po koagulácii pri úprave vody
- » Odstraňovanie suspendovaných látok pri čistení odpadových vôd
- » Terciálne čistenie odp. vôd a zmäkčovanie vody



envi-pur

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

Obchodná kancelária:
Zvolenská 27
821 09 Bratislava
Slovenská republika

www.envi-pur.sk

Milan Drda, konateľ

telefon: +421 911 897 897
e-mail: info@envi-pur.sk



VodaTím s.r.o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava

ROZBOR VODY – ODBORNÉ PORADENSTVO

- rozbor pitných vôd
- rozbor bazénových vôd
- návrh technológie úpravy vody
- odborné poradenstvo pre oblasť: pitných a odpadových vôd; kúpalísk a bazénov; v oblasti ľudských zdrojov

BEZPEČNÁ PITNÁ VODA – ZDRAVIE A EKOLÓGIA



Poloprevádzkové overenie dvojstupňovej úpravy vody s lamelovou zostavou na ÚV Klenovec a ÚV Málince

ÚPRAVA VODY - DODÁVKA ZARIADENÍ

- odstraňovanie nežiadúcich komponentov z vody (železo, mangán, amónne ióny, dusičnany, chlór, vápnik...)
- zmäkčovanie vody
- hygienické zabezpečenie vody
- galvanická úprava teplej a studenej vody
- domové čistiare odpadových vôd
- ekologické čistiace a pracie prostriedky

tel.: 0903 268 508 e-mail: vodatim@vodatim.sk www.vodatim.sk



Jako, s.r.o.
aktivní uhlí, antracit
UV-dezinfekce

tel.: +420 283 981 432
+420 603 416 043
fax: +420 283 980 127

www.jako.cz
e-mail: jako@jako.cz

Ministerstvo životného prostredia SR
Výskumný ústav vodného hospodárstva
Slovenská vodohospodárska spoločnosť pri VÚVH, člen ZSVTS
Slovenská vodohospodárska spoločnosť, člen ZSVTS



Odborný seminár

Problémy ochrany podzemných vôd

8. december 2015

