

**PRÍSTROJOVÁ TECHNIKA MONITOROVANIA
KVANTITY POVRCHOVÝCH VÔD A MERANIE PRIETOKOV ADCP**

Zuzana Danáčová, Jana Poórová, Lotta Blaškovičová, Soňa Liová

Popri základnom prehľade používanej techniky na monitorovanie množstva a hydrologického režimu povrchových vôd sa príspevok venuje popisu, ako obstáli prístroje počas extrémnych hydrologických udalostí v uplynulom období, predovšetkým v povodňovom roku 2010, počas povodne na Dunaji v roku 2013, ale aj počas privalových povodní na tokoch s monitorovacími stanicami – na Handlovke, Gidre, Parnej a ďalších. Tiež analyzuje výsledky hydrometrovaní počas uvedených povodňových epizód a aj počas období sucha v rokoch 2011 a 2012. Príspevok sa venuje aj spolupráci na hraničných tokoch v oblasti hydrometrovania, prehľadu spoločných meraní, ich príprave, priebehu a vzájomného zosúladovania výsledkov. Porovnáva kvalitu hydrometrickej techniky na Slovensku s okolitými štátmi a predkladá víziu do budúcnosti.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: monitorovanie, meranie prietoku, extrémne prietoky

INSTRUMENTATION FOR SURFACE WATER QUANTITY MONITORING AND DISCHARGE MEASUREMENTS BY ADCP. Besides the basic overview of technique used for monitoring of the amount and the hydrological regime of surface water, this contribution describes, how did the instruments survive during the extreme hydrological events over the past years, especially in the flood year in 2010, during the Danube flood in 2013, but also during the flash floods on the streams with monitoring stations - Handlovka, Gidra, Parná and others. It also analyzes the results of discharge measurements during these flood episodes and during the droughts in 2011 and 2012. The contribution also deals with the cooperation on cross-border streams in the area of discharge measurements, summary of joint measurements, their preparation, process and reconciliation of the results. It compares the quality of hydrometric technology in Slovakia with neighboring countries and presents a vision for the future.

KEY WORDS: monitoring, discharge measurement, extreme flows

Úvod

Dôležitosť presného stanovenia prietoku v prírodných podmienkach má nespochybniteľný význam a to nielen pre hydroológov. Už okolo roku 100 n. l. sa Heron Alexandrijský pokúšal o prvé experimenty spojené so stanovením prietoku. V dnešnej dobe existuje viacero spôsobov merania a stanovenia prietoku v otvorených korytách. Na výber spôsobu merania a stanovenia prietoku vplyva mnoho faktorov. Treba prihliadať na šírku a hĺbku meraného profilu, druh prúdenia v otvorenom koryte (víry, turbulентné prúdenie a pod.), taktiež na fyzikálne vlastnosti vody (teplota vody, množstvo splavenín a plavenín, plávajúce predmety a pod.) a v neposlednom rade na požiadavky na presnosť

a opakovateľnosť merania (merací rozsah a miesto merania a pod.).

Vývoj siete vodomerných staníc na Slovensku

Prvé vodočty boli zriadené na Dunaji v Bratislave už v roku 1823 a v Komárne v roku 1830, aj keď s pravidelným pozorovaním vodných stavov sa začalo až v roku 1876 v Bratislave. Koncom 19. storočia pribudli ešte ďalšie vodočty na Dunaji, ako aj na niektorých ďalších tokoch (Váh, Morava, Kysuca, Orava, Bodrog, Ondava, Topľa, Laborec). Do začiatku prvej svetovej vojny tvorilo pozorovaciu sieť 25 vodočetných staníc. Po prvej svetovej vojne sa počet vodočetných staníc začal rovnomerne zväčšovať, i keď spočiatku len málo

z nich bolo vybavených limnigrafickými prístrojmi slúžiacimi na kontinuálny záznam vodných stavov (do roku 1921 to boli len 2 stanice). V roku 1930 sieť tvorilo 146 staníc. Limnigrafickým prístrojom bolo z nich vybavených iba 10 a 18 vodomerných staníc vyčísľovalo prietoky. Výrazný nárast počtu staníc s vyčísľovaním prietokov bol v roku 1931, kedy sa prietoky začali vyčísľovať v 81 staniaciach a mnohé z nich pozorujú dodnes. Koncom **60. rokov**, kedy sieť tvorilo 280 staníc, sa už prietoky vyčísľovali v 187 staniaciach a 111 z nich bolo vybavených limnigrafickým prístrojom. Ďalší výrazný nárast v pozorovacej sieti bol v **70. rokoch, kedy** vznikla potreba národného hospodárstva detailnejšie poznať vodné zdroje. Nielenže vzrástol počet staníc v pozorovacej sieti (v roku 1971 v sieti pozorovalo 494 vodočetných staníc), ale zvýšil sa aj podiel vodočetných staníc vybavených limnigrafickým prístrojom na 60 %. V tomto období sa prietoky už pravidelne merali a vyčísľovali v 84 % staniaciach a tento podiel sa zvyšoval aj ďalej, a tak od tohto obdobia by sme mohli označenie „vodočetná stanica“ zameniť na „vodomerná stanica“. **Počet staníc v sieti sa ďalej zvyšoval až do roku 1987, kedy dosiahol maximum, a to 580 staníc (Poórová, 2000).**

Začiatkom 90. rokov 20. storočia sa pristúpilo k redukcii pozorovacej siete hlavne z ekonomických dôvodov, čo viedlo k tomu, že v roku 2000 pozorovaciu sieť povrchových tokov tvorilo 391 vodomerných staníc. Prietoky sa merali a vyčísľovali v 382 vodomerných staniaciach. Momentálne v roku 2015 máme 420 vodomerných staníc, z ktorých sa v 403 vyčísľujú aj prietoky. Okrem vodných stavov a prietokov sa v sieti staníc povrchových vôd pozorujú aj jej fyzikálne vlastnosti: teplota vody a vo vybraných staniaciach aj množstvo plavenín. Kým začiatky pozorovania teplôt vody siahajú do obdobia zakladania prvých pozorovacích objektov, do roku 1925, s pozorovaním a vyhodnocovaním plavenín sa začalo až v roku 1992.

Meranie vodných stavov a prietokov

Prvé pozorovania vodných stavov boli na našom území na Dunaji v Bratislave už v roku 1823. Aj keď pozorovateľ robil záznamy o stave nepravidelne, sú to cenné informácie. S pravidelných pozorovaním sa začalo v r. 1876. Vybavenie staníc limnigrafickými prístrojmi slúžiacimi na kontinuálny záznam vodných stavov došlo až po prvej svetovej vojne. Na meranie a registráciu vodných stavov sa používali plavákové limnigrafy s mechanickým prevodom na registráciu vodných stavov: UL-501, UL-502 a UL-503. V prvej polovici deväťdesiatych rokov v niektorých vodomerných profiloch (hlavne na Dunaji) sa začali používať tlakové snímače s automatickým digitálnym záznamom vodných stavov. Boli to nemecké prístroje Hydrus II, ktoré boli postupne pre vysokú obstarávaciu cenu a krátku životnosť nahradzované prístrojmi slovenskej výroby MARS 2, resp. MARS 3 (meracia automatická registračná stanica). Testovanie prístrojov typu MARS sa zrealizovalo pri

monitorovaní hydrologického režimu v oblasti vodného diela Gabčíkovo (Poórová 200). SHMÚ sa od roku 1992 orientuje na unifikáciu prístrojovej techniky pre automatický monitoring režimu povrchových aj podzemných vôd na Slovensku a na túto unifikáciu sa osvedčujú prístroje typu MARS so svojim technickým a programovým vybavením. V súčasnosti sú všetky vodomerné stanice vybavené automatickými prístrojmi. Sieť je rozdelená na operatívne vodomerné stanice (označované aj AHS – automatické hydrologické stanice s diaľkovým prenosom údajov) a režimové vodomerné stanice. Na Slovensku je v súčasnosti nainštalovaných 268 operatívnych vodomerných staníc. Merania a prenos údajov o výške vodnej hladiny, teplote vody, teplote vzduchu a zrážkach sú v 15-minútových a 1-minútových intervaloch. Na tento prenos údajov sa využívajú služby siete GSM (GPRS) od providerov mobilných operátorov. Režimové stanice sú stanice, ktoré sa využívajú na hodnotenie hydrologického režimu a hydrologických procesov – v súčasnosti 150 prístrojov. Zaznamenané údaje sa uchovávajú v internej pamäti prístroja maximálne po dobu cca 6 mesiacov v závislosti od intervalu snímání hydrologických veličín. Nakoľko pri týchto prístrojoch nie je možný diaľkový prenos dát, v súčasnom stave treba tieto údaje stiahnuť manuálne do príručného počítača Pocket PC. Tieto údaje sa následne skopírujú do počítača, v ktorom je software na spracovanie hydrologických údajov. V prípade, keby sa údaje nestiahli v požadovanom časovom termíne, mohla by nastať situácia, že by sa namonitorované údaje prekryli ďalšími údajmi, čo by malo za následok ich stratu.

Priame meranie prietoku

Začiatkom 70-tych rokov sa zakúpila meracia technika na meranie prietokov pomocou hydrometrickej vrtule na tyči a na závese od vtedy západonemeckej firmy A.OTT. V roku 1973 bol na SHMÚ vo vlastnej réžii skonštruovaný meračí vozík na meranie prietoku s hydrometrickou vrtulou na závese so závažím do 100 kg (obr. 1).

V roku 1986 boli od firmy A.OTT zakúpené prístroje NAUTILUS pre meranie na tokoch, kde vegetácia sťažovala meranie klasickou hydrometrickou vrtulou.

V roku 2005 boli zakúpené meracie motorové vozidlá s hydraulickým výsuvným ramenom (obr. 1) a prvý ultrazvukový prístroj ADCP.

Od roku 2006 prebiehajú porovnávacie merania pomocou prístroja ADP verzus merania s hydrometrickou vrtulou, ako aj porovnanie výsledkov meraní prístrojom ADP s výsledkami meraní ADP iných krajín počas spoločných meraní na hraničných tokoch. Priame meranie prietoku pomocou ultrazvukového prístroja má niekoľko výhod. Najväčšími výhodami sú skrátenie doby merania, priebežné vyhodnocovanie parametrov merania a okamžité vyhodnotenie jednotlivých meraní. Výrazné skrátenie doby merania a okamžité vyhodnotenie umožňuje vykonať niekoľko meraní za sebou čo zvyšuje spoľahlivosť vyhodnotenia meraní.



Obr. 1. Vozík s hydrometrickým krídlom na závese, so 100 kg torpedu.

Fig. 1. A cart with propeller-type hydrometric instrument, with 100 kg weight.

Ďalšou výhodou je nízka hmotnosť meracieho zariadenia. V roku 2008 boli zakúpené ďalšie 2 ultrazvukové prístroje ADP Stream Pro (meranie do hĺbky toku 6 m) a jeden prístroj ADP River Ray (meranie do hĺbky toku 60 m) na priame meranie prietoku v prirodzených korytách. Povodňový rok 2010 ale ukázal, že počet ultrazvukových prístrojov nie je postačujúci a preto boli v roku 2014 zakúpené ďalšie 4 prístroje River Ray (meranie do 60 m hĺbky) a 4 Stream Pro (meranie do 6 m hĺbky). Ultrazvukové prístroje ADP pracujú na princípe Dopplerovho javu.

Zo štyroch vysielačích senzorov vysielať signály o frekvencií 600Hz (Stream Pro) a 2000Hz (River Ray). Meraný profil je akusticky snímaný odrazenými frekvenciami od rozptýlených častíc vo vode, z ktorých sa vytvára rýchlostný profil. Údaje sú automaticky odosielané bezdrôtovým spojením do notebooku vybaveného programom WinRiver, ktorý získané údaje spracuje do výsledných prietokov daného profilu, ako aj na ďalšie informácie (rýchlosti prúdenia, prietočný profil, hĺbka) (Danáčová, 2012).

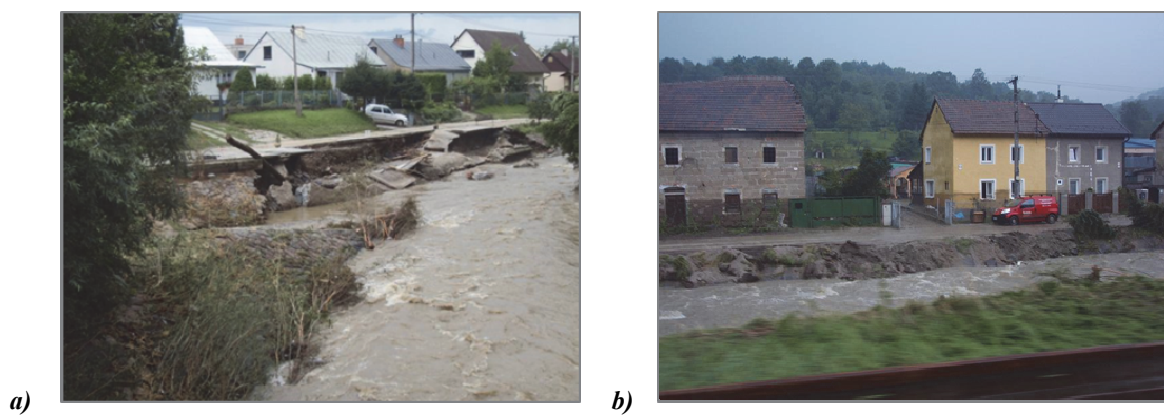
Prístroje počas extrémnych hydrologických udalostí

Hydrologická situácia počas ostatných 10 rokov bola každým rokom iná. **Rok 2010** bol mimoriadne vodný (tzv. rok povodní), ročné úhrny zrážok a ročné odtečené množstvá na Slovensku dosiahli najvyššie hodnoty od roku 1931. Vo väčšine povodí bol zaznamenaný opako-

vaný výskyt povodní s vyššou N –ročnosťou počas celého roka. Počas roka sme zaznamenali takmer všetky typy povodní – povodne spôsobené výskytom ľadových úkazov, zapríčinené následným topením snehu, povodne z regionálnych dažďov, letné prívalové povodne. Kulminačné stavy a prietoky predstavovali v mnohých staniách najvyššie hodnoty za celý čas pozorovania. Povodne postupne zasiahli všetky čiastkové povodia a to hlavne v máji a júni. Na území Slovenska sa v 58 vodomerných staniách vyskytol 20 – ročný, alebo vyšší kulminačný prietok. Z nich v 2 vodomerných staniách (Handlová, Prievidza) bol dosiahnutý 1000 ročný prietok (obr. 2ab).

Povodňová situácia v roku 2010 bola význačná z hľadiska dĺžky trvania, plošného rozsahu a napáchaných škôd a preverila tak prístrojové vybavenie vodomerných staníc, ako aj pripravenosť hydroológov. Počas tohto roka bolo vykonaných 2458 hydrometrovaní vrátane medzinárodných meraní, z toho bolo pomocou prístrojov ADCP vykonaných 969. Počas povodní bolo zničených 20 meracích prístrojov. Bola nutná rekonštrukcia 7 vodomerných staníc a merných profilov.

Jednou z poškodených staníc počas povodní v roku 2010 bola aj vodomerná stanica Horáreň Hluché - Palúdzanka (režimová stanica, obr. 3). Konštrukcia vodomernej stanice bola úplne zničená (obr. 4ab), ale automatický prístroj MARS 4 registroval nepretržite vodné stavy a teplotu vody. Po povodni bolo nutné vodomernú stanicu premiestniť.



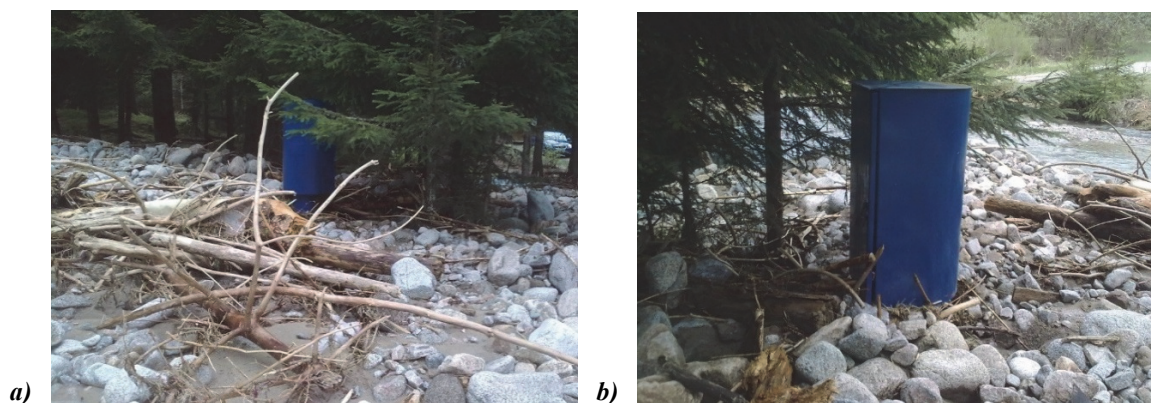
Obr. 2ab Škody po povodni v r. 2010 na Handlovke, v blízkosti vodomernej stanice Handlová.

Fig. 2ab Damages after flood in 2010 on Handlovka, close to water-gauging station Handlová.



Obr. 3. Vodomerná stanica Horáreň Hluché – Palúdzanka pred povodňou.

Fig. 3. Water-gauging station Horáreň Hluché – Palúdzanka before the flood.



Obr. 4ab Vodomerná stanica Horáreň Hluché – Palúdzanka po povodni v r. 2010.

Fig. 4ab Water-gauging station Horáreň Hluché – Palúdzanka after the flood in 2010.

Vodomerná stanica Šala – Váh (operatívna vodomerná stanica) bola celá zatopená, ale osadený prístroj MARS 5 zaznamenával vodné stavy aj počas zatopenia (takmer 2 dni), obr. 5ab.

Po tejto skúsenosti pracovníci SHMÚ, pracovisko Žilina, prerobili konštrukciu vodomernej stanice (zvýšenie konštrukcie cca o 1,2 m) a inštalovali na vodomernej stanici prístroj MARS 5 s väčším rozsahom zaznamenávania vodných stavov.

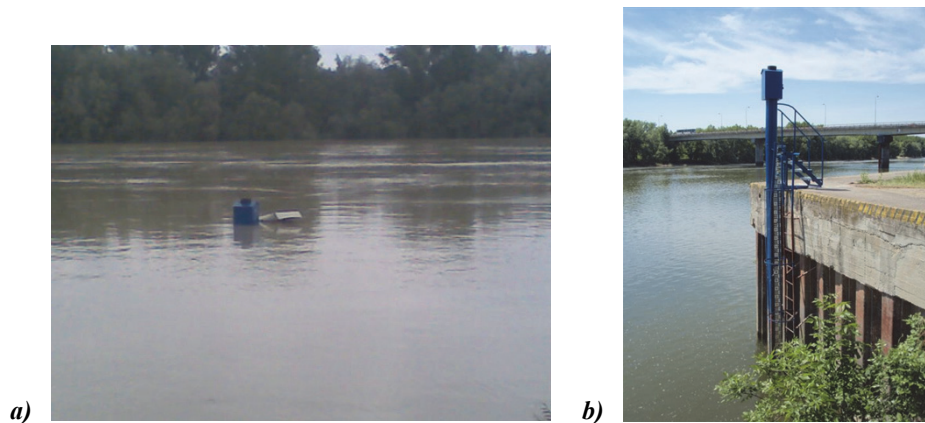
Na rozdiel od mimoriadne vodného roku 2010, rok 2011 patrí medzi málo vodné roky, aj keď vodnosť roka (vyjadrená koeficientom vodnosti, ktorý predstavuje percentuálny podiel priemerného ročného prietoku z príslušnej dlhodobej hodnoty) sa v jednotlivých vodomerných staniciach pohybuje vo veľmi širokej škále, a to od 50 až po 150 % dlhodobého prietoku (Q_a). Rok 2012 nasledujúci po zrážkovo suchom roku 2011 sa hydrologicky prejavil ešte výraznejšie – v roku 2011 sa vyskytli minimálne prietoky s hodnotou menšou ako Q_{364d} v cca. 15 % staníc, v roku 2012 bol takýto extrém zaznamenaný až v 31 % staníc. Kým v roku 2011 zaznamenala minimálny denný prietok na úrovni Q_{355d} a menší takmer polovica staníc (45,5 %), v roku 2012 tento stav nastal takmer v troch štvrtinách počtu staníc (73,3 %).

Po období suchých rokov prišla povodeň na Dunaji v roku 2013, ktorú možno za 133 rokov systematických pozorovaní a vyhodnocovaní prietokov na slovenskom úseku Dunaja považovať, čo sa týka kulminácie, za druhú najväčšiu po povodni v roku 1899. Bola však väčšia ako povodne v rokoch 1954 a 2002. Vo vodomerných staniciach s kratšími radmi (Medveďov a Ko-

márno) bola táto povodeň najväčšia doteraz zaznamenaná (Danáčová, 2013b).

Pri extrémnych povodňových situáciách sú vodomerné stanice vystavené extrémnym podmienkam a preto je dôležité práve v tomto čase vykonať maximálne úsilie na udržanie monitorovacích prístrojov v prevádzke. Prípadný výpadok stanice znamená stratu údajov potrebných pre operatívne rozhodnutia (hydrologické predpovede) a sťažuje aj dodatočné zhodnotenie priebehu a parametrov povodne. Nakoľko sa koncom mája 2013 začala vyvíjať mimoriadna situácia na Dunaji s pravdepodobnosťou veľkosti povodne v roku 2002, bolo potrebné zabezpečenie vodomerných staníc. Okrem fyzickej kontroly funkčnosti vodomerných staníc bola urobená výmena a záloha batérii meracích prístrojov, ako aj ich premiestnenie do najvyšších miest vodomerných staníc. Pri povodni v júni 2013 je ako pozitívum potrebné vyzdvihnúť fakt, že všetky vodomerné stanice, v ktorých SHMÚ vyčísluje prietoky, nápor povodne vydržali a zaznamenali spoľahlivo priebehy hladín. Niektoré z vodomerných staníc, ktoré registrujú len výšku hladiny, neboli osadené dostatočne vysoko a prístroje boli zaplavené (zefunkčnenie vodomernej stanice Sap - Dunaj), ale napr. vo vodomernej stanici Gabčíkovo, kde taktiež prišlo k zaplaveniu, okrem malého výpadku stanica merala aj po zaplavení. (Danáčová, 2013a) Poškodené boli tieto vodomerné stanice:

- Devínska nová Ves – Morava (*stanica potrebná aj pri hodnotení povodne na Dunaji)
- Gabčíkovo – staré koryto Dunaja
- Sap – Dunaj.

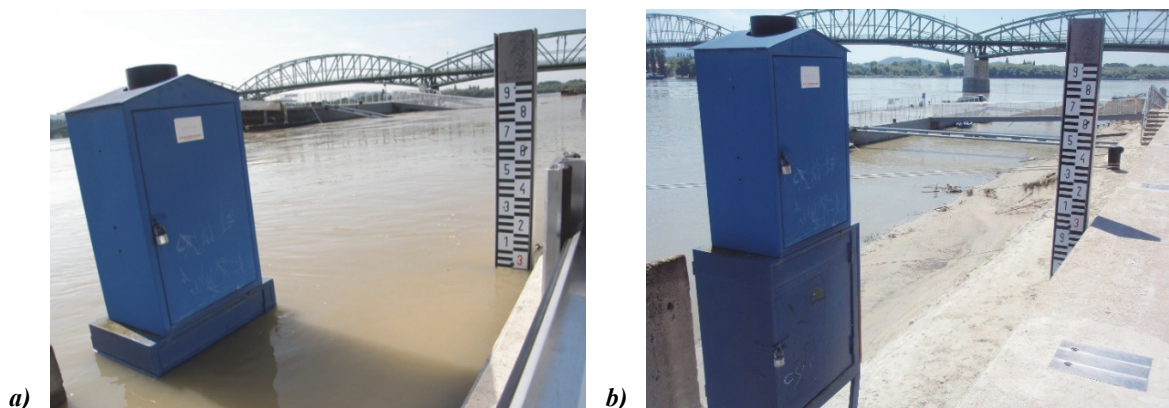


Obr. 5ab Porovnanie – vodomerná stanica Šala - Váh – počas kulminácie povodne (19.5.2010) a v máji 2011.

Fig. 5ab Comparison – water-gauging station Šala – Váh – during flood peak (19.5.2010) and in May 2011.



Obr. 6. Počas povodní je v niektorých prípadoch prístup k stanici možný len na člně.
 Fig. 6. During the floods the only possible access to the station in some cases is by a boat.



Obr. 7ab Vodomerňá stanica Štúrovo – Dunaj – počas povodne a po nej.
 Fig. 7ab Water-gauging station Štúrovo – Dunaj – during the flood and after.

Júnová povodeň 2013 je prvou extrémnou povodňou na Dunaji, pri ktorej neboli priame merania prietoku realizované hydrometrickým krídlom, ale výlučne ultrazvukovým prístrojom ADP. Merania počas povodní na Dunaji boli v minulosti vykonávané hydrometrickou vrtulou na závese so 100 kg torpédom, čo bolo veľmi namáhavé a zdĺhavé, či už z hľadiska presunu zariadenia, alebo samotného merania (napr. trvanie jedného merania z Mosta SNP počas povodne august 2002 bol cca 7 hodín). Ak si predstavíme šírku merného profilu vo vodomernej stanici (napr. v Bratislave bola počas kulminácie jún 2013 $B=355$ m, v Štúrove 542 m), išlo o časovo a fyzicky veľmi náročné meranie. (Danáčová, 2013a).

Postup povodňovej vlny na Dunaji merali pracovníci povrchových vôd na SHMÚ od Devína až po Štúrovo. Prietok sa meral ultrazvukovým prístrojom ADP. Pri priamom meraní z Mosta SNP (Nový most) v Bratislave, kde boli zamerané bodové rýchlosti vody väčšie ako $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, došlo hneď 4. 6. 2013 k strhnutiu prístroja ADP silným prúdením pod hladinu a len okamžitou reakciou

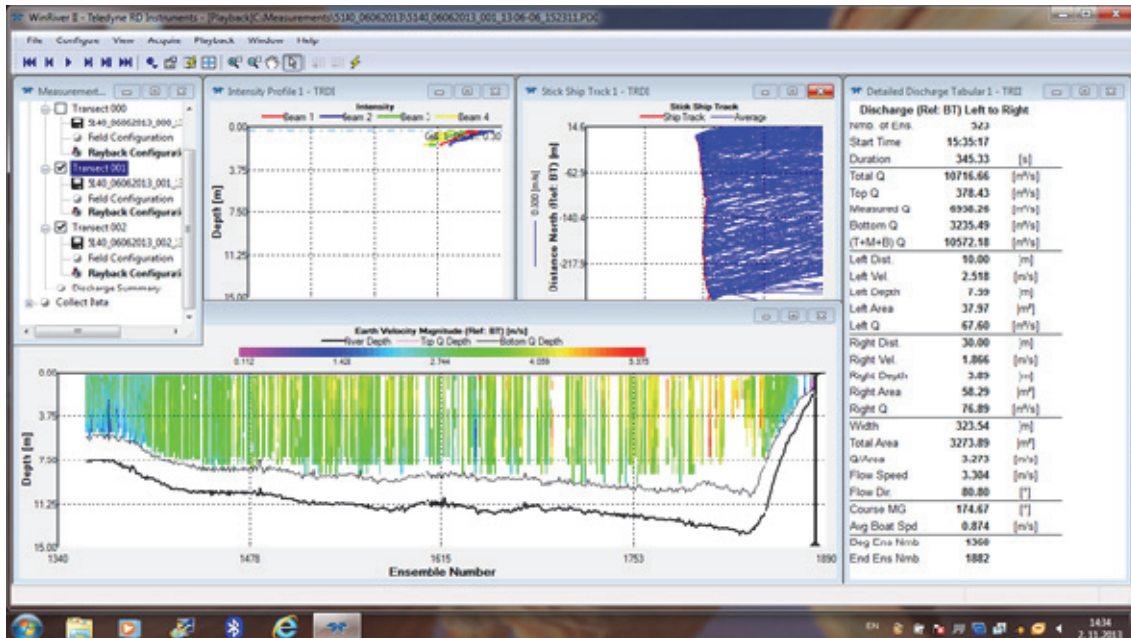
a veľkým úsilím pracovníkov sa podarilo prístroj na lane vytriahnuť a zachrániť. SHMÚ malo v tom čase iba jeden prístroj ADP merajúci až do hĺbky 40 m a preto bolo potrebné merať s veľkou opatnosťou a rešpektom pred silou rozvodneného Dunaja. Pri poškodení alebo znefunkčnení prístroja by sa hydrológovia museli vrátiť opäť k meraniam hydrometrickou vrtulou na závese, čo by značne časovo, ale aj prácnosťou predĺžilo každé jedno meranie; nebolo by teda možné vykonať taký počet meraní ako prístrojom ADP. Počas júnovej povodne 2013 na Dunaji sa podarilo vykonať viac ako 150 priamych meraní prietoku vo vodomerňých staniách na Dunaji, jeho prítokoch a priepustoch, z ktorých sa vyhodnotilo 61 výsledných hodnôt meraní (Danáčová, 2013a).

Dňa 6.6.2013 v Bratislave - Most SNP boli v popoludňajších hodinách s cieľom zmerať kulminálny prietok vykonané 3 merania bezprostredne za sebou. Vyhodnotením týchto meraní bol stanovený okamžitý prietok $10.540 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (kulminácia 16:30 hod, $Q=10.640 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$). Šírka profilu pri tomto meraní bola 355 m, max. hĺbka

13,68 m, priemerná rýchlosť $3,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Danáčová, 2013b).

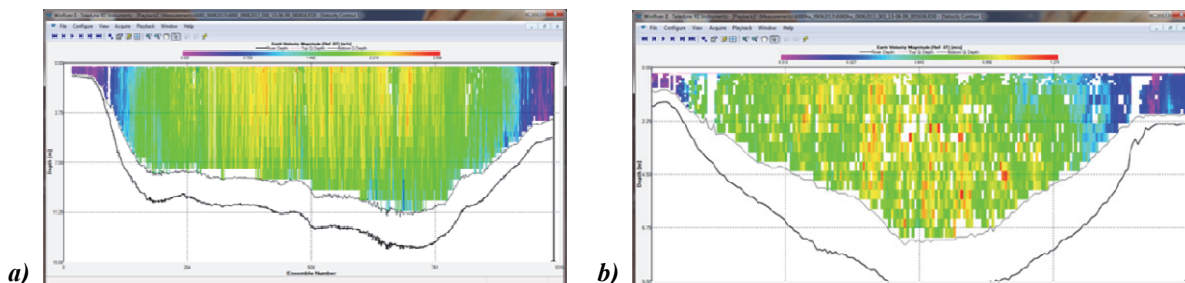
Vo vodomernej stanici Štúrovo bolo vykonaných 6 priamych meraní prietoku. Pri meraní v tejto vodomernej stanici bolo potrebné okrem hlavného toku Dunaj merať nielen obtokový kanál KisDuna, ale aj vybreženu vodu, ktorá zaliala časť Ostrihomu, nakoľko Ostrihom nemá protipovodňovú ochranu. V Štúrove povodňová vlna kulminovala 9.6. 2013 o 3:30 hod pri vodnom stave 812 cm a kulminačnom prietoku $9488 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$.

V tento deň sa pracovníkom hydrologickej služby SHMÚ podarilo zamerať ráno o 8:15 hod pri stave 811 cm prietok $9477 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, pričom hlavným tokom tieklo $9244 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a kanálom KisDuna $233 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Vyhodnotenie povodne vychádza z údajov o vodných stavoch v hodinovom kroku, zaznamenaných vo vodomernej stanici. Do spracovania vstupujú aj hodnoty mernej krivky, aktualizovanej na základe výsledkov priamych meraní prietokov a hodnoty zameraných prietokov. Súčasťou vyhodnotenia je aj bilancia prietokov po toku.



Obr. 8. Ukážka výstupu priameho merania prietoku ultrazvukovým prístrojom ADP, Bratislava - Dunaj.

Fig. 8. A sample of the output of ultrasonic discharge measurement by ADP, Bratislava - Danube.



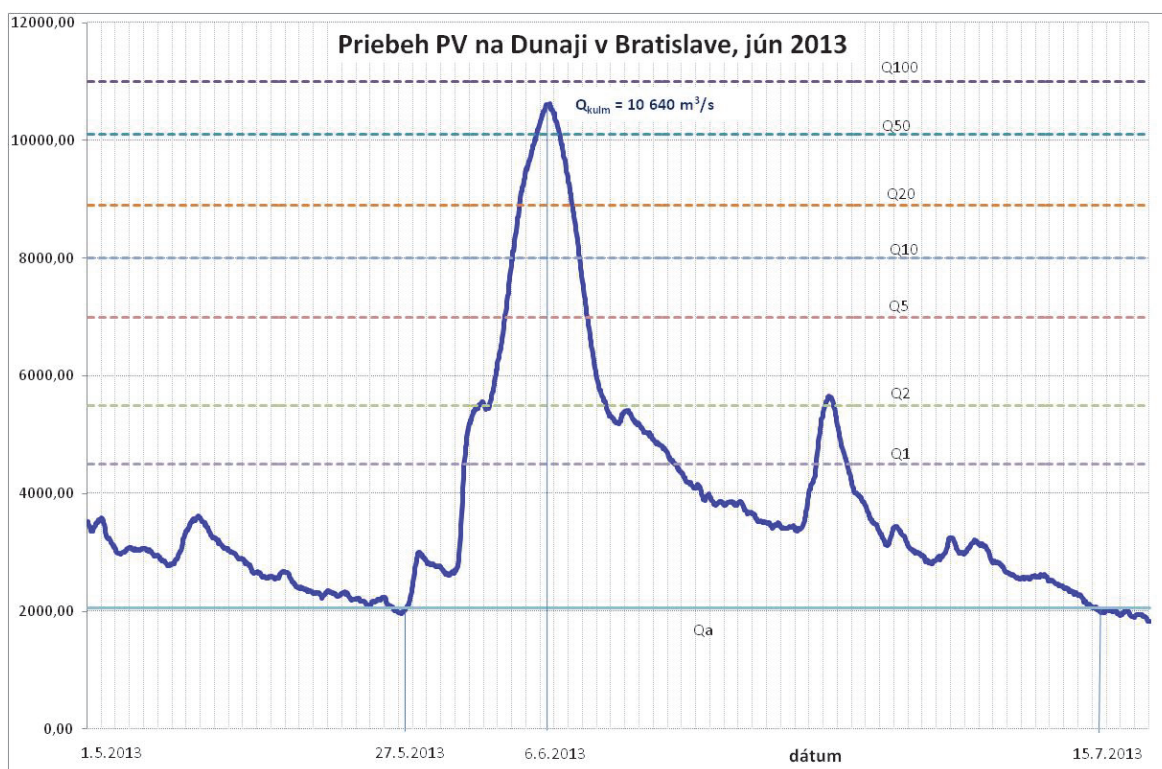
Obr. 9ab Ukážka výstupu priameho merania prietoku ultrazvukovým prístrojom ADP, v Štúrove a KisDuna.

Fig. 9ab A sample of the output of ultrasonic discharge measurement by ADP, Štúrovo and KisDuna.

Vo vodomernej stanici Bratislava – Dunaj bol uvedeným spôsobom vyhodnotený priebeh prietokov (obr. 10). Kulminácia prietoku nastala dňa 6. júna 2013 o 16,30 hod (SELČ), stanovená hodnota $10\,640\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ zodpovedá hodnote návrhového maximálneho prietoku s dobou opakovania 50 až 100 rokov. Vzostupná časť povodňovej vlny (od prekročenia hodnoty dlhodobého priemerného prietoku Q_a ($2061\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) 27. mája 2013 po kulmináciu trvala 11 dní, klesajúca vetva (do poklesu na hodnotu Q_a , 15. júla 2013) trvala 39 dní.

Objem povodňovej vlny, počítaný nad hodnotou Q_a , za toto obdobie (50 dní) je $9,884\text{ mld m}^3$ vody. Celkový objem vody, ktorý počas povodne pretekol bratislavským profilom Dunaja je $18,609\text{ mld m}^3$ vody. Porovnaním priebehu povodňovej vlny s hodnotami návrhových N-ročných prietokov môžeme konštatovať, že prietok vyšší ako Q_{50} sa vo vodomernej stanici Bratislava – Dunaj vyskytoval počas 40 hodín (1,7 dňa), viac ako 20-ročný prietok trval 3,7 dňa, prietok vyšší ako Q_{10} trval takmer 5 dní (4,7) a viac ako 5-ročný prietok sa vyskytoval necelých 6 dní (5,8) (Danáčová, 2013b).

Čo znamenala povodeň 2013 z pohľadu režimovej hydrológie? Veľkým úspechom je priame zameranie dosiaľ najväčšieho prietoku v Bratislave ($10\,540\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), v Medveďove ($9817\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), Komárno – most ($9358\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), Štúrovo ($9477\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$). Vďaka ľahšej manipulácii, presunu a kratšiemu času meraní pomocou ADP bolo vykonaných výrazne viac priamych meraní ako v minulosti. Väčšie množstvo priamych meraní znamenalo kvalitatívne lepší podklad pre hydrologické predpovede počas povodne, ale majú aj veľkú hodnotu pre režimové zhodnotenie povodne, jej priebehu. Zhodnotením tejto povodne z pohľadu režimovej hydrológie chceme prispieť k ešte lepšiemu poznaniu režimu povodní na Dunaji, ktoré je nevyhnutné pre nastavovanie protipovodňových opatrení, ale i zanechať informácie pre budúce generácie, ktoré aj im pomôžu zvládnuť povodňové situácie, ako aj zmierňovať následky dunajských povodní. Dunaj v júni 2013 pohrozil, varoval, ale človekom vybudované ochranné opatrenia rešpektoval, a tak zložil poklonu múdrosti našich predkov ako aj našim odborníkom zo súčasnosti.



Obr. 10. Priebeh prietokov počas povodne v r. 2013 vo vodomernej stanici Bratislava – Dunaj.

Fig. 10. The flow course during the flood in 2013 in water-gauging station Bratislava – Danube.

Záver

Prostredníctvom monitorovania štát získava presné informácie o kapacite, režime vlastných vodných zdrojov a ich vývoji, môže kvalifikovať a kvantifikovať vplyvy umelých zásahov do režimu využiteľných vlastných vodných zdrojov. Kontinuálne sledovanie hydrologických procesov umožňuje spoznávať jeho zákonitosti, poznanie ktorých nám umožňuje nielen ich simulovať v ďalších záujmových oblastiach, ale aj posúdiť jeho zraniteľnosť, t.j. nakoľko požiadavky uplatňujúce sa pre záujmovú oblasť narušia rovnováhu prírodných podmienok. Z hlavných účelov súčasného monitorovania hydrologického režimu vyplýva jeho zameranie na sledovanie kvantity a kvality hydrosféry v krajine. Výstupy z monitoringu využíva štát pri svojich rozhodovacích procesoch a vo vodohospodárskej politike. Je preto mimoriadne dôležité venovať pozornosť technickému stavu monitorovacej siete na povrchových tokoch a technike, ktorá je pre výkon kvalitného monitoringu potrebná.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu vedy a výskumu prostredníctvom finančnej podpory č. APVV-0089-12

Literatúra

- Danáčová, Z., Blaškovičová, L., Škoda, P., Tausberik, O. (2013a): Povodeň na Dunaji jún 2013 z pohľadu režimovej hydrologie. Vodohospodársky spravodajca 7-8/2013, s.12-15
- Danáčová, Z., Poárová, J., Tausberik, O., Škoda, P., Blaškovičová, L. (2013b): Čo znamenala povodeň v júni 2013 na Dunaji. Zborník z konferencie Manažment povodí a povodňových rizík, Bratislava 2013
- Danáčová, Z. (2012): Indikátorové metódy stanovenia prietokov v podmienkach prirodzených tokov Slovenska, Dizertačná práca, STU – SvF.
- Poárová J., Škoda P. (1999): Monitorovanie hydrologického režimu povrchových vôd na území Slovenska, Zborník prác SHMÚ.
- Poárová J., Tausberik O., Tešovič M. (2000): Posúdenie prístroja MARS 5 v režimovom spracovaní povrchových vôd. Záverečná správa SHMÚ.
- Poárová J., Makeľ M. (1999): Stanovenie miery ovplyvnenia hydrologického režimu povrchových vôd, Záverečná správa.
- Poárová, J., Tausberik, O. (2000): Možnosti monitoringu kvantity povrchových vôd. *Enviromagazín* 5/2000. Str.6-7.
- Blaškovičová L., Demeterová B., Ilavský R., Kullman E., Paľušová Z., Poárová J., Rončák P., Škoda P. (2003): Hydrological Monitoring in vegetation Period 2003 on Wetlands in the Latorica River Basin. Final Report. 2004. The Tisza River Project. EVK1-CT-2001-00099. 26s. Final Report. 2003. The Tisza River Project. EVK1-CT-2001-00099. V angl.
- Chriaštel, R., Kullman, E., Poárová, J. (2006): Čiastkový monitorovací systém – Voda v nadväznosti na implementačný proces Rámcovej smernice o vode na Slovensku. In: Smerom k integrovanému manažmentu povodia. Zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie pri príležitosti 55. výročia vzniku Výskumného ústavu vodného hospodárstva. Bratislava, 2006, ISBN 80 – 89062 – 46 – 6.
- Lešková D., Poárová J. (2010): Činnosť SHMÚ počas povodne v máji a júni 2010, cezhraničná spolupráca. In: Zborník Konferencie POVODNE: príčiny, priebeh a skúsenosti, Štrbské Pleso 2010.
- Poárová, J., Blaškovičová, L., Adamková, J., Kullman, E., Luptáková, A. (2004): CMS Voda – Súčasť ochrany a trvalo udržateľného využívania vodných zdrojov. *Enviromagazín*, 9, 2004, č.5, S: 9 – 11. V slov.
- Blaškovičová, L., Poárová, J., Hazlinger, M., Tausberik, O., Lupták, E. (2011): Prívalové povodne na Slovensku. Prívalová povodeň na Gidre a Parnej v júni 2011. In: Zborník Konferencie MANAŽMENT POVODÍ A POVODŇOVÝCH RIZÍK, Častá-Papiernička, 2011, ISBN 978-80-89062-83-6
- Poárová, J., Chriaštel, R., Kullman, E., Mrafková, L., Škoda, P., Lešková D. (2010): Monitorovanie vôd v súčasnosti. Semimár MŽP SR pri príležitosti Dňa Vody. Vyžiadaná prednáška.

INSTRUMENTATION FOR SURFACE WATER QUANTITY MONITORING AND DISCHARGE MEASUREMENTS BY ADCP

The beginning of the observation in Slovakia dates back to the first half of 19th century. First gauges for observation of water stages on Danube were constructed in 1823 in Bratislava and in 1830 in Komárno. At the beginning of WW I the observation network counted 25 gauging stations. The maximum number of stations was in 1987 (580 stations), then the number slightly decreased due to economic reasons. Nowadays, in 2015, there are 420 water-gauging stations in state monitoring

network of surface waters, all equipped by automatic instruments with pressure sensors and digital recorders. Part of them (268) are operative stations – with telemetric connection, the rest are the stations used for evaluation of the hydrological regime. The discharge is evaluated in 403 stations. There is also monitored the water temperature in most of the stations and in selected stations there are also evaluated the suspended sediments in daily samples.

The direct discharge measurements have been used to be measured by propeller-type current meters, however since 2005, when first ADP instrument was bought, the measurements on big rivers were provided by ultrasonic instruments. Their big advantage is much shorter time needed for the measurements, which allows to make more discharge measurements especially during the floods.

The big test of the instrumentation was the flood year 2010, which was exceptionally wet, and the yearly precipitation total as well as the runoff in Slovakia have been highest since 1931. The floods have damaged 20 instruments in water-gauging stations, 7 water-gauging stations and profiles have had to be reconstructed. Some of the stations were flooded, however the instruments

were working. During the year 2 458 discharge measurements have been provided, 969 from these made by ADP instruments.

After two following dry years there was again a big flood situation on Danube, which peak discharge was close to 100-year return period. The big success was the direct measurement of discharge $10\,540\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, very close to peak discharge ($10\,640\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), made by ADP.

The surface water monitoring is of high importance, as it gives the information about the quantity and regime of water resources and its evolution. It is necessary for government authorities for decision making and in water management policy. It is therefore extremely important to give attention to technical status of monitoring network and instruments needed for good monitoring.

Danáčová Zuzana, Ing., PhD.
Poórová Jana, Ing., PhD.
Blaškovičová Lotta, Ing., PhD.
Slovenský hydrometeorologický ústav
Jeséniova 17
833 15 Bratislava
Tel.: 02/59415 404
02/54775730
02/59415 274
Fax: 02/59415 393
E-mail: zuzana.danacova@shmu.sk
jana.poorova@shmu.sk
lotta.blaskovicova@shmu.sk

Liová Soňa, Ing.
Slovenský hydrometeorologický ústav, RS Žilina
Bôrická cesta 103
811 13 Žilina
Tel.: 041/7077515
E-mail: sona.liova@shmu.sk