

## MINIMÁLNY BILANČNÝ PRIETOK VO VZŤAHU K EKOLOGICKÝM PRIETOKOM

Lotta Blaškovičová, Katarína Melová, Zuzana Danáčová, Ľubica Lovássová, Viliam Šimor, Jana Poárová

Ekologické prietoky sú pojmom, ktorý zahŕňa celú škálu prietokov hydrologického režimu. Závažné dôsledky môžu mať zmeny prietokov vo vodných tokoch (prevažne v dôsledku antropologických vplyvov) a to tak príliš malé hodnoty (drancovanie tokov) ako aj úplné vylúčenie veľkých hodnôt prietokov, ktoré majú vplyv na morfológiu korýt, zloženie dna ako aj na inundačné územie. Príspevok je zameraný najmä na oblasť malých prietokov vo vzťahu k ekologickým prietokom, hydrologickým charakteristikám predstavujúcim malé prietoky a detailnejšie na charakteristiku MQ (minimálny bilančný prietok), ktorý sa používa vo Vodohospodárskej bilancii a ktorý je jedným z nástrojov na reguláciu nadmerného užívania vody. Prezentované sú aj možnosti prehodnocovania manažovania maximálnych prietokov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: ekologický prietok, minimálny bilančný prietok, hydrologické charakteristiky

**MINIMUM BALANCE DISCHARGE IN RELATION TO ECOLOGICAL FLOWS.** Eflows (ecological flows) is a term covering the whole spectrum of discharges of hydrological regime. The changes in discharges in the streams (mostly by anthropologic influence) can cause serious consequences. This involves too small values (overexploitation of streams) as well as complete segregation of high values of discharges, which have the major effect on the channel morphology, bed structure as well as the floodplain area. This article is focused mostly on the area of low discharges in the relation to ecological flows, hydrological parameters characterizing low flows and more detail is focused on the parameter MQ (minimum balance discharge) used in Water Resource Balance, which presents one of the tools used for regulation of overexploitation of water. Presented are also the possibilities of evaluation of the management of maximum discharges.

KEY WORDS: e-flows, minimum balance discharge, hydrological characteristics

### Úvod

Ustanovenia Rámcovej smernice o vode (RSV) uznávajú zásadnú úlohu kvantity vody a jej zmien pri podpore kvality vodných ekosystémov a dosiahnutia environmentálnych cieľov. Tieto ciele možno dosiahnuť len vtedy, ak sú zaručené aj podporné režimy prietokov. Preto je zavedenie a dodržiavanie ekologických prietokov kľúčové pre dosiahnutie stanovených cieľov a malo by byť zahrnuté do národných rámcov, s jasným odkazom na rozličné zložky prirodzeného režimu prietokov (a nie iba na minimálne prietoky) a s nevyhnutnosťou prepojiť ich definíciu s biologickými požiadavkami v súlade s požiadavkami RSV (Guidance document, 2015).

Hodnotenie hydrologického režimu sa explicitne vyžaduje v RSV pri priradení veľmi dobrého ekologického

stavu, pre ostatné stavy sa klasifikácia ekologického stavu spolieha na biologické metódy citlivé na všetky existujúce vplyvy, najmä hydrologické. Klasifikácia vodného útvaru, ktorý je ovplyvňovaný významným hydrologickým tlakom, iba na základe biologických metód nedostatočne citlivých na hydrologické alterácie, môže viesť k nadhodnoteniu ekologického stavu, ktorý nebude v súlade s RSV. V prípade, že takéto metódy zatiaľ nie sú dostupné, mali by ich podľa odporúčania Európskej komisie (EK) členské štáty urýchlene vyvíjať.

Pracovná skupina Eflows EK v rámci CIS (Common Implementation Strategy) vytvorila Usmernenie (Guidance document) Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive (Ekologické prietoky pri implementácii Rámcovej smernice o vode; ďalej len Usmernenie), publikované začiatkom roku 2015, ktoré má pomôcť členským krajinám pri

výbere a implementácii vhodnej metódy na stanovenie ekologických prietokov. Od členských štátov EÚ sa očakáva postupné zväzovanie aj aplikácia odporúčaní z tohto usmernenia. Tento dokument bol vytvorený v roku pred finalizáciou návrhu Plánov manažmentu povodí pre 2. cyklus, preto od členských štátov závisí rozsah, v akom budú odporúčania z tohto Usmernenia zahrnuté do PMP (2. cyklus) pred ich schválením v decembri 2015, a v následných plánovacích krokoch. Je zrejmé, že úplné zohľadnenie niektorých odporúčaní bude možné až pri príprave tretieho cyklu.

V usmernení sa odporúča, aby jednotlivé národné rámce zahŕňali:

- koncepnú definíciu ekologických prietokov s jasným odkazom tak na množstvo ako aj na dynamiku prietokov a ich súlad s environmentálnymi cieľmi, ktoré požaduje RSV
- ekologické prietoky ako záväznú požiadavku tam, kde je to relevantné:
  - pre všetky užívaní vody (najmä odber, nádrže, regulácia prietokov) s ich rôznymi vlastnosťami (povrchové a podzemné vody, vrátane aj nevratné, občasné a trvalé...),
  - pri strategickom plánovaní rozvoja využívania vody,
  - pri poskytovaní nových povolení,
  - v rámci skúmania existujúcich práv na vodu.
- podmienky pre výnimky z tejto požiadavky by mali byť v súlade so súvisiacimi výnimkami v RSV (článok 4 (4) až (7)).
- jasnú zodpovednosť za schvaľovanie vymedzenia ekologických prietokov a kontrolu ich dosahovania
- odstrašujúce trestné ustanovenia za porušenie regulačných požiadaviek.

Odporúča sa tiež, aby národné metodiky alebo usmernenia obsahovali:

- metodický postup a metódy na stanovenie ekologických prietokov, ktoré zahŕňajú príslušné prvky riečného ekosystému, minimálne kvalitatívne prvky RSV;
- súbor postupov, ktoré môžu byť vybrané v závislosti na druhu použitia, typu rieky a prepojenia medzi povrchovými a podzemnými vodami, kde je to relevantné;
- údaje potrebné na stanovenie ekologických prietokov;
- požiadavky na monitorovanie a podávanie správ príslušným orgánom;
- požiadavky na zabezpečenie transparentnosti metód a výsledkov pre všetky zainteresované strany, vrátane užívateľov vody.

Slovensko na zabezpečenie cieľov RSV v súvislosti so zachovaním dostatočného množstva vody pre vodný ekosystém v súčasnosti používa limitné hydrologické charakteristiky zakotvené najmä v nasledujúcich práv-

nych dokumentoch:

- Zákon o vodách č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov
- Vyhláška MŽPSR č. 457/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti manipulačného poriadku vodnej stavby
- Nariadenie vlády č.279/2011 Z. z. - nariadenie vlády SR, ktorým sa vyhlasuje záväzná časť Vodného plánu SR, obsahujúca program opatrení na dosiahnutie environmentálnych cieľov.

V legislatíve SR je definovaných viacero prietokov, ktoré môžu indikovať hrozbu nedostatočného množstva vody v toku, ktorý môže vzniknúť tak vplyvom prírodných ako aj antropogénnych faktorov. Medzi tieto charakteristiky zaraďujeme najmä: minimálny bilančný prietok (MQ), minimálny zostatkový prietok, minimálny (zaručený, sanitárny) prietok pod vodnou stavbou, M-denný prietok (väčšinou sa jedná o  $Q_{355d}$  a  $Q_{364d}$ ), využiteľné množstvo povrchovej vody a minimálny potrebný prietok.

### Materiál a metódy

**Minimálny bilančný prietok (MQ)** predstavuje bilančnú hodnotu, ktorá má charakter prednostne zabezpečeného nároku na vodný zdroj z hľadiska ochrany prírodného prostredia. Reprezentuje zachovanie podmienok pre biologickú rovnováhu toku a jeho najbližšieho okolia a umožňuje všeobecné užívanie vody, t.j. také, ktoré nevyžaduje povolenie vodohospodárskych orgánov. Podobný je **minimálny zostatkový prietok**, ktorý tiež umožňuje všeobecné užívanie povrchových vôd a zabezpečuje funkcie vodného toku a zachovanie vodných ekosystémov v ňom. Ak sa jedná o zachovanie biologickej rovnováhy v toku pod vodnou stavbou, v takom prípade sa pod ňou stanovuje **minimálny (zaručený, sanitárny) prietok**. Povolenia odberov z povrchových vôd sú viazané na vybrané hodnoty **M-denných prietokov**, konkrétne na  $Q_{355d}$ . **M-denný prietok** je priemerný denný prietok dosiahnutý alebo prekročený po M dní v zvolenom období (v súčasnosti je schválené hydrologické reprezentatívne obdobie 1961-2000). Tiež sa hodnotí **využiteľné množstvo povrchovej vody** definované ako maximálne množstvo povrchovej vody, ktoré možno odoberať z profilu vodného toku za prijateľných technických, ekonomických a ekologických podmienok bez ovplyvnenia režimu vodného toku, ktoré by malo za následok zhoršenie kvalitatívneho stavu vôd. V rámci Vodohospodárskej bilancie (VHB) sa tiež vyčísluje **minimálny potrebný prietok**, ktorý zahŕňa požiadavky na vodu zo strany užívania vody (reprezentované zmenou prietoku), ako aj požiadavky z hľadiska zabezpečenia minimálneho bilančného prietoku MQ.

V súvislosti s odporúčaniami v Usmernení sa na Slovensku v oblasti zabezpečenia ekologických prietokov a ich podpore v legislatíve ako slabé miesta ukazujú najmä nasledovné:

- Limitné obmedzenia uvedené vyššie sa týkajú najmä minimálnych prietokov, zabezpečenie celkového režimu a najmä vyšších prietokov v čase ich prirodzeného výskytu sa zohľadňuje len čiastočne pri tvorbe manipulačných poriadkov pre vodné diela. Vyhláška MZP SR 457/2005, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o náležitostiach manipulačného poriadku vodnej stavby, avšak problematiku prevádzania vyšších prietokov rieši predovšetkým s ohľadom na ochranu pred povodňami. Z pohľadu ekologických prietokov sa v uvedenej vyhláške uvádza povinnosť, aby v manipulačnom poriadku vodnej stavby boli uvedené „prietoky, ktoré je nutné dodržať pod vodnou stavbou“, pre manipuláciu s vodou na vodnej stavbe majú interné predpisy upravovať taký postup manipulácie s vodou, aby (o. i.) „sa nezhoršoval stav koryta vodného toku pod vodnou stavbou, najmä poškodzovaním koryta vodného toku, brehov, dna a jeho neprimeraným zarastaním“, spomína sa aj manipulácia „pri preplachovaní koryta vodného toku a zdrže a pri prepúšťaní splavenín“. Konkrétne limity alebo metodika stanovenia limitných hodnôt, obzvlášť pre vyššie prietoky a režim ich trvania sa však vo vyhláške neuvádza.
- Limitné hodnoty spomínané vyššie, ktoré sa týkajú hodnôt malých prietokov sa v legislatíve uvádzajú v zmysle, že by nemali byť podkročené, nie je však podchytené časové hľadisko – (maximálna) dĺžka trvania obdobia, počas ktorého môže byť prietok regulovaný na hodnote blízkej danému limitu.
- Stanovovania limitných hodnôt prietokov sú založené na hydrologických metódach, a nie sú vôbec alebo v nedostatočnej miere prepojené s biologickým hodnotením dopadu zmien prietokov na stav bioty.

### Minimálny bilančný prietok - MQ

Potreba stanovovania minimálnych prietokov, ktoré plnia funkciu ochrany vodného zdroja pred nežiadúcim odberom, resp. nevhodnou úpravou ovplyvnenia režimu má vo vodnom hospodárstve SR dlhodobú tradíciu. V 1. vydaní Štátneho vodohospodárskeho plánu (ŠVP) v roku 1956 plnili túto funkciu prietoky  $Q_{355d}$ . Zásadnejšia zmena hodnôt a ich výpočtu nastala pri spracovaní 2. vydania Smerného vodohospodárskeho plánu SSR v roku 1975. Následne, po spracovaní zásad štátnej vodohospodárskej bilancie v roku 1977 a smernice v roku 1980 - sa stanovovanie MQ - tzv. minimálneho bilančného prietoku, stalo jej súčasťou.

Minimálny bilančný prietok bol definovaný ako hodnota, ktorá má charakter prednostne zabezpečovaného nároku na vodný zdroj. Reprezentuje zachovanie podmienok pre biologickú rovnováhu toku a jeho najbližšieho okolia.

Prehodnotenie hodnôt MQ bolo vykonané od roku 1977 opakovane niekoľkokrát, pričom sa vychádzalo z reprezentatívneho obdobia 1931-1960 a následne obdobia 1931-1980. V deväťdesiatych rokoch sa na Slovensku

venovala pozornosť riešeniu problematiky hydroekologických limitov využívania toku a riešenie ekologických prietokov pod vybranými vodnými dielami. Výsledkom bol návrh na individuálne prehodnotenie každej lokality na základe rozhodovacieho procesu. Tieto štúdie neprišli celoplošne použiteľné výsledky a skupina expertov konštatovala, že pripraviť univerzálnu jednotnú metodiku stanovenia MQ pre celé územie SR je nereálne a z dôvodu komplikovanosti riešenia problematiky a veľkého rozsahu individuálnych situácií by predstavovala vysokú mieru neistoty.

Minimálny prietok je chápaný ako historická kategória, hodnota ktorej sa môže meniť uplatňovaním nových ekologických, ekonomických a vodohospodárskych kritérií. Už v prvom vydaní ŠVP ČSR sa konštatuje, že jednou zo zásad zostavenia vodohospodárskej bilancie je ponechanie určitého minimálneho prietoku v koryte, čo je základným predpokladom biologicky zdravého, životaschopného vodného toku.

Za medznú hodnotu sa považoval 364-denný prietok, pre výhľad 355-denný prietok. Praktické skúsenosti a overovanie zásad 1. vydania ŠVP, vykonané v období spracovania SVP SSR vyústili v konštatáciu, že niektoré predpoklady a podmienky sa oproti pôvodne uvažovaným zmenili (napr. kapacitné možnosti investičnej výstavby, regionálne nie celkom rovnomerný rozvoj národného hospodárstva a pod.). Ukázalo sa, že pri hospodárení s vodou treba pripustiť veľký rad výnimiek zo zachovania prietoku  $Q_{355d}$  a zároveň, že platnosť týchto výnimiek je časovo veľmi dlhá, alebo nie je vôbec vymedzená. Konštatovalo sa, že ak by sa zásada zachovania prietoku  $Q_{355d}$  striktne dodržala, znamenalo by to vyradenie odberov vody na niekoľko dní z národohospodárskeho rozvoja tých oblastí, pre ktoré nie sú vybudované akumulčné priestory na nadlepšovanie prietokov alebo pre vytváranie zásob vody. Vzhľadom na uvedené skutočnosti sa ukázala nevyhnutnosť modifikácie zásady zachovania prietoku  $Q_{355d}$ .

Pri určení konkrétnych hodnôt minimálnych bilančných prietokov MQ sa vychádzalo zo zásad pre úseky tokov s regulovaným odtokom a pre ostatné úseky tokov.

Na základe stanovených princípov boli pre 137 bilančných profilov Vodohospodárskej bilancie vypočítané hodnoty MQ:

- pre profily tokov pod nádržami  $MQ = Q_{355d}$ , pokiaľ nie je manipulačným poriadkom alebo z iných dôvodov výnimočne určené inak;
- pre ostatné profily sa uplatňuje vzorec:  

$$MQ = (Q_{\min \text{ mes}} + Q_{100.\min.d})/2$$

kde

$Q_{\min \text{ mes}}$  je hodnota prevzatá z pravdepodobnostného poľa priemerných mesačných prietokov pre vysoký stupeň zabezpečenia, obvykle 98%.

$Q_{100.\min.d}$  je vyrovnaná hodnota najmenšieho priemerného denného prietoku s priemerným výskytom jedenkrát za 100 rokov, určená štatistickou metódou.

Použitím kombinácie uvedených dvoch charakteristík je

pri výpočte zohľadnené tak stanovisko hodnotové (hodnota 364-denného prietoku predstavuje priemerný denný prietok dosiahnutý alebo prekročený priemerne počas 364 dní v roku) ako aj časové, resp. doba trvania, nakoľko hodnota  $Q_{\min,mes}$  počítaná z pravdepodobnostného poľa priemerných mesačných prietokov zohľadňuje hydrologický režim, a to posúdením priemerných prietokov za jednotlivé mesiace roka, z ktorých sa vyberá mesiac s najmenšou priemernou hodnotou. Zabezpečenosť 98% dokladuje snahu o takmer úplné zabezpečenie nepodkročenia prirodzene sa vyskytujúcich malých vodností, ktoré príroda zvláda ako súčasť prirodzenej variability prietokov; nemalo by preto dochádzať k narušeniu ekologického stavu. Zároveň zachovanie nepodkročenia prirodzene sa vyskytujúcich malých vodností užívaním vody sa zabezpečuje určením podmienok v povoleniach na užívanie vody, v ktorých základnou podmienkou na užívanie by malo byť zachovanie hydrologického režimu na tokoch (časová variabilita prietokov v priebehu roka).

Súčasne platí obmedzujúca podmienka:

$$1/2 Q_{364d} < MQ < Q_{364d}$$

Pre výpočet MQ boli použité údaje o prietokoch  $Q_{\min,mes}$  a  $Q_{364d}$  z referenčného obdobia rokov 1931-1980. Vzhľadom na to, že v súčasnosti používame dlhodobé charakteristiky za referenčné obdobie 1961-2000, porovnali sme platnosť hodnôt MQ na vyššie uvedenú obmedzujúcu podmienku, ak sa použijú pri porovnaní aktuálne platné hodnoty  $Q_{364d}$  ( $Q_{364d}/2$ ). Z ekologického hľadiska nás zaujímali najmä prípady hodnôt MQ menších ako polovica aktuálne platnej hodnoty  $Q_{364d}$ . Zo 137 hodnotených profilov v 22 prípadoch bol  $MQ > Q_{364d}$ , v 11 prípadoch však bola pôvodná hodnota MQ menšia ako hodnota  $1/2 Q_{364d}$ . V týchto prípadoch navrhujeme zmenu hodnoty MQ na hodnotu vyššiu, a to minimálne na úroveň  $1/2 Q_{364d}$ .

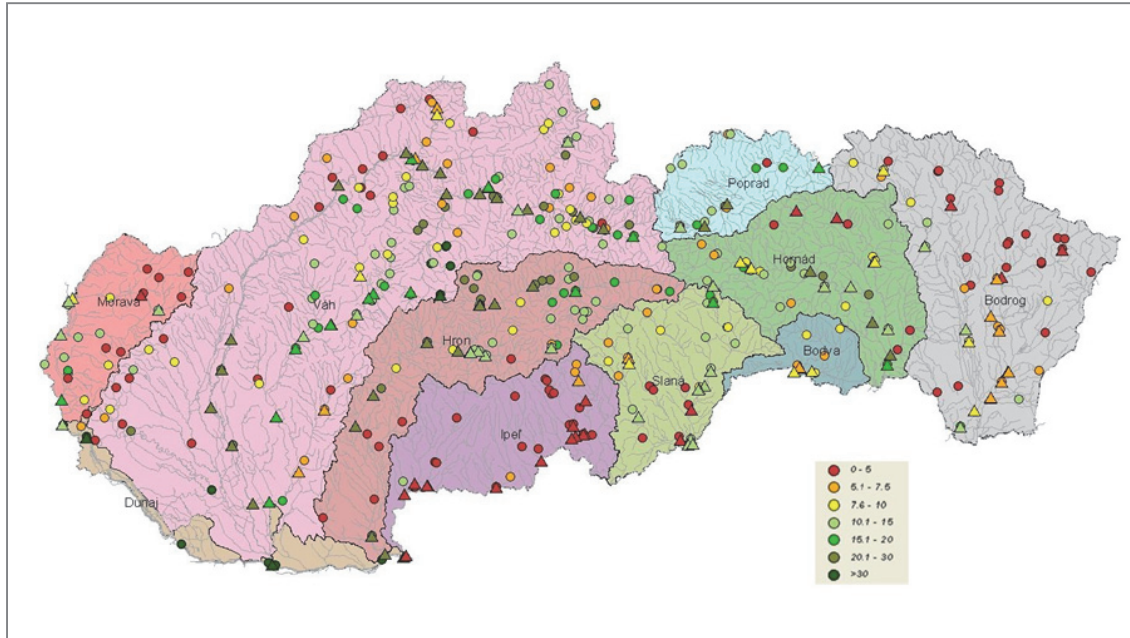
Okrem toho sme v analýze porovnávali relatívne hodnoty pomeru  $MQ/Q_a$  (kde  $Q_a$  je dlhodobý priemerný prietok za referenčné obdobie) v bilančných profiloch, nakoľko na viacerých fórach pracovných skupín CIS odznela zo strany zástupcov EK kritika príliš vysokých hodnôt užívania vody, pričom sa uvádzali ako vhodné limitné minimálne hodnoty ponechaného prietoku aspoň 10%, niekde dokonca až 20% dlhodobého odtoku. V dokumente pracovnej skupiny Sucho a nedostatok vody (Sánchez a Schmidt, 2012) sa napr. uvádza, že ekologické prietoky by sa pre kategóriu s dobrým ekologickým stavom mali zhruba pohybovať medzi 25 až 50% dlhodobého ročného odtoku. Usmernenie o ekologických prietokoch sa už uvedeniu takýchto konkrétnych hodnôt vyhýba, nakoľko aj na základe početných prípadových štúdií jednotlivých členských krajín (ktoré sú súčasťou Usmernenia) je zrejmé, že variabilita hydrologických režimov a ich extrémov v jednotlivých povodiach a tokoch je značná a nedá sa zovšeobecniť.

V prvom kroku sme zisťovali, koľko % z  $Q_a$  tvorí hodnota MQ a rozdelili sme ich do troch skupín. Prvú skupinu tvoria profily, kde  $MQ < 10\% Q_a$ . Do tejto podmienky spadá viac ako polovica bilančných profilov

(77 profilov, t.j. 56%). V rozmedzí 10 až 20%  $Q_a$  sa nachádza MQ v 46 bilančných profiloch (34% BP) a viac ako 20%  $Q_a$  dosahuje MQ v 14 profiloch (10% BP).

Pomerné hodnoty  $MQ/Q_a$  (%) v profiloch VHB sa pohybujú v rozmedzí od 1,2% do 31,8% (ak nerátame extrémne hodnoty 80,4% na Malom Dunaji (dotovanie z koryta Dunaja) a 0,8% pod Palmanskou Mašou (výnimka z dôvodu energetického využívania)). Najmenšie relatívne hodnoty sa vyskytujú v povodí Ipeľ (menej ako 5%), v povodí Bodvy (5 až 7 %) a v povodí Bodrogu (3 až 8,5 %). V povodí Slanej sa nižšie relatívne hodnoty  $MQ/Q_a$  vyskytujú na Rimave (4 – 10%), na samotnej Slanej sú hodnoty vyššie ako 10% (10 – 15%). V povodí Hornádu sa relatívne hodnoty  $MQ/Q_a$  nachádzajú v rozmedzí 7 až 14%, v povodí Hronu od 5 do 18%, pričom menšie hodnoty sa vyskytujú na toku Slatina (5 – 8%), na toku Hron sú väčšie relatívne hodnoty (15-18,6%), na prítoku Bystrica až 30%. V povodí Moravy menšie relatívne hodnoty sú na prítokoch (cca 5%), na vlastnom toku Moravy 6,5 – 9,6%. V povodí Váhu sú menšie relatívne hodnoty  $MQ/Q_a$  na Kysuci (4 – 6%), Orava a stredná časť Váhu v rozmedzí 11 – 20% a Váh nad Oravou viac ako 20% (21 – 30%), Turiec podobne 22 – 30%. Hodnoty v povodí Nitry sú v rozmedzí od 6% (Žitava) do 10,5% (horná Nitra a Handlovka). V povodí Popradu sú relatívne hodnoty  $MQ/Q_a$  v rozmedzí 16 – 18%. Na toku Dunaj sú relatívne hodnoty 27-28%.

Uvedené hodnoty vzhľadom na metodiku výpočtu vychádzajú z prirodzeného hydrologického režimu jednotlivých oblastí a variabilita hodnôt je tak v súlade s relatívnymi hodnotami prietokov s vyššou mierou zabezpečenia, napr.  $Q_{364d}/Q_a$  vo vodomerných staniách danej oblasti (obr. 1). Relatívne hodnoty prirodzených 364-denných prietokov sa v jednotlivých oblastiach Slovenska (vyhodnotených z 330 vodomerných staníc) pohybujú v nasledovných rozmedziach: Najmenšie hodnoty sa vyskytujú v čiastkových povodiach Ipeľ (4 – 6%  $Q_a$ ), Bodva (6 – 9 %  $Q_a$ ) a v povodí Bodrog, kde sa na Laborci a Ondave relatívne hodnoty  $Q_{364d}/Q_a$  pohybujú v rozmedzí 5 až 6%, na Topli sú hodnoty väčšie (9 až 12,5 %). V čiastkovom povodí Slaná sa hodnoty pohybujú v širšom rozmedzí 1 – 19%, pričom menšie hodnoty sa vyskytujú najmä na prítokoch a väčšie hodnoty 10 – 16% sa vyskytujú na hlavných tokoch Slaná a Rimava. Malé hodnoty sa vyskytujú aj na Vydrici v čiastkovom povodí Dunaj (2 – 6%), ale samotný tok Dunaja dosahuje vysokú relatívnu hodnotu cca 39%  $Q_a$ . V slovenskej časti povodia Morava na prítokoch sú hodnoty nižšie (2 – 12%  $Q_a$ ), na hlavnom toku Morava 14 až 15%. V čiastkovom povodí Váh, ktoré zahŕňa rôznorodé geomorfologické oblasti, sa hodnoty pohybujú od 2 až do 35%  $Q_a$ , pričom menšie relatívne hodnoty sa vyskytujú v oblasti Kysúc, na prítokoch v strednej časti Váhu a vyššie hodnoty v oblasti Turca a horného Váhu, v povodí Nitry od 4 do 18,5%, pričom na hlavnom toku Nitra dosahujú 13-18,5%. V čiastkovom povodí Hron sa relatívne hodnoty  $Q_{364d}/Q_a$  pohybujú



Obr. 1. Porovnanie relatívnych hodnôt  $MQ/Q_a$  v bilančných profiloch VHB (trojuholníčky) s relatívnymi hodnotami  $Q_{364d}/Q_a$  vo vodomerných staniách (krížky).

Fig. 1. Comparison of relative values  $MQ/Q_a$  in balance profiles of Water Resource Balance (triangles) with relative values  $Q_{364d}/Q_a$  in water-gauging stations (circles).

v rozmedzí 2 až 28%, na hlavnom toku od 15,5 do 25%. V čiastkovom povodí Hornád sa vyskytujú hodnoty 1,2 – 21% (na hlavnom toku 9 – 21%). V čiastkovom povodí Poprad a Dunajec sú relatívne hodnoty 364-denného prietoku pomerne vysoké: 7 – 22,7%  $Q_a$  (na hlavnom toku Poprad 15 – 22,7%, na Dunajci 14%).

#### Hodnotenie podkročenia vybraných charakteristík.

V ďalšom kroku sme testovali počet podkročení – výskytu priemerných denných prietokov menších ako vybrané limitné hodnoty prietokov v 9 vybraných vodomerných staniách za referenčné obdobie 1961 – 2000. Išlo o hodnoty  $MQ$ ,  $Q_{364d}$ ,  $Q_{355d}$ ,  $Q_{330d}$  a  $1/2 Q_{364d}$ . Celkovo sme spočítali, koľkokrát za dané obdobie počas jednotlivých mesiacov došlo k podkročeniu vyššie uvedených prietokov. Podkročenie sme vyjadrili aj percentuálne. Vodomerné stanice boli vybrané z tých, ktoré sa nachádzajú v profile VHB alebo jeho blízkosti tak, aby reprezentovali rôzne veľké pomerné hodnoty  $MQ/Q_a$  a rôzne oblasti citlivosti územia Slovenska, stanovené na základe trendovej analýzy minimálnych hodnôt prietokov.

Hodnoty  $MQ$  boli podkročené zväčša len v staniách, kde aktuálne platné hodnoty  $MQ$  nespĺňajú podmienku  $1/2 Q_{364d} < MQ < Q_{364d}$  pre hodnoty  $Q_{364d}$  za referenčné obdobie 1961-2000 a  $MQ$  bolo vyššie ako  $Q_{364d}$  (napr. stanica Čierny Váh – Čierny Váh – tab. 1, obr. 2).

Vo vodomerných staniách Brezno - Hron, Horovce - Ondava, Hanušovce - Topľa a Čierny Váh - Čierny Váh

nedošlo k podkročeniu žiadnej z vybraných limitných hodnôt počas vodných mesiacov - apríl, máj; na Slanej v apríli, na Nitre v marci a apríli, na Poprade v období máj – júl. Podkročenia  $Q_{364d}$  sa pohybovali len do 2% a  $Q_{355d}$  do 9%. K podkročeniu  $1/2 Q_{364d}$  došlo do 2% len vo vodomernej stanici Rimavská Seč – Blh, v letných mesiacoch. Výrazne sa už prejavilo podkročenie hodnoty  $Q_{330d}$ , ktorá patrí už k vyšším hodnotám v oblasti minimálnych prietokov. Tu sa percentá podkročenia pohybovali v mesiacoch z dlhodobého hľadiska menej vodných vo väčšine profilov do 20%, na Poprade vo februári až 39% (tab. 1).

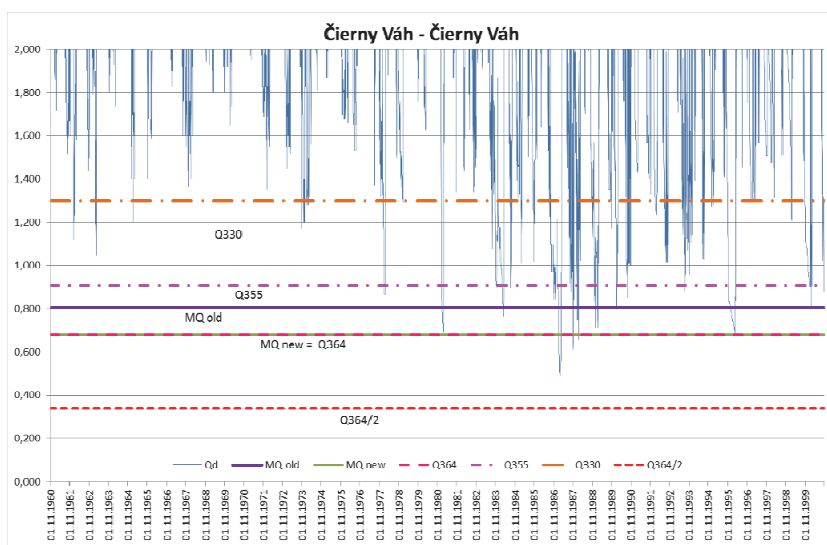
Limitná hodnota minimálnych prietokov zvolená na úroveň vyššej hodnoty sa teda logicky prejaví početnejším výskytom dní s menšou hodnotou prietoku ako daný limit. Napr. v už spomínanom prípade v profile Čierny Váh na Čiernom Váhu, pre pôvodnú hodnotu (väčšiu ako  $Q_{364d}$ ) je počet dní s podkročením tejto hodnoty v najmenej vodnom mesiaci (február) až 101, pri navrhovanej zmene na hodnotu  $Q_{364d}$  klesá tento počet na 14 dní.

V praxi to znamená, že nastavením príliš vysokých limitných minimálnych hodnôt by v obdobiach malých vodností narastal počet dní, v ktorých prietoky prirodzene poklesnú pod tento limit, čím by sa obmedzili možnosti užívania vody (ekonomické dopady). Nastavenie príliš nízkych limitných hodnôt by zasa umožňovalo drancovanie tokov (nadmerné užívanie vody) s výrazne negatívnym dopadom na ekológiu tokov.

Tabuľka 1. Počet podkročení vybraných limitných hodnôt prietokov za referenčné obdobie 1961 – 2000, vodomerné stanice: Brezno – Hron a Čierny Váh – Čierny Váh

Table 1. The number of daily discharges lower than selected limit values in reference period 1961 – 2000, water-gauging stations Brezno – Hron a Čierny Váh – Čierny Váh

Hron - Brezno						Čierny Váh, Čierny Váh					
	počet podkročení za obdobie 1961-2000						počet podkročení za obdobie 1961-2000				
	MQ	Q364	Q355	Q330	1/2 Q364		MQ	Q364	Q355	Q330	1/2 Q364
november	0	0	40	174	0	november	12	9	47	164	0
december	0	0	49	140	0	december	14	0	54	177	0
január	0	2	79	255	0	január	34	0	62	250	0
február	0	3	57	154	0	február	101	14	153	268	0
marec	0	0	18	49	0	marec	61	27	82	156	0
apríl	0	0	0	0	0	apríl	0	0	0	0	0
máj	0	0	0	0	0	máj	0	0	0	0	0
jún	0	0	0	8	0	jún	0	0	0	3	0
júl	0	0	5	31	0	júl	0	0	0	16	0
august	0	4	26	120	0	august	0	0	3	111	0
september	0	9	65	228	0	september	0	0	2	114	0
október	0	8	70	251	0	október	0	0	6	146	0
	% podkročení za obdobie 1961-2000						% podkročení za obdobie 1961-2000				
	MQ	Q364	Q355	Q330	1/2 Q364		MQ	Q364	Q355	Q330	1/2 Q364
november	0%	0%	3%	15%	0%	november	1%	1%	4%	14%	0%
december	0%	0%	4%	11%	0%	december	1%	0%	4%	14%	0%
január	0%	0%	6%	21%	0%	január	3%	0%	5%	20%	0%
február	0%	0%	5%	14%	0%	február	9%	1%	14%	24%	0%
marec	0%	0%	1%	4%	0%	marec	5%	2%	7%	13%	0%
apríl	0%	0%	0%	0%	0%	apríl	0%	0%	0%	0%	0%
máj	0%	0%	0%	0%	0%	máj	0%	0%	0%	0%	0%
jún	0%	0%	0%	1%	0%	jún	0%	0%	0%	0%	0%
júl	0%	0%	0%	3%	0%	júl	0%	0%	0%	1%	0%
august	0%	0%	2%	10%	0%	august	0%	0%	0%	9%	0%
september	0%	1%	5%	19%	0%	september	0%	0%	0%	10%	0%
október	0%	1%	6%	20%	0%	október	0%	0%	0%	12%	0%



Obr. 2. Priemerné denné prietoky (dolná časť) vo vodomernej stanici Čierny Váh – Čierny Váh za obdobie 1961-2000 a ich porovnanie s vybranými limitnými hodnotami (MQ, Q330, Q355, Q364, 1/2 Q364).

Fig. 2. Daily discharges (low part) in water-gauging station Čierny Váh – Čierny Váh in the period 1961-2000 and its comparison with selected limit values (MQ, Q330, Q355, Q364, 1/2 Q364).

## Výsledky a diskusia

Z vyššie uvedených analýz vyplýva, že hodnota MQ, vychádzajúca z hydrologických charakteristík prirodzene sa vyskytujúcich malých vodností, môže byť považovaná za jednu z vhodných limitných hodnôt ekologických prietokov. Súvisiacim problémom ostáva však otázka stanovenia prípustnej dĺžky trvania takýchto prietokov vplyvom ľudskej činnosti, ktorá by nemala negatívny dopad na ekologický stav toku.

Jednou z možností riešenia je napríklad hydrologická metóda odporúčaná v Usmernení (Richter at al., 1997): Metóda RVA (Range of Variability Approach) odporúča na stanovenie ekologických prietokov postup, pri ktorom sa z obdobia pozorovania počas neovplyvneného (prirodzeného) hydrologického režimu (odporúča sa minimálne 20-ročné obdobie) vyberie 32 hydrologických charakteristík, reprezentujúcich minimálne aj maximálne hodnoty, ako aj dĺžku a obdobie ich výskytu. Konkrétne sú to: priemerné mesačné prietoky, minimálny ročný prietok 1-denný priemer, minimálny ročný prietok 3-denný priemer, minimálny ročný prietok 7-denný priemer, minimálny ročný prietok 30-denný priemer, minimálny ročný prietok 90-denný priemer, maximálny ročný prietok 1-denný priemer, maximálny ročný prietok 3-denný priemer, maximálny ročný prietok 7-denný priemer, maximálny ročný prietok 30-denný priemer, maximálny ročný prietok 90-denný priemer, dátum výskytu 1-denného maxima (poradie dňa v roku), dátum výskytu 1-denného minima, počet výskytu epizód malých prietokov (prietok klesne pod 25-ty percentil všetkých prietokov referenčného obdobia), počet výskytu epizód veľkých prietokov (obdobie, počas ktorého je prekročený 75-ty percentil), priemerná dĺžka trvania epizód malých prietokov v dňoch za jednotlivé roky, priemerná dĺžka trvania epizód veľkých prietokov v dňoch za jednotlivé roky, priemery všetkých pozitívnych rozdielov denných po sebe idúcich prietokov, priemery všetkých negatívnych rozdielov denných po sebe idúcich prietokov, počet nárastov prietokov, počet poklesov prietokov. Pre tieto charakteristiky sa stanoví priemer, štandardná odchýlka, minimum a maximum. Následne sa stanovujú cieľové hodnoty týchto charakteristík, a základný koncept je myslený tak, že každoročná hodnota každého z týchto parametrov by mala spadať do stanoveného intervalu, predstavujúceho prirodzenú variáciu jeho hodnôt. Cieľové hodnoty môžu mať horný aj dolný limit, tzn. že dosiahnutá hodnota by mala spadať do rozmedzia  $\pm 1$  štandardná odchýlka (SD) od priemeru; alebo sa pre niektoré charakteristiky stanoví len minimum (dosiahnutá hodnota by mala byť  $\geq$  priemer  $- 1$  SD) alebo maximum (dosiahnutá hodnota by mala byť  $\leq$  priemer  $+ 1$  SD). Konkrétne hodnoty sú na rozhodnutí zodpovedného tímu manažérov, aby zvolili najvhodnejšiu mieru rozptylu pri nastavení cieľových hodnôt (napr. v rozsahu  $\pm 1$  alebo  $2$  SD z priemeru, 20. a 80. percentily, atď.) a to sa môže pomedzi daných 32 parametrov líšiť (Richter at al., 1997).

Z výberu parametrov v tejto metóde je zrejmé, že sa zaoberá nielen minimálnymi hodnotami prietokov, ale aj maximálnymi, ako aj ich viacdennými priemermi a sezónnosťou ich výskytu.

## Záver

Usmernenie o ekologických prietokoch (Guidance document, 2015) publikované v rámci pracovnej skupiny WG Eflow (CIS) odporúča rôzne typy metód pre stanovenie vhodných ekologických prietokov, pričom sa zdôrazňuje, že sa nemá týkať len minimálnych limitov prietokov, ale aj ovplyvňovaniu veľkých prietokov a celkového hydrologického režimu. Ako cenovo a časovo dostupnejšie sa uvádzajú metódy hydrologické, ale odporúča sa v ďalšej fáze zapojiť aj hodnotenia prepojenia hydrologických zmien s dopadom na biotu. Pre hydrologické metódy sa odporúča ako vstup minimálne 20-ročný rad monitorovaných prietokov z predchádzajúceho obdobia. Slovensko v tomto smere má pre použitie hydrologických metód k dispozícii výsledky dlhodobého monitoringu povrchových vôd.

Na Slovensku sú limitné hodnoty stanovené v prevažnej miere ako limity minimálnych hodnôt (napr. minimálny bilančný prietok (MQ), minimálny zostatkový prietok, minimálny (zaručený, sanitárny) prietok pod vodnou stavbou, M-denné prietoky (väčšinou sa jedná o  $Q_{355d}$  a  $Q_{364d}$ ), využiteľné množstvo povrchovej vody a minimálny potrebný prietok). Nižšie % hodnoty MQ vzhľadom ku  $Q_a$  (menej ako 10%) sa vyskytujú až v 56% bilančných profiloch, odpovedajú však prirodzene sa vyskytujúcim hodnotám malých prietokov ( $Q_{364d}$ ) v týchto lokalitách (povodiach). Diskutabilná ostáva teda otázka dĺžky obdobia, počas ktorého by sa malo pripúšťať zníženie prirodzených prietokov na úroveň takéhoto minimálneho limitu. Túto otázku navrhujeme v ďalšom období sa pokúsiť riešiť otestovaním metódy RVA (odporúčanou Usmernením), ktorá by v rámci výstupov poskytla aj podklady pre návrh opatrení na reguláciu väčších prietokov (jarný odtok) a celkového režimu prietokov na tokoch ovplyvnených ľudskou činnosťou. Ďalšou kapitolou potom bude nastavenie vhodných opatrení na dosiahnutie prijateľného kompromisu medzi dosiahnutím nastavených cieľových hodnôt a ekonomickým dopadom navrhnutých opatrení.

## Podakovanie

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

## Literatúra

- EC, CIS Guidance document n°31 – Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive, Technical Report, 2015.

- Richter B D., J.V. Baumgartner, R. Wigingtony D.P. Braun(1997): "How much water does a river need?" *Freshwater Biology* 37, 231-249.
- Sánchez, R. and G. Schmidt (2012): Environmental flows as a tool to achieve the WFD objectives. Study for the European Commission.
- Blašková L. a kol. (2014): Podklady pre Vodný plán Slovenska, 2. cyklus, časť Ekologické prietoky, 2014.
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 457/2005, z 12. septembra 2005, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o náležitostiach manipulačného poriadku vodnej stavby.

## MINIMUM BALANCE DISCHARGE IN RELATION TO ECOLOGICAL FLOWS

The provisions of WFD obtain an acknowledgment about the role of water quantity and hydrological regime in the support of aquatic ecosystems. The working group Eflow in the framework of CIS has elaborated the Guidance document Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive, published in the beginning of 2015 (Guidance document, 2015), which should help the member states in the selection and implementation of the appropriate methods for determination of eflows.

In the legislation of Slovak Republic there are defined several hydrological characteristics, which can indicate the risk of water scarcity in the surface waters, caused both by natural and anthropogenic factors. Among these discharge characteristics there are: minimum balance discharge (MQ), minimum residual flow, minimum (guaranteed, sanitary) discharge bellow water structure, M-day discharges (especially Q355d and Q364d), available water amount, minimum needed discharge, etc. MQ is the balance value, used in Water Resource Balance, with character of primarily guaranteed demands on water resources in terms of protecting the natural environment. It represents the conservation of the conditions for the biological balance of the stream and its close surroundings and allows the common use of water, it means those not requiring the permission by

water authorities.

According to the analyses, the values of MQ in the 137 profiles of Water Resource Balance may seem to be relatively low (relative values  $MQ/Q_a$  (%), where  $Q_a$  is the mean long-term discharge in 56% of profiles are lower than 10%), however these values corresponds with natural occurrence of the low flow values ( $Q_{364d}$ ) in these localities.

The Guidance on Eflows, however, highlights the fact, that the ecological flows have to cover not only minimum values, but the maximum discharges and hydrological regime as well.

The question of timing of low flows as well as analyses of high flow parts of ecological flows we would like to try to solve by testing the methodology RVA (Range of Variability Approach) than Richter at al., (1997) recommended in Guidance. This method based on setting the RVA targets on the base of analyses of 32 hydrological characteristics in the dataset of at least 20-year monitoring in natural (less altered) conditions, covering minimum and maximum values of discharges as well as their duration and seasonality.

The next step then will need the setting of the appropriate measures to obtain the acceptable compromise between reaching the target values and the economic consequences of the measures.

Blašková Lotta, Ing., PhD.

Melová Katarína, Mgr., PhD.

Danáčová Zuzana, Ing., PhD.

Lovásová Lubica, Ing.

Šimor Viliam, Ing., PhD.

Poórová Jana, Ing., PhD.

SHMÚ

Jeséniova 17

833 15 Bratislava

Tel.: 02/559415 274

Fax: 02/59415 393

E-mail: [lotta.blaskovicova@shmu.sk](mailto:lotta.blaskovicova@shmu.sk)

[katarina.melova@shmu.sk](mailto:katarina.melova@shmu.sk)

[zuzana.danacova@shmu.sk](mailto:zuzana.danacova@shmu.sk)

[lubica.lovasova@shmu.sk](mailto:lubica.lovasova@shmu.sk)

[viliam.simor@shmu.sk](mailto:viliam.simor@shmu.sk)

[jana.poorova@shmu.sk](mailto:jana.poorova@shmu.sk)