
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

51

1999

2

*Anna Grešková**

VÝSKYT A ROČNÉ ROZDELENIE MINIMÁLNYCH PRIETOKOV NA SLOVENSKÝCH TOKOCH

A. Grešková: Occurrence and year distribution of the low flows on the Slovak streams. *Geografický časopis*, 51, 1999, 2, 2 tabs., 9 refs.

The article deals with the subject of low flows of the Slovak streams. Occurrence and the year distribution of the low flows is analysed on a set of 157 basins, chosen from the digital network of small basins of Slovakia, with available data base of hydrological and physical/geographical characteristics.

Key words: minimum discharge, low flow, distribution of low flow in a year, digital network of small basins, types of distribution of low flow in a years.

1 ÚVOD

Štúdium ročného rozdelenia malej vodnosti na tokoch má svoje opodstatnenie nielen z hľadiska poznávacieho, ale má dôležitý význam aj z hľadiska praktického.

V našom príspevku sa zameriavame na hodnotenie minimálnych prietokov, ako jednej zo základných charakteristík definujúcich malú vodnosť tokov. Význam poznania výskytu a ročného rozdelenia minimálnych prietokov ($Q_{\min}$) na našich tokoch spočíva v rovine prvej ako základných hydrologických charakteristík pre kvantitatívne hodnotenie malej vodnosti, v druhej ako charakteristík extrémnej vodnosti toku, limitujúcej vodohospodárske využívanie povodí.

Minimálne prietoky ($Q_{\min}$) sú definované ako minimálne priemerné denné hodnoty v udanom časovom intervale (ČSN 75 1400, 1990). Minimálny prietok je najmenší priemerný denný prietok za rok, vegetačné obdobie, sezónu, mesiac, alebo za inak vybrané obdobie (Balco 1990). Určenie časového intervalu, z ktorého bola minimál-

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

na hodnota vybraná, sa podľa potreby dopĺňa dátumom výskytu minimálnej hodnoty (napr. $Q_{\min}(11.1995)$).

2 VSTUPNÉ DÁTA A INFORMÁCIE

Na analýzu a zhodnotenie časového ako aj priestorového rozdelenia malej vodnosti sme použili 157 vodomerných profilov z digitálnej siete malých povodí Slovenska. Pre dané profily a k nim prináležiace povodia máme databázu hydrologických údajov o minimálnych priemerných denných prietokoch za obdobie 1976-95, ako aj databázu ich fyzickogeografických charakteristík. Zo základného súboru boli vylúčené povodia (spolu 6 povodí), ktorých memý profil je ovplyvnený prevádzkou vodných diel a iných vodohospodárskych zariadení. Uvažovaný súbor povodí môžeme z tohto hľadiska, ako aj z hľadiska určitej priestorovej rôznorodosti územia Slovenska, považovať za reprezentatívny.

Digitálna sieť malých povodí, z ktorej je vybraný súbor povodí a k nim prináležiace vodomerné profily, bola vytvorená pre účely hydrogeografickej regionálnej typizácie na pôde Geografického ústavu SAV (Solín a Grešková 1999).

Hlavné obdobia výskytu malej vodnosti (low flow), a teda aj $Q_{\min}$, sú v domácej literatúre obyčajne označované ako letno-jesenné a zimné obdobie. Letno-jesenné a zimné obdobie výskytu malej vodnosti, a teda aj minimálnych prietokov, nie je jednoznačne vyhraničené. Podľa Balca (1990) je zimné obdobie reprezentované mesiacmi december - apríl (XII-IV) a letno-jesenné obdobie mesiacmi jún - november (VI-XI). Drako a Majerčáková (1989) a Lešková (1996) vymedzujú letno-jesenné obdobie približne mesiacmi august - november (VIII-XI) a zimné obdobie mesiacmi december - marec (XII-III). V inej práci Majerčáková et al. (1995) sa letno-jesenné obdobie ohraničuje mesiacmi jún - október (VI-X) a zimné obdobie novembrom a marcom (XI-III).

Časové vymedzenie období charakteristického výskytu malej vodnosti pripúšťa určitú voľnosť vyplývajúcu najmä zo subjektívneho prístupu riešiteľa. V našej práci sme považovali za letno-jesenné obdobie časť hydrologického roka vymedzenú mesiacmi júl - november (VII-XI) a zimné obdobie mesiacmi december - marec (XII-III).

3 VÝSKYT $Q_{\min}$ V JEDNOTLIVÝCH MESIACHOCH POČAS HYDROLOGICKÉHO ROKA A V CHARAKTERISTICKÝCH SEZÓNACH

Výskyt $Q_{\min}$ je premenlivý v čase a priestore. Pri štúdiu časovej a priestorovej premenlivosti výskytu minimálnych prietokov sme pracovali s hodnotami minimálnych priemerných denných prietokov - $Q_{\min}$ ($m^3 \cdot s^{-1}$), ktoré boli udané dátumom (deň, mesiac) výskytu v danom roku za skúmané 20-ročie. Hydrologické údaje o $Q_{\min}$ boli poskytnuté z databázy SHMÚ pre účely riešenia projektu "Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS." Pre každú stanicu bol stanovený minimálny ročný prietok ($Q_{r \min}$) v hydrologickom roku za obdobie 1976-1995. Sledovali sme početnosť výskytu minimálnych ročných prietokov v jednotlivých mesiacoch za obdobie 1976-1995. Pre každé povodie bol identifikovaný mesiac s najčastejším výskytom $Q_{\min}$ - modus výskytov minimálnych prietokov.

V prípade, že boli dva mesiace s rovnakou početnosťou výskytu susedné (bimodálne rozdelenie početnosti výskytov), považovali sme za modus ten mesiac, ktorého z druhej strany susedný má väčšiu početnosť výskytov. Stanice s viacmodálnym rozdelením početností výskytov $Q_{\min}$ boli začlenené do samostatnej skupiny a vyskytli sa v 9 prípadoch (Zlaté Moravce - Hostiansky potok, Slovenská Ľupča - Ľupčica, Košická Belá - Belá, Vluchy - Kľačianka, Poluvsie - Medzihorský potok, Rožňava - Rožňavský potok, Osrblie - Osrblianka, Mýto p. Ďumbierom - Štiavnička, Zlatno - Havraník).

Pomerná hodnota počtu výskytu $Q_{\min}$ v danom mesiaci k celkovému počtu výskytov vyjadrená v % nám umožňuje vzájomné porovnanie. V sledovaných profiloch kolíše početnosť výskytu $Q_{\min}$ v jednotlivých mesiacoch počas hydrologického roka v rozsahu 0- 70%. Pre každé povodie je viac-menej typický výskyt ročných minimálnych prietokov v určitom čase (mesiaci). Obdobie malej vodnosti sa môže vyskytnúť raz, dva, ale aj viackrát v roku. Čas výskytu $Q_{\min}$ je výrazne premenlivý v priestore medzi jednotlivými povodiami, ale aj v jednotlivých rokoch pre dané povodie, aj keď nie tak radikálne.

Pre názornosť bola percentuálne vyčíslená aj suma výskytov minimálnych prietokov v zimnom (XII-III) a letno-jesennom období (VII-XI) v tab. 1. Celkovo môžeme potvrdiť, že na Slovensku prevláda malá vodnosť v letno-jesennom období (VII-XI), a to najmä v povodiach odvodňujúcich nížinné, vrchovinné a stredohorské oblasti, pričom najvyššia početnosť výskytov $Q_{\min}$ pripadá v tomto období na august. 100%-ný výskyt $Q_{\min}$ v letno-jesennom období vykazujú napr. stanice Plavecké Podhradie - Kráľov potok a Horné Orešany - Parná.

S prevahou malej vodnosti v zimných mesiacoch (XII-III) sa stretávame v povodiach, ktorých riečna sieť odvodňuje horské a vysokohorské oblasti, pričom najvyššia početnosť výskytov $Q_{\min}$ pripadá v tomto období na február. Súvisí to najmä s akumuláciou zrážok v snehovej pokrývke vo vyšších nadmorských výškach až do jarých mesiacov. 100%-ný výskyt $Q_{\min}$ v zimnom období vykazujú iba dve stanice, a to Lysá Poľana - Biela Voda a Kôprova dolina - Kôprovský potok.

Mesiace apríl, máj, jún, v ktorých nie je typický výskyt minimálnych prietokov na našich tokoch, vypadávajú z členenia hydrologického roka na sezóny pri hodnotení ročného rozdelenia malej vodnosti. V týchto mesiacoch početnosť výskytov $Q_{\min}$ neprekračuje hranicu 5-10%, ktorá sa vyskytuje tiež iba sporadicky a dominuje početnosť výskytov s hodnotou 0%.

Výskyt $Q_{\min}$ v hydrologickom roku dobre charakterizuje pomer počtu výskytov v zimnom (XII-III) k počtu výskytov v letno-jesennom období (VII-XI), označme ho ako K (Balco 1990).

$$K = \frac{n_z + 1}{n_l + 1},$$

kde n_z - počet výskytov minimálnych prietokov v zimnom období, n_l - počet výskytov minimálnych prietokov v letno-jesennom období.

Všeobecne platí, že ak je koeficient K väčší ako 1, prevláda výskyt $Q_{\min}$ v zimnom období a naopak. Koeficient K minimálnych prietokov kolíše vo vybraných povodiach Slovenska v rokoch 1976-1995 od 0,01 do 101. Najmenšiu hodnotu

$K = 0.01$ má Litava v profile Plášťovce, Neresnica vo Zvolene, Močiarka v Lábe, Olšava v Davidove, Ondriašov potok v Zohore, Krupinica v Plášťovciach, Paríž v Rúbani, Hostiansky potok v Zlatých Moravciach, Kráľov potok v Plaveckom Podhradí, Parná v Horných Orešanoch a Kysuca v Turzovke. Všeobecne s najnižšími hodnotami koeficienta K sa stretávame v merných profiloch nížinných a vrchovinných povodí, ale i v povodiach odvodňujúcich flyšové územia, kde pomer medzi počtom výskytu zimnej a letno-jesennej malej vodnosti klesá. Z nich môžeme spomenúť napr. Pčolinku v Snine, Výravu v Jabloni, Petrince vo Vydnej a Chvojnicu v Lopašove ($K = 0,06-0,07$).

Najvyššie hodnoty koeficienta K má Biela Voda v Lysej Polane ($K=101$) a Kôprovský potok v Kôprovej doline ($K=96$).

Tvrdenie, že ak $K > 1$, tak prevláda výskyt minimálnych prietokov v zimnom období a naopak, neplatí stopercentne. Potvrdzujú to aj nasledujúce stanice, kde modus výskytov $Q_{\min}$ pripadá síce na zimné obdobie: Mýto p. Ďumbierom - Stiaňnička (december), Hniezdne - Kamienka (február), Čierny Balog - Čierny Hron (február), Háj - Blatný potok (február), ale koeficient $K < 1$. Celková suma výskytov $Q_{\min}$ v letno-jesennom období je o niečo vyššia ako v zimnom období (tab. 1).

4 TYPY ROZDELENIA MALEJ VODNOSTI V ROKU

Ako sme už povedali, za hlavné obdobia výskytu malých vodností na našich tokoch sa považuje letno-jesenné a zimné obdobie. Letné a jesenné obdobie malej vodnosti je všeobecne podmienené najmä klimatickými faktormi (vysoké teploty, vysoké hodnoty výparu, zrážkové úhmy), ktorých hodnoty sú však značne rozdielne.

Pre zimné obdobie malej vodnosti sú charakteristické nízke teploty a nízke hodnoty výparu, kedy sú zrážky akumulované v snehovej pokrývke a neprispievajú k odtoku.

Pravdepodobnosť výskytu malej vodnosti na našich tokoch je najväčšia koncom leta a na jeseň. Minimálne prietoky sa vyskytujú najmä v auguste, septembri a októbri, kedy prevládajú podmienky, ktoré prispievajú ku vzniku malej vodnosti. Toto platí pre väčšiu časť nášeho územia s výnimkou povodí ležiacich vo vyššie položených oblastiach, najmä tých, ktorých riečna sieť odvodňuje horské a vysoko-horské územia. Tu sa vyskytujú minimálne odtoky najmä v zime, najčastejšie vo februári a marci. Akceptujúc celé územie Slovenska môžeme sledovať určitý posun časového výskytu minimálnych prietokov z J na S, alebo z nižšie ležiacich k vyššie položeným územiam, a to od letného obdobia cez jesenné až k zimnému obdobiu. So stúpajúcou nadmorskou výškou a poklesom teplôt, ktoré rozhodujú o akumulácii zrážok v snehovej pokrývke povodí, vzrastá aj spojitosť medzi výskytom ročných miním a zimnými mesiacmi.

Na základe preukázaných skutočností považujeme za výhodné rozdeliť letno-jesenné obdobie na letné a jesenné, aj keď sú geneticky rovnako podmienené, a rozlíšiť letné (VII-VIII) a jesenné (IX-XI) obdobie alebo sezónu. Z hľadiska ročného rozdelenia malej vodnosti našich tokov môžeme potom rozlíšiť letný, jesenný, zimný a zmiešaný typ rozdelenia malej vodnosti v roku. Do poslednej kategórie zaraďujeme povodia s viacmodálnym rozdelením početnosti výskytu $Q_{\min}$ v roku.

Pre lepšiu porovnateľnosť a priestorové vyhodnotenie charakterizujeme malú vodnosť aj pomocou dlhodobého priemerného špecifického minimálneho odtoku- $q_{d,\min}$

Tab. 1. Početnosť výskytu minimálnych prietokov v jednotlivých mesiacoch v % (1976-1995)

stanica - tok	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	XII-III	VII-XI	K
Sobotište-Teplica	10	10	0	0	5	0	0	0	30	25	10	10	15	85	0.18
Pezinok-Blatina	5	15	10	0	0	0	0	0	30	20	20	0	25	75	0.34
Modra-Stoličný p.	0	10	0	0	0	0	0	0	10	50	15	15	10	90	0.12
Zvolen-Neresnica	0	0	0	0	0	0	0	5	35	50	10	0	0	95	0.01
Lučenec-Tuhársky p.	0	0	10	0	0	0	0	0	5	45	30	10	10	90	0.12
Trenč.Teplice-Teplica	15	0	5	0	0	0	0	0	10	40	10	20	5	95	0.06
Obyce-Žitava	10	5	0	5	0	0	0	10	15	40	0	15	10	80	0.13
Svidník-Ondava	5	10	5	0	10	0	0	0	5	20	40	5	25	75	0.34
Ulič-Ulička	0	0	5	0	5	0	0	5	10	30	30	15	10	85	0.13
Oľka-Oľka	10	10	15	0	5	0	0	5	5	5	30	15	30	65	0.47
Horné Orešany-Pamá	15	0	0	0	0	0	0	0	5	10	30	40	0	100	0.01
Lopašov-Chvojníca	20	5	0	0	0	0	0	0	15	10	10	40	5	95	0.06
Orav.Jasenica-Veselianka	10	5	0	20	5	0	0	0	5	20	5	30	30	70	0.44
Krásna Ves-Bebrava	30	10	10	0	0	0	0	5	5	0	15	25	20	75	0.28
Stráža-Varínka	30	10	0	0	5	0	0	0	10	20	5	20	15	85	0.19
Poprad-Vefká-Velický p.	0	30	5	15	25	5	5	0	0	10	0	5	75	15	5.07
Spiš.Vlachy-Branisko	0	20	30	15	0	0	0	0	10	20	5	0	65	35	1.83
Stratená-Hnilec	0	5	15	50	15	0	0	0	0	5	5	5	85	15	5.37
Bystá-Bystrianka	20	5	5	35	20	0	0	0	0	5	10	0	65	35	1.83
Východná-Bielý Váh	5	10	10	30	10	0	0	0	0	15	10	10	60	40	1.49
Čierny Balog-Čierny Hron	10	0	5	25	5	0	0	0	10	15	10	20	35	65	0.54
Ždiar,Lys.Pofana-Biela V.	0	0	5	25	70	0	0	0	0	0	0	0	100	0	101
Tichá dol.-Tichý potok	5	0	5	15	55	5	0	0	0	5	5	5	75	20	3.62
Ždiar,Podspády-Javorinka	0	0	15	30	45	0	0	0	0	0	5	5	90	10	8.27
Osrblie-Osrblianka	5	15	15	5	15	0	5	0	5	15	10	10	50	45	1.11
Poluvsie-Medzihorský p.	15	5	10	15	10	0	0	0	5	15	10	15	40	60	0.67
Mýto p.Ďumb.-Štiavnička	15	20	0	20	5	0	0	0	5	20	10	5	45	55	0.84

(ďalej používame iba minimálny odtok) a uvádzame aj vybrané štatistické parametre (tab. 2).

Minimálne odtoky ($q_{d,min}$) kolíšu v sledovaných povodiach v rozpätí od $0.37 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Rubáň - Paríž) po $27 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Ždiar, Podspády - Javorinka). Všeobecne môžeme potvrdiť, že najmenešie minimálne odtoky sa vyskytujú v nížinných oblastiach a najvyššie vo vysokohorských oblastiach.

Naším cieľom bolo zoskupiť povodia do skupín, zodpovedajúcich určitým typom rozdelenia malej vodnosti v roku, pre ktoré by boli definované fyzickogeografické charakteristiky majúce dominantný vplyv na priestorovú variabilitu výskytu malej vodnosti.

Z hľadiska ročného rozdelenia malej vodnosti našich tokov rozlišujeme:

Letný typ - malá vodnosť na tokoch sa dostavuje v letných mesiacoch, najčastejšie v júli a auguste. V povodiach patriacich do daného typu jednoznačne dominuje pri tvorbe malej vodnosti klimatický faktor (vysoké teploty a vysoké hodnoty výparu) a malé priemerné nadmorské výšky povodí. Letný typ je charakteristický pre povodia odvodňujúce nížinné, vrchovinné a stredohorské oblasti. Hodnoty minimálneho odtoku sa pohybujú od $0.4 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ do $8 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

Jesenný typ - malá vodnosť na tokoch pripadá na jesenné mesiace, september až november. Prevláda u povodí s vyššou priemernou nadmorskou výškou ako v letnom type, s vyššími hodnotami priemerného sklonu a zrážkových úhrnov. Hodnoty minimálneho odtoku sú v priemere taktiež vyššie a dosahujú hodnoty do $16.5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Tento typ rozdelenia malej vodnosti v roku je charakteristický aj pre povodia flyšového pásma.

Zimný typ - malá vodnosť na tokoch sa vyskytuje v zimných mesiacoch až v skorej jari (od decembra do marca). Pre daný typ je charakteristická dominantná kombinácia vplyvu vysokých priemerných nadmorských výšok povodí a s tým súvisiaci pokles teplôt, dôsledkom čoho sú zrážky viazané v snehovej pokrývke až do skorej jari a neprispievajú v tomto období k odtoku. Tento typ je charakteristický najmä pre povodia s vysokými priemernými nadmorskými výškami, vysokými hodnotami priemerného sklonu a vysokými zrážkovými úhrnmi. Hodnoty minimálneho odtoku sú najvyššie a dosahujú až do $27 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

Zmiešaný typ - pre daný typ je charakteristické, že malá vodnosť sa môže vyskytnúť v letnom, jesennom, ale aj zimnom období. Patria sem povodia, v ktorých dochádza k prekryvaniu viacerých faktorov podmieňujúcich výskyt malej vodnosti v navzájom odlišných obdobiach (sezónach) roka. Najčastejšie sa jedná o povodia, ktoré schádzajú z hlavných hrebeňov pohorí (napr. Nízkych Tatier, Malej Fatry, Slovenského Rudohoria) až do dolín hlavných recipientov (Váh, Hron, Slaná). Nápadné sú značné rozdiely medzi najvyšším a najnižším bodom povodia, ktoré dosahujú napr. u Kľačianky (Vlachy) 1137 m, u Medzihorského potoka (Poluvsie) 899 m, u Rožňavského potoka (Rožňava) 1007 m. Minimálny odtok sa u týchto povodí pohybuje v rozpätí $2\text{--}12 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

Do tohoto typu sa nezaradilo ani jedno povodie odvodňujúce nížinno-vrchovinnú alebo vysokohorskú oblasť.

Príklady povodí patriacich do rozpoznaných štyroch typov rozdelenia malej vodnosti v roku sú uvedené v tab. 1. a 2. Prvá skupina povodí v tabuľke patrí do letného,

Tab. 2. Vybrané charakteristiky povodí a ich merných profilov

stanica - tok	plocha km ²	nad.v. m n.m.	sklon stupne	Z mm	Qmin m ³ .s-1	sm.odch.	Qmin,abs. m ³ .s-1	Cv	qmin l.s-1.km-2
Sobotište-Teplica	85.58	409	9.7	682	0.2094	0.2085	0.006	0.0435	2.45
Pezinok-Blatina	19.09	481	12.3	799	0.0659	0.0661	0	0.0044	3.45
Modra-Stoličný p.	9.88	493	8.4	784	0.0547	0.079	0.001	0.0062	5.54
Zvolen-Neresnica	139.33	508	9.3	713	0.114	0.1337	0.009	0.0179	0.82
Lučenec-Tuhársky p.	59	429	8.7	653	0.1028	0.1039	0.001	0.0108	1.74
Trenč.Teplice-Teplička	48.83	528	15.8	875	0.2635	0.1799	0.03	0.0323	5.4
Obyce-Žitava	71.7	546	11.3	867	0.2291	0.1688	0.021	0.0285	3.19
Svidník-Ondava	167.5	421	8.3	769	0.421	0.3359	0.052	0.1128	2.51
Ulič-Ulička	96.72	573	15.6	945	0.4145	0.3679	0.061	0.1353	4.28
Ofka-Ofka	43.19	362	10.4	751	0.1238	0.1001	0.015	0.01	2.87
Homé Orešany-Pamá	37.86	410	11.2	764	0.2007	0.1656	0.028	0.0274	5.3
Lopašov-Chvojnica	31.13	439	9.5	661	0.06888	0.0914	0	0.0084	2.21
Orav.Jasenica-Veselianka	90.1	851	10.2	968	0.6085	0.4525	0.109	0.2048	6.75
Krásna Ves-Bebrava	63.07	508	15	766	0.2129	0.1992	0.009	0.0397	3.37
Stráža-Varínka	139.7	776	20	1096	1.3204	0.7256	0.403	0.5265	9.45
Poprad-Veľká-Velický p.	57.5	1078	8.3	907	0.4446	0.2005	0.125	0.2402	7.73
Spiš.Vlachy-Branisko	110.04	608	10.6	636	0.2809	0.1977	0.038	0.0391	2.55
Stratená-Hnilec	68.23	1065	15.3	958	0.5614	0.3755	0.113	0.041	8.23
Bystrá-Bystrianka	36.01	1176	23.1	1177	0.4619	0.3472	0.096	0.1206	12.83
Východná-Biely Váh	105.64	1063	9.1	913	0.8769	0.3896	0.31	0.1518	8.3
Ciemy Balog-Ciemy Hron	64.61	850	16.3	901	0.3593	0.2832	0.077	0.0802	5.56
Ždiar,Lys.Poľana-Biela V.	63.82	1594	26.7	1990	1.5972	1.2293	0.25	1.5113	25.03
Tichá dol.-Tichý potok	57.45	1531	26.9	1754	1.1781	0.9129	0.088	0.8334	20.51
Ždiar,Podspády-Javorinka	34.89	1547	25.7	1945	0.9415	0.6435	0.2	0.414	26.98
Osrblie-Osrblianka	27.77	924	17.4	986	0.2062	0.1077	0.083	0.0116	7.42
Poluvsie-Medzihorský p.	9.04	735	18.3	937	0.07285	0.0544	0.01	0.003	8.06
Mýto p.Ďumb.-Štiavnička	47.1	1143	24.3	1130	0.5645	0.3859	0.183	0.1489	11.98

druhá skupina do jesenného, tretia do zimného typu a štvrtá skupina povodí je príkladom zmiešaného typu.

5 FAKTORY PODMIENUJÚCE VÝSKYT MALEJ VODNOSTI NAŠICH TOKOV

Na priestorovej variabilite výskytu malej vodnosti sa podieľajú rôzne fyzickogeografické charakteristiky rôznou intenzitou. Na základe analýzy (určitého logického alebo exaktného postupu) môžeme identifikovať tie fyzickogeografické charakteristiky, ktoré sú rozhodujúce z hľadiska časovej a priestorovej variability výskytu malej vodnosti.

V minulosti boli akceptované dve geneticky odlišné obdobia výskytu minim. Ich vzťah k podmienujúcim klimatickým, hydrologickým a fyzickogeografickým faktorom bol predmetom výskumu viacerých prác (Drako a Majerčáková 1989, Balco 1990, Majerčáková et al. 1995, Lešková 1996).

Procesy prispievajúce k vzniku malej vodnosti súvisia a sú do značnej miery podmienené regionálnymi fyzickogeografickými a klimatickými charakteristikami územia, ako aj antropogénnymi faktormi. Minimálne prietoky sú hydrologickou odzvou povodia na situáciu pred a počas výskytu malej vodnosti.

Na rozdelenie vodnosti toku v roku majú najsilnejší vplyv klimatické faktory (Makel 1976), ktoré podliehajú časovej a priestorovej premenlivosti. Premennivosť zrážkových pomerov a ďalších klimatických charakteristík územia, zohrávajúca relevantnú úlohu pri tvorbe minim, môže byť ešte umocňovaná alebo potláčaná relatívne statickými fyzickogeografickými charakteristikami daného povodia. Zrážky, ako hlavný zdroj tvorby a dopĺňania vodných zdrojov na našom území, sú dôležitým faktorom rozdelenia malej vodnosti tokov v hydrologickom roku, a to najmä ich úhrny (veľkosť), časový výskyt a plošné rozdelenie. Z hľadiska výskytu $Q_{\min}$ je významné najmä obdobie s minimálnymi zrážkami a obdobie s nízkymi teplotami, kedy sú zrážky viazané v snehovej pokrývke.

Analýzu vzťahu medzi charakteristikami malej vodnosti a fyzickogeografickými charakteristikami sme uskutočnili v rámci súboru povodí s hydrologickým pozorovaním. Pritom je rozhodujúci počet uvažovaných voďomerných profilov z povodí, ktorých veľkosť by nemala presahovať cca 150 km², ako aj presnosť vyjadrenia ich fyzickogeografických charakteristík. Dnes už máme k dispozícii rozsiahlu databázu fyzickogeografických charakteristík pre sieť malých povodí v digitálnej forme, ktorá sa skladá zo 4 skupín charakteristík: 1. klimatické, 2. reliéfové, 3. charakteristiky krajiny pokrývky, 4. substrátovo-pôdne (Solín et al. 1999).

Mieru tesnosti vzájomnej súvislosti medzi minimálnymi odtokmi a vybranými fyzickogeografickými parametrami môžeme dokumentovať hodnotami koeficientov korelácie. Uvádzame korelačné závislosti medzi dlhodobými priemernými špecifickými minimálnymi odtokmi ($q_{d,\min}$) za obdobie 1976-1995 a priemernou nadmorskou výškou povodia, priemerným sklonom povodia a dlhodobými zrážkovými úhrnmi.

Korelačná závislosť medzi minimálnym odtokom a priemernou nadmorskou výškou je pomerne vysoká ($r=0.8089$). V rámci rozpoznaných štyroch typov rozdelenia malej vodnosti v roku najväčšiu súvislosť minimálnych odtokov ($q_{d,\min}$) s priemernou nadmorskou výškou vykazujú povodia zimného typu ($r=0.8618$), potom zmiešaného

($r=0.7666$), nasledujú povodia jesenného typu ($r=0.7188$) a najnižšie hodnoty koeficienta korelácie vykazujú povodia letného typu ($r=0.5294$).

Korelačnú závislosť medzi minimálnym odtokom a priemerným sklonom povodí sledovaného súboru nám dokumentuje hodnota $r=0.6972$. Miera závislosti sa mení v rámci povodí štyroch rozpoznaných typov. Najvyššie hodnoty koeficienta korelácie dosahujú povodia patriace do zmiešaného typu ($r=0.8786$), potom nasledujú povodia zimného ($r=0.7532$), jesenného ($r=0.5832$) typu a najmenšiu mieru tesnosti vzájomnej súvislosti vykazujú povodia letného typu ($r=0.4412$).

Korelačná závislosť medzi minimálnym odtokom a zrážkovými úhrnmi je taktiež vysoká ($r=0.8554$). Aj tu sú však značné rozdiely medzi jednotlivými povodiami sledovaného súboru. Najvyššiu súvislosť vykazujú povodia zimného typu ($r=0.8496$), potom zmiešaného typu ($r=0.7975$), jesenného typu ($r=0.8377$) a najmenšiu povodia letného typu ($r=0.6165$).

Použité charakteristiky reliéfu, ako priemerná nadmorská výška povodia, priemerný sklon povodia, boli presne stanovené z digitálneho modelu reliéfu (DMR) a boli prebraté z databázy fyzickogeografických charakteristík malých povodí (Solín et al. 1999). Priemerná nadmorská výška vykazuje vysokú závislosť s parametrami malej vodnosti a všeobecne platí, že s narastajúcou nadmorskou výškou povodia rastú aj hodnoty minimálnych odtokov. Podľa Balca (1990) sa uplatňuje vertikálna zonálnosť rozlišujúca podľa veľkosti minimálnych odtokov 3 oblasti: vysokohorskú, stredohorskú a vrchovínno-nížinnú.

Kedže máme k dispozícii širokú databázu fyzickogeografických charakteristík, pre súbor malých povodí Slovenska je možné podrobiť analýze vzťah charakteristík malej vodnosti aj s ďalšími charakteristikami (substrátovo-pôdne, plošné zastúpenie jednotlivých tried krajinej pokrývky, ďalšie charakteristiky o reliéfe z DMR).

Neposledným faktorom ovplyvňujúcim malú vodnosť našich tokov sú aj antropogénne činnosti. Sem patria najmä vodné nádrže, prevody vody z jedného povodia do druhého, ako aj rôzne druhy odberov (stále, sezónne a pod.), ktoré sú sčasti neevidované.

6 DISKUSIA

Pri štúdiu časového výskytu minimálnych prietokov na slovenských tokoch použili metódu početností výskytu taktiež Drako a Majerčáková (1989), Majerčáková et al. (1995). Obdobný postup hodnotenia zvolili napr. aj Leibundgut a Demuth (1997) pri skúmaní časového výskytu minimálnych prietokov v hydrogeologických regiónoch JZ Nemecka, ktoré predstavujú väčšie priestorové jednotky pretínajúce hranice povodí. Väčšina spomínaných autorov pracovala s povodiami, ktorých plocha bola 100-500 km². Pre profily, ktoré uzatvárajú riečnu sieť odvodňujúcu väčšie územie s heterogénnou fyzickogeografickou štruktúrou, je ťažšie stanoviť faktory s rozhodujúcim vplyvom na tvorbu malej vodnosti a minimálnych prietokov v danom profile, ktorý je hydrologickou odozvou celého, rozvodnicou uzatvoreného systému. Heterogénnejšie povodia majú vo všeobecnosti vyrovnanejší odtokový režim. U väčších povodí môže dochádzať k zmiešaniu či prekrytiu vplyvov viacerých faktorov podmieňujúcich vznik malej vodnosti. Naproti tomu nami uvažované povodia zo siete malých povodí majú plochu cca do 150 km². Jedna z podmienok tvorby digitálnej siete malých povodí bola aj požiadavka, aby vyčlenené jednotky boli čo najhomo-

génnejšie z hľadiska fyzickogeografických podmienok, aby v nich dominovala jedna morfoštruktúrna jednotka (Solín a Grešková 1999). To vytvára predpoklad, že povodí so zmiešaným vplyvom nedostatku zrážok a zrážok viazaných v snehovej pokrývke, ktoré majú dominantný vplyv na výskyt malej vodnosti, bude málo.

V súbore povodí, s ktorým sme pracovali, prevládajú povodia s plochou 30-60 km², iba 14 povodí má rozlohu väčšiu ako 150 km². Stanica Turany - Čiernik, uzatvárajúca povodie o ploche menšej ako 5 km², bola zo šetrenia vynechaná.

Vzhľadom k tomu, že u väčších heterogénnejších povodí môže dochádzať k prekryvaniu faktorov pôsobiacich na rozdelenie minimálneho odtoku v roku, sa nám javí vhodnejšie pracovať s menšími homogénnejšími povodiami zo siete malých povodí.

Nami vymedzené obdobia (sezóny) malej vodnosti, ktoré môžeme považovať za určité typy rozdelenia minimálneho odtoku v roku, poskytnú homogénnejší materiál pre hodnotenie minimálnych odtokov, ako aj ich vzťah k podmieňujúcim faktorom v rámci siete malých povodí Slovenska.

Rozpoznané typy rozdelenia malej vodnosti v roku boli získané v rámci súboru vybraných povodí s hydrologickým pozorovaním. Existencia digitálnej vrstvy malých povodí a rozsiahlej databázy ich fyzickogeografických charakteristík vytvára potrebné predpoklady pre extrapoláciu získaných výsledkov na povodia bez hydrologického pozorovania.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu 2/4065/99 za podpory grantovej agentúry VEGA.

LITERATÚRA

- BALCO, M. (1990). *Malá vodnosť slovenských tokov*. Bratislava (Veda).
- DRAKO, J., MAJERČÁKOVÁ, O. (1989). N-ročné minimálne prietoky. *Zborník prác SHMÚ*, 29. Bratislava (Alfa), pp. 307-379.
- LEIBUNDGUT, CH. DEMUTH, S. (1997). *Grundwasserneubildung*. Freiburger Schriften zur Hydrologie, 5. Freiburg (Universität Freiburg).
- LEŠKOVÁ, D. (1996). *Vybrané režimové a pravdepodobnostné charakteristiky malej vodnosti*. Práce a štúdie, 53. Bratislava (SHMÚ).
- MAJERČÁKOVÁ, O., LEŠKOVÁ, D., ŠEDÍK, P. (1995). Selected characteristics of low flows of slovak rivers. *Vodohospodársky časopis*, 43, 331-353.
- MAKEL, M. (1976). Hydrologické sezóny v povodiach slovenských riek. *Vodohospodársky časopis*, 24, 42-62.
- SOLÍN, L., GREŠKOVÁ, A. (1999). Malé povodia Slovenska - základné priestorové jednotky pre jeho hydrogeografické regionálne členenie. *Geografický časopis*, 51, 75-94.
- SOLÍN, L., ŠURI, M., GREŠKOVÁ, A. (1999). Malé povodia a databáza ich fyzickogeografických charakteristík - základný predpoklad hydrogeografickej regionálnej typizácie Slovenska. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae, Folia Geographica*, 2, 100-104.
- STN 75 1400 (1990). *Hydrologické údaje povrchových vôd*. Vydavatelství norem, Praha.

Anna Grešková

OCCURRENCE AND YEAR DISTRIBUTION OF THE LOW FLOWS ON THE SLOVAK STREAMS

The study of the low flow of streams as a hydrological extreme is undoubtedly important not only for general learning but also for the practical purposes.

The contribution is focused to analyses of occurrence and annual distribution of the minimum discharges in the Slovak streams. Analysis concerned 157 gauging stations. A data base of hydrological and physical/geographical characteristics exists for the given stations. Mean daily discharges ($q_{d,min}$...) and the mean specific runoff data both for the period of 1976 -1995 were used. Observation of the occurrence of the yearly minimum discharges in single months led to distinction of the summer, autumn, winter and mixed types of the annual low flow distribution.

The principal factors influencing occurrence and distribution of low flow over year are climatic (temperature, evaporation, precipitation) and out of the relief characteristics it is mainly the sea level altitude of the particular basin. Certain time shift from summer over the autumn to winter period in S - N oriented or from lower to higher situated areas is observable for the whole territory of Slovakia in occurrence of the low flow.

Also the rate of closeness of the relation between the minimum runoffs and chosen physical/geographical parametres of basins under the recognized four types of low flow in a year was investigated.

In difference from the preceding studies which were based in larger and more heterogeneous basins (100-500 km²) where overlapping of factors influencing the classification of low flow is possible, it seems more adequate to work with smaller and more homogeneous basins.

Our seasons of low flow as certain types of the minimum runoff in a year provide more homogeneous material useful for assessment of the minimum runoffs and of their relation to the determining factors in the framework of small basins of Slovakia.

Tab. 1 Number of occurrence of the minimum discharges in individual months (%) (1976-1995)

Tab. 2 Chosen characteristics of basins and their gauging stations

Translated by H. Contrerasová