

---

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

---

51

1999

1

---

*Ján Hanušin\**

## TYPIZÁCIA REŽIMU ODTOKU NA PRÍKLADE SÚBORU VYBRANÝCH POVODÍ SLOVENSKA

**J. Hanušin:** Typification of runoff regime on example of a set of chosen catchments of Slovakia. *Geografický časopis*, 51, 1999, 1, 6 figs., 6 refs.

A set of 166 chosen river catchments is analysed from the viewpoint of runoff regime. Monthly means from 20 year observation period (1976-1995) were assessed. Months with maximum and months with minimum runoff, co-efficient of variation of mean yearly regime were the criteria. Assessment of the month with maximum or with the minimum runoff was the decisive criterion for assessment of the type. Size of the variation co-efficient determines the ratio of variation, which in turn, is a criterion for classification of a subtype of runoff regime. In total we identified 5 basic types and 11 subtypes of runoff regime.

**Key words:** runoff regime, typification

### ÚVOD A CIELE

Odtokový režim (rozdelenie odtoku) je hydrologický parameter charakterizujúci priebeh zmeny množstva odtečenej vody v danom profile vo vzťahu k určitému časovému obdobiu. V odtokovom režime sa syntetizuje vplyv klimatických bilančných prvkov (zrážky, výpar), fyzikogeografických vlastností povodia (litologické zloženie, morfometrické a pôdne vlastnosti, hydrografické vlastnosti povodia) a napokon aj miera intervencie človeka v povodí (charakter využitia zeme, vodohospodárske zásahy). Najčastejším časovým obdobím, pre ktoré sa stanovuje odtokový režim je rok (hydrologický alebo kalendárny). V našich klimatických podmienkach

---

\* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

zvyčajne nemá význam uvažovať o typickom, priemernom odtokovom režime kratších časových období (deň, mesiac) kvôli vysokej miere náhodnosti vstupného procesu (zrážok). Odlišná situácia existuje v niektorých povodiach napr. s ľadovcami alebo v tropických oblastiach, kde možno pozorovať typický denný režim, odtoku či už v dôsledku jeho nárastu v dôsledku topenia ľadovcov počas dňa, alebo v dôsledku pravidelných, prakticky každodenných zrážok v tropických oblastiach.

Najpoužívanejšími charakteristikami odtokového režimu sú priemerný dlhodobý prietok, priemerný ročný prietok, maximálny a minimálny prietok, priemerný denný, mesačný, prípadne sezónny prietok a ďalej štatistické charakteristiky: variabilita, pravdepodobnosť výskytu. V kultúrnej krajine je významnou charakteristikou miera ovplyvnenia odtokového režimu rôznymi vodohospodárskymi aktivitami v povodí. Výber týchto, ale aj iných existujúcich charakteristík závisí od spôsobu a detailnosti skúmania problematiky.

Cieľom predkladanej štúdie je identifikovať základné typy odtokového režimu na súbore vybraných povodí Slovenska. Našou snahou bolo študovať odtokový režim a jeho charakteristiky na čo najmenších a najhomogénnejších povodiach, v ktorých možno veľmi dobre dešifrovať tvorbu odtoku a jeho časové zmeny z dobre definovateľného fyzickogeografického prostredia. Inými slovami, pokúsili sme sa identifikovať a následne typizovať odtokový režim v čo najautochtónnejšom prostredí. Súbor vybraných povodí Slovenska bol zvolený s ohľadom na vedecké ciele riešené v projekte 2/4065/97 "Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS".

## PREHLAD RIEŠENIA PROBLEMATIKY U NÁS

Problematikou výskumu, resp. definovania typov režimu odtoku sa na Slovensku zaoberalo viacero autorov. Dva rôzne prístupy prezentoval Dub. V prvom z nich (Dub in Šimo 1972) stanovil pomerne mesačné hodnoty prietokov k ročnému priemeru, následne k týmto hodnotám zhotovil čiary prekročenia prietokov, ktoré napokon zoskupil do skupín na základe podobnosti ich tvaru. Takýmto spôsobom vymedzil na území Slovenska 9 typov čiar prekročenia, ktoré charakterizujú istým spôsobom kvantitatívne rozdelenie odtoku počas roka, nemôžu však špecifikovať obdobie (mesiace) s charakteristickým odtokom. Dunaj ako typický alochtónny tok vzhľadom na územie Slovenska sa hodnotil osobitne. V ďalšom prístupe Dub (1963) rozpracoval klasifikáciu slovenských tokov na základe rozdelenia odtoku v priebehu roka. Základným diferenciacným kritériom bol percentuálny podiel odtoku v prvom polroku priemerného roku na celoročnom odtoku. Na tomto základe vyčlenil tri hlavné oblasti: vysokohorskú (s podielom príslušného polroku do 50 %), stredohorskú (s podielom 50-60 %) a napokon vrchovinnú a nížinnú (s podielom nad 60 %). Do určitej miery príbuznú metodiku prezentovali Šimo a Zátka v Atlase SSR (1980), ktorí ku typologickým charakteristikám režimu v jednotlivých oblastiach (verbálne zhodných s oblasťami v zmysle Dub 1963) zaradili aj prevládajúci zdroj zásobovania, obdobie akumulácie, vysokej vodnosti, maximálneho a minimálneho prietoku a napokon charakter podružného zvýšenia vodností koncom jesene a začiatkom zimy.

Územia Slovenska sa čiastočne vo svojej štúdií dotkol aj Netopil (1976), ktorý študoval premenlivosť ročného rozdelenia odtoku riek na území ČSR. Na posúdenie miery premenlivosti rozdelenia odtoku v priebehu roka použil aj variačný koeficient mesačných radov vodností tokov za sledované obdobie. Problematikou rozdelenia

odtoku počas roka z hľadiska identifikácie hydrologických sezón sa zaoberal aj Makel (1976). Na základe analýzy podielu odtoku v jednotlivých sezónach autor vymedzil 3 oblasti s rovnakým začiatkom hydrologického roka. V ďalšom postupe vymedzil autor 7 oblastí s rovnakým charakterom rozdelenia vodnosti v roku.

Ďalší prístup pri vymedzovaní typov rozdelenia odtoku na Slovensku prezentujú Turbek a Škoda (1986). Základným krokom bolo rozdelenie vybraných staníc podľa hodnoty koeficientu variácie chronologických radov mesačných prietokov s krokom 0,1. V takto získaných piatich triednych intervaloch sa vytvorili samostatné skupiny vodomerných staníc, pre ktoré sa vytvorili podskupiny (subtypy) na základe zhody priebehu koeficienta variácie podielu mesačných prietokov k dlhodobému ročnému prietoku a dlhodobého mesačného prietoku.

## METODIKA

Prezentovaná štúdia je súčasťou širšie zameraného projektu "Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS", ktorého cieľom je regionálna typizácia územia Slovenska na základe charakteristík fyzickogeografických parametrov povodí ovplyvňujúcich odtok. Na tento účel bol k dispozícii základný súbor 166 povodí Slovenska, pričom v každom z nich boli stanovené priemerné mesačné a ročné hodnoty prietoku v záverečnom profile za 20-ročné obdobie 1976-1995. Všetky základné údaje o povodiach a prietokoch sme získali z databázy SHMÚ. Analýzou jednotlivých profilov sme vylúčili 9 profilov z dôvodu ich polohy pod vodnými nádržami alebo v územiach s výrazne zmeneným režimom odtoku v dôsledku vodohospodárskych úprav, odberov pitnej vody, kde predpokladáme výrazné ovplyvnenie odtokového režimu uvedenými zásahmi. Takto sme vyradili napr. profily Vajnory-Račiansky potok, Buková - Trávka, Seňa - Sokoliansky potok, Veľké Uherce-Drahožnícky potok, Nemečky - Chocina a iné. Výsledný súbor obsahuje 157 povodí s priemernou rozlohou 68,09 km<sup>2</sup>, pričom maximálna rozloha je 302,8 km<sup>2</sup>, minimálna 3,63 km<sup>2</sup>. Prezentovaný výber povodí predstavuje asi 20% rozlohy Slovenska, prevažne v pahorkatinných a vrchovinných krajinných typoch. Snaha o minimalizáciu základného sledovaného povodia je jedným z najdôležitejších špecifik predmetnej metodiky v porovnaní s niektorými metodikami uvádzanými vyššie. Čím menšie povodie, tým je homogénnejšie z hľadiska parametrov ovplyvňujúcich odtokový režim a tým reprezentatívnejšie a bezproblémovnejšie extrapolovateľné sú získané výsledky, prirodzene len na povodia rádove približne rovnakej veľkosti a vlastností. Naopak, nevýhodou takéhoto prístupu je na druhej strane skutočnosť, že typy odtokového režimu stanovené takýmto spôsobom sú ťažšie extrapolovateľné na povodia rádove väčšej rozlohy, kde je predpoklad väčšej heterogenity fyzickogeografických parametrov. Z tohto dôvodu je aj vyčlenenie väčších regiónov odtokového režimu na základe takýchto údajov náročnejšie.

Zdôrazňujeme, že pôvodný súbor 166 povodí nie je reprezentatívnou vzorkou povodí Slovenska. Ich výber bol determinovaný viacerými obecnými známymi subjektívnymi kritériami, ktorými boli popri stanovenom limite maximálnej plochy povodia (300 km<sup>2</sup>) predovšetkým existencia pozorovacieho radu akceptovateľnej kvality. Veľmi málo sú zastúpené autochtónne toky nížin a nízkych pahorkatín, čo je spôsobené objektívnym nedostatkom pozorovacích staníc na tokoch tohto charakteru.

Prvým krokom pri spracovaní súboru odtokových údajov bolo vyjadrenie mesačných hodnôt pomernou hodnotou  $Q_m/Q_a$ , kde

$Q_m$  - priemerná mesačná hodnota prietoku v príslušnom mesiaci, vypočítaná z 20-ročných pozorovacích radov,

$Q_a$  - priemerná ročná hodnota prietoku, takisto vypočítaná z 20-ročných pozorovacích radov.

Uvedená operácia je štandardným krokom umožňujúcim lepšie porovnávanie režimových charakteristík povodí s rozdielnou vodnosťou.

Pri stanovení typu odtokového režimu sme použili nasledovné kritériá:

- mesiac (mesiace) s maximálnym priemerným prietokom,
- mesiac (mesiace) s minimálnym priemerným prietokom,
- variačný koeficient priemerných mesačných prietokov počas roka.

Obdobia s maximálnym resp. minimálnym odtokom sú základnými ukazovateľmi rozdelenia odtoku počas roka. Mesiacom s maximálnym priemerným odtokom bol mesiac s najväčšou hodnotou  $Q_m/Q_a$ , mesiac s najmenšou hodnotou  $Q_m/Q_a$  bol analogicky mesiacom s minimálnym priemerným prietokom. Z tohto kritéria možno usudzovať na riadiace procesy podmieňujúce rozdelenie odtoku a čiastočne aj na niektoré vlastnosti krajinej štruktúry príslušného povodia. Identifikáciu mesiacov s maximálnym resp. minimálnym odtokom považujeme za vedúce kritérium pri vyčleňovaní typov režimu odtoku. V niektorých prípadoch boli mesačné hodnoty  $Q_m/Q_a$  úplne alebo temer identické. Pokiaľ sa takéto hodnoty vyskytovali v dvoch odlišných obdobiach (napr. jar-jeseň), za mesiac s príslušnou hodnotou (maximum alebo minimum) sme určili ten, ktorý sa vyskytoval v dlhšom období s typickou hodnotou príslušného javu.

Variačný koeficient je kritériom vyjadrujúcim rozkolísanosť mesačných hodnôt odtoku v priebehu roka. Hodnotu variačného koeficienta ( $C_v$ ) sme získali ako podiel

$$C_v = \frac{\sigma}{Q_a},$$

kde  $\sigma$  - štandardná odchýlka hodnôt priemerov prietoku v jednotlivých mesiacoch (vyjadrených ako  $Q_m/Q_a$ ),

$Q_a$  - priemerný mesačný prietok.

Hodnoty  $C_v$  kolísali v rozmedzí od 0,07 do 0,74, stredná hodnota  $C_v$  je 0,49.

Mieru rozkolísanosti odtokového režimu sme stanovili na základe rozdelenia hodnôt  $C_v$  do troch kategórií:

- málo rozkolísaný (hodnoty  $C_v < 0,40$ ),
- rozkolísaný (hodnoty  $C_v = 0,41 - 0,60$ ),
- veľmi rozkolísaný (hodnoty  $C_v > 0,61$ ).

Ako ďalšie možné kritérium sme prepočítali percentuálny podiel na priemernom ročnom odtoku za dva mesiace s najväčším, resp. s najmenším odtokom. Týmto spôsobom sme sa pokúsili vystihnúť mieru koncentrácie maximálnych, resp. minimálnych odtokov v jednotlivých povodiach. Len pre informáciu uvádzame, že za dva mesiace s najväčším podielom odtoku ( $Q_{max2}$ ) odtieklo zo súboru 160 povodí najviac 38,8 % (priemerne 31,7 %), za dva mesiace s najmenším podielom odtoku ( $Q_{min2}$ ) najmenej 2,5 % (v priemere 8,08 %). Ukázalo sa však, že korelácia medzi rozdielom



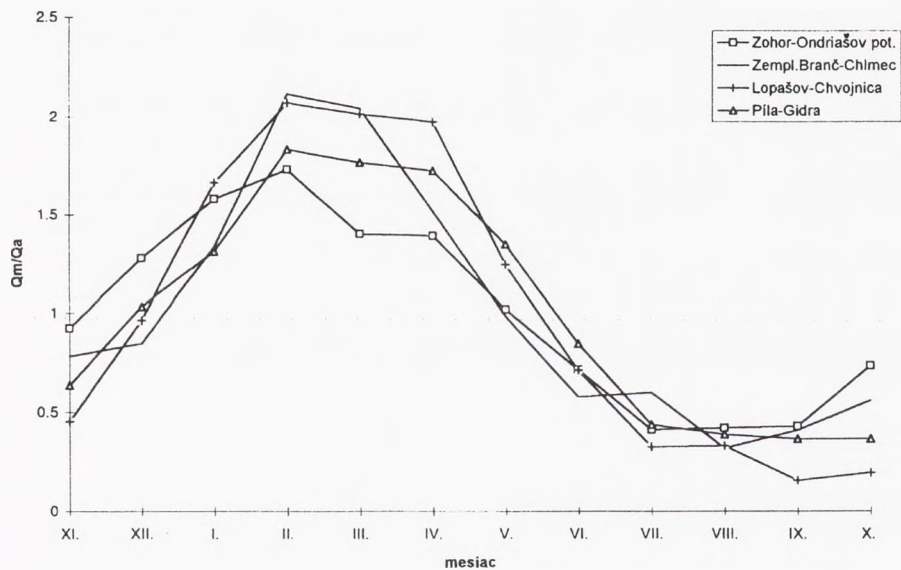
dvojmesačného maximálneho a minimálneho ( $Q_{\max 2} - Q_{\min 2}$ ) a  $C_v$  je veľmi tesná (0,97), čo znamená, že zavádzanie tohto kritéria by bolo viac-menej duplicitou kritéria  $C_v$ , preto sme toto kritérium napokon vylúčili ako nadbytočné.

Posledným metodickým krokom bolo zoskupenie jednotlivých povodí do typov podľa režimu odtoku na základe vymedzených kritérií, pre ktoré sme určili poradie významnosti:

1. mesiac (mesiace) s maximálnym priemerným odtokom,
2. mesiac (mesiace) s minimálnym priemerným odtokom,
3. variačný koeficient mesačných odtokových priemerov počas roka.

Súbor jednotlivých povodí bol rozdelený na základe uvedených kritérií do skupín pomocou programu MS Excel.

Prvé dve kritériá - mesiace s maximálnym resp. minimálnym priemerným odtokom určujú základný typ režimu, miera rozkolísanosti režimu ( $C_v$ ) stanovuje subtypy v rámci základného typu, ktoré sme však identifikovali len pri typoch s dostatočnou početnosťou. Celkove sme uvedeným spôsobom vymedzili 5 základných typov a v rámci nich 11 subtypov. Vyčlenené typy sme sa pokúsili približným spôsobom zaradiť do určitého fyzickogeografického prostredia, pričom zdôrazňujeme, že detailnejšie skúmanie závislostí medzi typom odtokového režimu a fyzickogeografickými vlastnosťami povodia nie je cieľom tohto príspevku.



Obr. 1. Odtokový režim typu A.

## CHARAKTERISTIKA VYČLENENÝCH TYPOV ODTOKOVÉHO REŽIMU

### Odtokový režim typu A

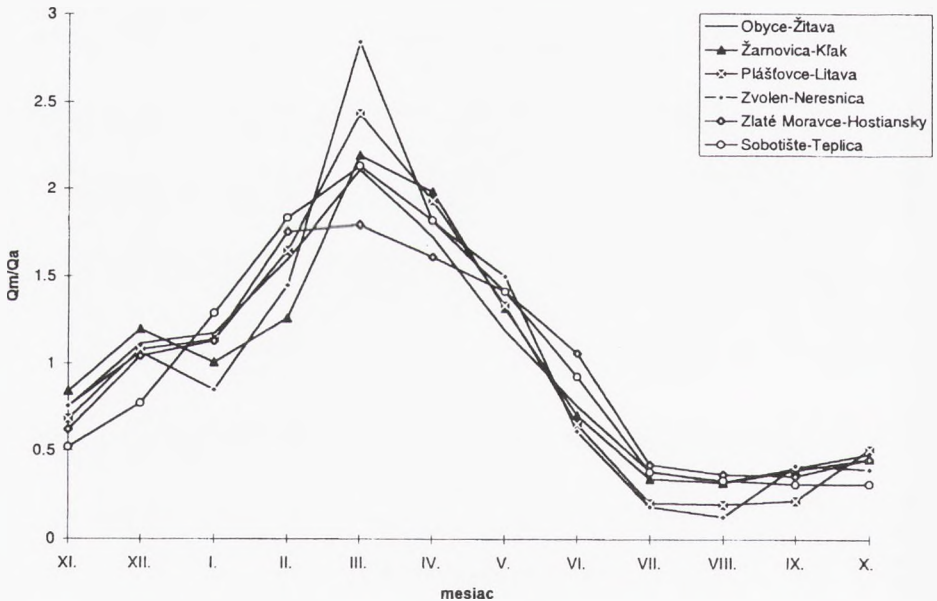
Charakteristické je nevýrazné neskorozimné (februárové) maximum s len pozvoľným poklesom vodnosti v období do apríla, s minimálnou vodnosťou v druhej polovici až koncom leta (obr. 1). Vzhľadom na nízke zastúpenie povodí v danom type (6 povodí) by bolo vyčleňovanie subtypov na základe hodnôt  $C_v$  málo preukazné.

Tento typ odtokového režimu nájdeme prevažne na povodiach v členitejších častiach pahorkatín v rámci našich najväčších nížin.

### Odtokový režim typu B

Charakteristický je výrazný nástup do zreteľného marcového maxima s pomerne rýchlym poklesom vodnosti, ktorej minimum je prevažne v auguste a septembri, zriedkavejšie až v októbri. Toto minimum je výrazné (obr. 2). V tomto type je 53 povodí.

Subtyp B1 - málo rozkolísaný, je vo výslednom súbore zastúpený len okrajovo. Avšak aj z malého počtu povodí patriacich do tohto subtypu je zrejmé široké rozpätie fyzickogeografických vlastností jednotlivých povodí vzhľadom na odtokový režim. Patria sem fyzickogeograficky tak rozdielne povodia ako napr. Sazdice-Búr na Pohronskej pahorkatine s prevažne malou energiou reliéfu, alebo na druhej strane Rajec-Čerňanka na rozhraní Žilinskej kotliny a Súľovských vrchov s významne vyššou



Obr. 2. Odtokový režim typu B.

energiou reliéfu, pričom podobnosť odtokových režimov vyjadruje vysoký stupeň korelácie (0,93) medzi priemernými percentuálnymi podielmi mesačných odtokov na ročnom odtoku v obidvoch povodiach. Podobne vysoké hodnoty koeficienta korelácie sme zistili aj pri náhodnom šetrení medzi ostatnými povodiami v rámci tohto typu, pričom mnohé fyzickogeografické charakteristiky skúmaných povodí boli značne odlišné.

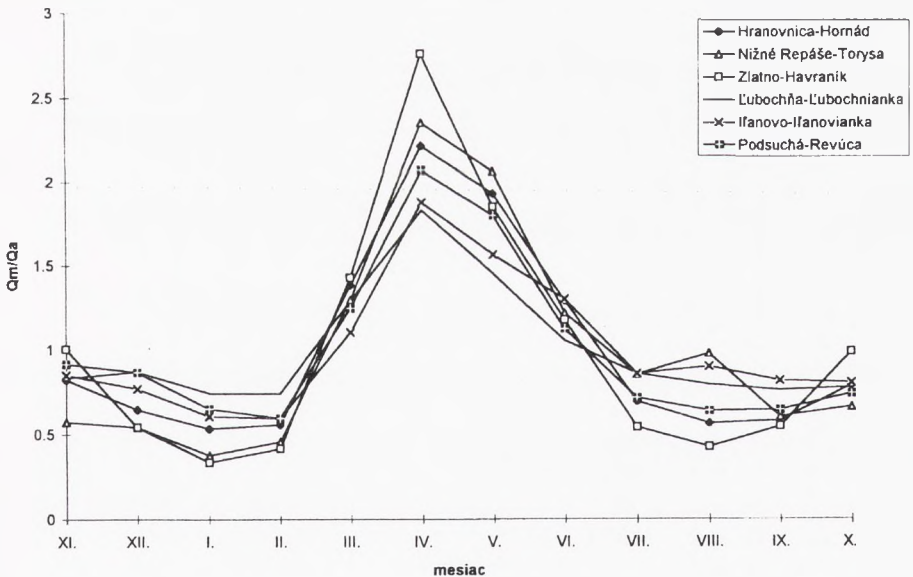
Subtyp B2 - rozkolísaný je zastúpený najpočetnejšie. Nájdeme ho v stredohorských polohách so strednou energiou reliéfu (rozdiel max-min nadmorská výška je 450-900 m), pričom v rámci Slovenska nie je jednoznačne regionálne viazaný. Pri tomto subtype môžeme vypozerovať náznak kombinácie malej priepustnosti a malej energie reliéfu na jednej strane, resp. o niečo lepšej priepustnosti a zvýšenej energii reliéfu na strane druhej.

Subtyp B3 - veľmi rozkolísaný. Regionálne zreteľný je tento subtyp na tokoch Krupinskej planiny.

### Odtokový režim typu C

Pri tomto type je typický výrazný nástup do aprílového maxima, pokles vodnosti je zväčša rýchly (v prípade výrazného aprílového maxima), avšak nie je pravidlom. Minimum je v zimných mesiacoch (január, február), pričom podružné jesenné minimum je len o niečo menej výrazné (obr. 3). V tomto type sme identifikovali 23 povodí.

Subtyp C1 - málo rozkolísaný, sa vyznačuje menej výrazným maximom a len pozvoľným poklesom do zimného minima. Málo rozkolísaný režim je významne zastúpený v rámci súboru povodí identifikovaných ako typ C. Subtyp C1 nájdeme v



Obr. 3. Odtokový režim typu C.

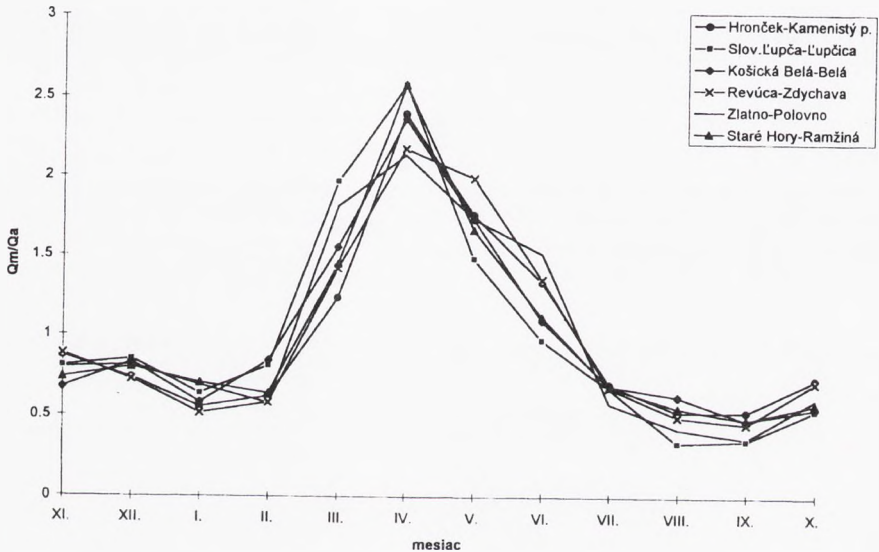
povodiach v Branisku a Čiernej hore a v povodiach Veľkej Fatry, Prosieckych vrchov a Podbeskydskej vrchoviny.

Subtyp C2 - rozkolísaný, sme identifikovali v Levočských vrchoch a v ich okolí (Homádska kotlina, Pieniny).

Subtyp C3 - veľmi rozkolísaný, je zastúpený len tromi povodiami s rozdielnymi vlastnosťami. Preto vzhľadom na malú početnosť nebolo možné korektné identifikovať spoločný znak.

### Odtokový režim typu D

Podobne ako v predchádzajúcom type C je aj v tomto type maximum vodnosti v apríli a predchádza ho takisto väčšinou intenzívny nárast vodnosti, na druhej strane minimum vodnosti nastupuje v neskorom lete až skorej jeseni (august-október), pričom pokles z jarného maxima je najmä v období apríl-júl trvalý a zreteľný, od júla pozvoľnejší (obr. 4). Podružné minimum je v januári-februári. Do typu D sme zaradili 51 povodí.



Obr. 4. Odtokový režim typu D.

Subtyp D1 - málo rozkolísaný, je typický posunom minima viacej ku začiatku jesene na koniec septembra-október. Tento subtyp je charakteristický pre povodia v území ťahúcom sa od centrálnej časti Strážovských vrchov cez Malú Fatru ku Oravskej Magure a Oravským Beskydom.

Subtyp D2 - rozkolísaný, je najviac zastúpený v Slovenskom Rudohorí, v južnej časti Veľkej Fatry a v Lúčanskej Malej Fatre a na západnom Slovensku v horských povodiach pohorí lemujúcich Záhorskú nížinu.

Subtyp D3 - veľmi rozkolísaný, vykazuje väčšiu koncentráciu v širšom okolí masívu Poľany a v strednej časti Slánskych vrchov.



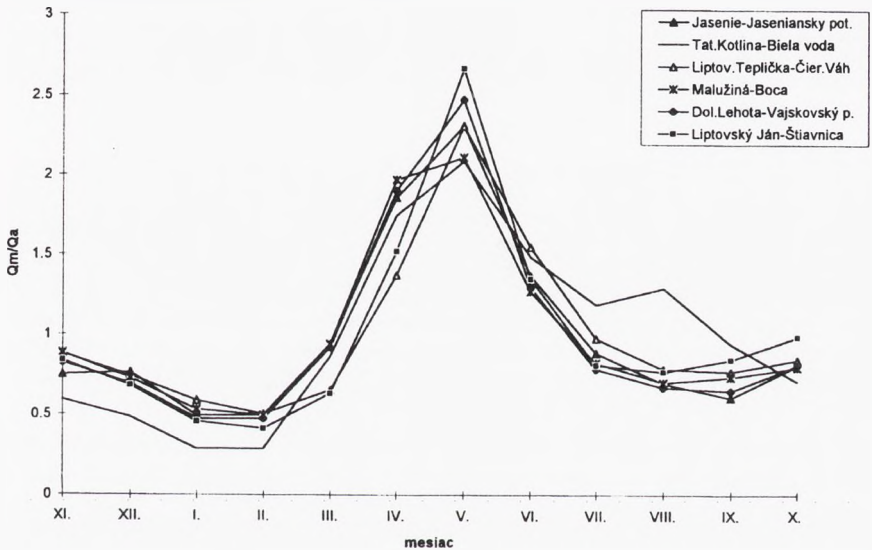
## Odtokový režim typu E

Odtokový režim tohto typu je charakterizovaný odtokovým maximom v máji a minimom odtoku v zime, t.j. v januári alebo februári. Nárast vodnosti je zväčša výrazný, na druhej strane jej pokles do jesenného podružného minima nebýva taký výrazný. Charakteristické pre tento typ je podružné maximum v októbri alebo novembri, po ktorom nastupuje pokles do ročného minima v januári a februári (obr. 5). Tento typ odtokového režimu je charakteristický pre naše najvyššie pohoria. Zaradili sme sem 24 povodí.

Subtyp E1 - málo rozkolísaný, sa v študovanom súbore povodí nevyskytol.

Subtyp E2 - rozkolísaný, je v povodiach vo Vysokých a Nízkych Tatrách, s priemerným sklonom do  $25^\circ$  a priemernou nadmorskou výškou do 1300 m.

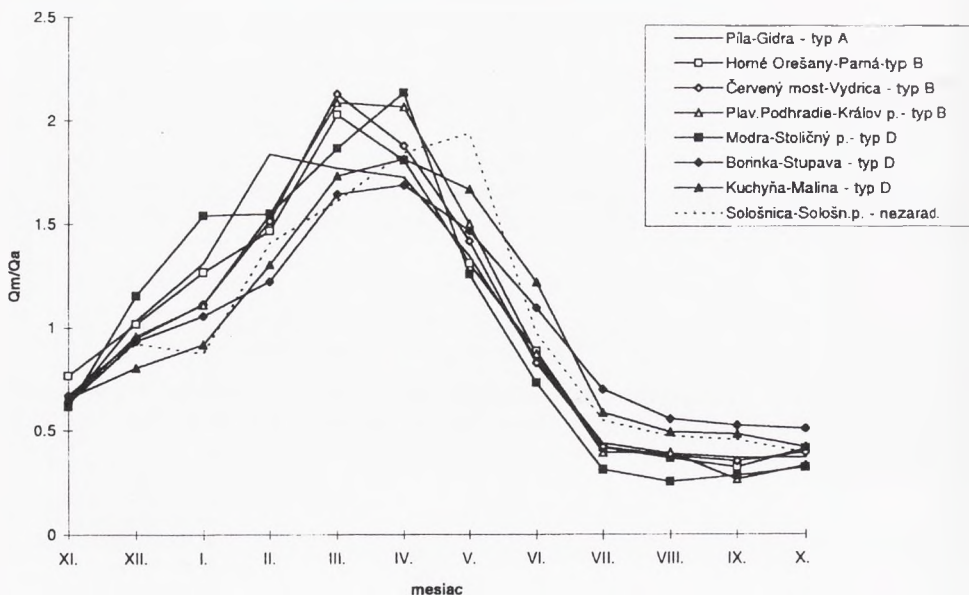
Subtyp E3 - veľmi rozkolísaný, nachádzame v tom istom území, avšak v povodiach s väčším priemerným sklonom, s väčšou priemernou nadmorskou výškou a s vyššími zrážkovými úhrnmi.



Obr. 5. Odtokový režim typu E.

## DISKUSIA

V mnohých prípadoch výsledné typy, resp. subtypy povodí nie sú koncentrovane lokalizované do súvislejších regiónov, ale vytvárajú nespojitú mozaiku povodí rozloženú po širšom území Slovenska, pričom sa niekedy dajú definovať určité spoločné fyzikogeografické charakteristiky takto vyčlenených povodí. Na druhej strane z predbežnej analýzy fyzikogeografických vlastností jednotlivých povodí vyplýva, že do jedného typu odtokového režimu môžu byť zaradené aj povodia do istej miery s odlišnými fyzikogeografickými charakteristikami (máme na mysli hodnoty ako priemerné zrážky, priepustnosť - transmisivitu, priemerný sklon, rozdiel v nadmor-



Obr. 6. Vnútroregionálna diferenciácia odtokových režimov (príklad Malé Karpaty).

ských výškach, strednú nadmorskú výšku). Takýmto spôsobom sa ukazuje, že jeden a ten istý typ odtokového režimu sa môže za určitých podmienok vytvárať kombináciou niekedy značne rozdielnych fyzickogeografických vlastností povodí, čo môže spôsobiť nemalé metodické problémy pri extrapolácii typov odtokového režimu na povodia bez hydrologických meraní výlučne na základe príbuznosti fyzickogeografických charakteristík.

Názorne sme sa pokúsili dokumentovať diferenciáciu odtokového režimu na relatívne malom priestore na príklade povodí v geomorfologickej jednotke (regióne) Malé Karpaty (obr. 6). Z priebehu čiar rozdelenia odtoku v 8 povodiach možno vyčítať viaceré spoločné charakteristiky (maximum prevažne v marci-apríli, minimum v neskorom lete-jeseni), na druhej strane detailnejší pohľad odhalí diferencie medzi jednotlivými povodiami, ktoré sa v konečnom dôsledku premietli do diferenciácie odtokového režimu do príslušných typov aj v takejto, na prvý pohľad fyzickogeograficky homogénnej jednotke. Inými slovami, regionálna príbuznosť (v zmysle komplexného fyzickogeografického celku) na určitej hierarchickej úrovni vymedzuje typologickú príbuznosť odtokového režimu len do určitej miery. V konečnom dôsledku sú pre konkrétnu typologickú príbuznosť rozhodujúce iné charakteristiky, ktoré môžu byť vlastné viacerým fyzickogeografickým celkom príslušnej úrovne, čiastočne priestorovo vzájomne vzdialených, nespojitých.

V porovnaní s niektorými predchádzajúcimi typizáciami odtokového režimu (napr. Turbek, Škoda 1986) sme vyčlenili menej typov, resp. subtypov (11 subtypov oproti 14 oblastiam v zmysle uvedených autorov), čo je podmienené tým, že hydrologická odozva vyjadrená režimom odtoku je v našom prístupe homogénnejšia vzhľadom na menšiu heterogenitu študovaných povodí, vyplývajúca z ich menšej

priemernej veľkosti. Vo väčšom povodí je zvýšená možnosť interferencie režimov rôznych vlastností, ktoré podmieňujú väčšiu variabilitu odtokového režimu vo výslednom profile.

V niekoľkých málo prípadoch odtokový režim povodí je na rozmedzí zaraditeľnosti do niektorého z vyčlenených typov, čo je pri akejkolvek typizácii problém, ktorému sa nedá vyhnúť. Okrem toho sme identifikovali niekoľko povodí so špecifickým režimom, ktoré bolo ťažko zaradiť do niektorého z vyčlenených typov (vid. napr. Sološnica-Sološnický potok na obr. 6), pričom vzhľadom na ich malú početnosť (1-2 povodia) sme nepovažovali za korektné vyčleniť ich ako samostatné typy. Uvedomujeme si, že takýmto krokom istým spôsobom porušujeme jedno z pravidiel vyčleňovania typov, ktoré predpokladá zatriedenie každého člena študovaného súboru do niektorého z vyčlenených typov.

## ZÁVER

V predloženej štúdií vyčleňujeme typy odtokového režimu na malých povodiach s vysokou mierou autochtónnosti odtokového režimu, čím sa prezentovaný prístup odlišuje od predchádzajúcich prác podobného zamerania. Predpokladaná detailnejšia analýza fyzikogeografických charakteristík sledovaných povodí by mala vyústiť do regionalizácie odtokového režimu územia Slovenska, resp. jeho časti.

## POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu "Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS" č. 2/4065/97, finančne podporovaného grantovou agentúrou VEGA.

## LITERATÚRA

- DUB, O. (1963). *Hydrológia, hydrografia, hydrometria*. Bratislava (SVTL a SNTL).
- MAKEL, M. (1976). Hydrologické sezóny v povodiach slovenských riek. *Vodohospodársky časopis*, 24, 42-62.
- NETOPIL, R. (1976). Proměnlivost ročního rozdělení odtoku řek ČSR. *Vodohospodársky časopis*, 24, 22-41.
- ŠIMO, E. (1972). Povrchové vody. In Lukniš, M. ed. *Slovensko, 2, Príroda*. Bratislava (Obzor).
- ŠIMO, E., ZATKO, M. (1980). Typy režimu odtoku. In Mazúr, E., ed. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Bratislava (SAV a SÚGK).
- TURBEK, J., ŠKODA, P. (1986). Rozdelenie odtoku v roku na území Slovenska. *Vodohospodársky časopis*, 34, 568-589.

*Ján Hanušin*

## TYPIFICATION OF RUNOFF REGIME ON EXAMPLE OF A SET OF CHOSEN CATCHMENTS OF SLOVAKIA

Runoff regime (distribution of runoff) is a hydrological parameter characterising the course of change of amount of water run off in given profile in certain time. The runoff regime synthesises

the climatic balance elements, physical-geographic properties of catchment and the rate of human interventions in particular catchment.

The aim of the study is to identify basic types of runoff regime on a set of chosen catchments of Slovakia. Our effort was to study the runoff regime and its characteristics using the smallest and most homogeneous catchments possible with a well definable physical-geographical environment for the identification of generation of runoff and its temporal changes.

The resulting set contains 157 catchments where we assessed mean monthly values from a 20 year lasting observation order in years 1976-1995

Assessing the type of runoff regime we used the following criteria:

- month/months with maximum mean runoff
- month/months with minimum mean runoff
- variation co-efficient of monthly runoff means during the year.

A month with maximum mean runoff was the month with biggest  $Q_m/Q_a$  value (ratio of mean monthly and mean yearly runoff value), month with the smallest  $Q_m/Q_a$  value was analogically the month with the minimum mean runoff. These criteria were decisive from the viewpoint of typification of runoff.

Variation co-efficient is the criterion expressing the differences between the monthly values of runoff during the year and simultaneously it is the criterion of classification of subtypes within the basic types.

The last methodological step was clustering of single catchments into types by the runoff regime based on defined criteria, while we obtained five types and eleven subtypes of runoff regime.

The A type is characterised by neutral late-winter (February) maximum with slow drop of discharge until April, with minimum discharge in the second half or end of summer (Fig. 1).

Type B is characterised by a distinct onset of March maximum with comparatively rapid drop of discharge and its minimum is in August and September, rarely October. This minimum is pronounced (Fig. 2).

Type C is typical of distinct onset of April maximum, the drop is mostly rapid (in case of pronounced April maximum) but it is not a rule. Minimum occurs in winter months (January, February) while the secondary autumn minimum is somewhat less pronounced (Fig. 3).

The maximum discharge of type D similar to the previous C type occurs in April and it is preceded by intensive increase of discharge, while the minimum starts in late summer or early autumn (August-October). The drop of the spring maximum is permanent and obvious in the period April-July, slower from July on (Fig. 4).

Runoff regime of E type is characterised by runoff maximum in May and runoff minimum in winter, i.e. January or February. The increase of discharge is mostly distinct, on the other side its drop to the secondary autumn minimum is not so pronounced. This type is typical for the secondary minimum in October or November, followed by the drop to the yearly minimum in January and February (Fig. 5).

Fig. 1. Type A of runoff regime.

Fig. 2. Type B of runoff regime.

Fig. 3. Type C of runoff regime.

Fig. 4. Type D of runoff regime.

Fig. 5. Type E of runoff regime.

Fig. 6. Intraregional differentiation of runoff regimes (example of the Small Carpathians).