
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

52

2000

4

*Ján Hanušin**

REGIONÁLNA TYPIZÁCIA ODTOKOVÉHO REŽIMU NA PRÍKLADE SÚBORU POVODÍ S AUTOCHTÓNNYMI TOKMI NA SLOVENSKU

J. Hanušin: Regional typification of runoff regime on example of a set of basins with autochthonous streams in Slovakia. *Geografický časopis*, 52, 2000, 4, 2 figs., 3 tabs., 7 refs.

The aim of the presented regional typification is extrapolation of five previously defined types of runoff regime on a set of 4,587 basic basins covering 73% of Slovakia's area. Within the set of 166 basins with known annual runoff regime intervals of values of parameters characterizing the five individual runoff regime types were defined. Three basic physical parameters (mean annual precipitation total, mean inclination and mean sea level altitude of basin) were selected. Share of arable land (%) in total basin area or the share of broad-leaved and coniferous forests (%) in total basin area were the additional auxiliary parameters. The following step was the gradual division by means of basic and additional parameters used to classification of the basic basins from the set of 4,587 autochthonous basins into the five defined types of runoff regime. The result was the map of regional types of runoff regime in Slovakia. The conclusion is the agreement between the types of runoff regime and altitude steps.

Key words: runoff regime, regional typification, small basins, GIS, parameter extrapolation, Slovakia

ÚVOD A CIELE

V predchádzajúcej štúdií (Hanušín 1999) sme na súbore 166 povodí s vysokou mierou autochtonnosti, s nameranými priemernými mesačnými hodnotami

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

prietoku (za 20-ročné obdobie 1976 – 1995) vyčlenili 5 typov odtokového režimu. Ako kritériá pre vyčlenenie typov boli použité:

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

Výsledkom bolo rozčlenenie súboru povodí do typov odtokového režimu A až E.

Pre lepšiu orientáciu v ďalšom texte uvedieme na tomto mieste stručné charakteristiky jednotlivých typov odtokového režimu.

Odtokový režim typu A sa vyznačuje nevýrazným neskorozimným (februárovým) maximom s pozvoľným poklesom vodnosti v období do apríla, s minimálnou vodnosťou v druhej polovici až koncom leta.

Pre typ B odtokového režimu je charakteristický 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.

Pre typ C je charakteristický 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.

Podobne ako v predchádzajúcom type je aj v type D maximum vodnosti v apríli, ktorému predchádza 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. Podružné minimum je v januári – februári.

Odtokový režim typu E je charakterizovaný odtokovým maximom v máji a minimom 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.

Cieľom predkladanej štúdie je priestorová extrapolácia piatich vyčlenených typov na ostatné povodia Slovenska s vysokou mierou autochtónnosti toku a relatívne homogénnymi fyzickogeografickými vlastnosťami.

PREHLAD RIEŠENIA PROBLEMATIKY

Problematika regionálnej typizácie odtokového režimu je značne komplikovaná. Na rozdiel napr. od regionálnej typizácie zrážok alebo odtoku je pri regionálnej typizácii režimu ako časovej veličiny potrebné okrem veľkosti odtoku zohľadniť aj jeho rozloženie v priemernom roku, teda časový, de facto režimový aspekt vo vlastnom zmysle slova, čo je metodicky značná komplikácia. Toto platí v prípade, ak robíme regionálnu typizáciu odtokového režimu povodí, pri ktorých máme k dispozícii údaje o mesačných prietokoch. Ďalšia komplikácia nastáva pri extrapolácii na povodia bez hydrologických údajov. Zrejme aj z týchto dôvodov je v domácej i svetovej literatúre problematika regionálnej typizácie odtokového režimu zastúpená pomerne málo.

Azda prvú regionálnu typizáciu režimu odtoku u nás spracoval O. Dub na začiatku 50. rokov, publikovanú o.i. aj vo svojej neskoršej práci (Dub 1957). Na základe podielu ročných období na odtoku v % ročného úhrnu počas roka vymedzil tri základné typy (oblasti). Podobný metodický základ má aj mapa Typy režimu odtoku v Atlase SSR (Šimo a Zaťko 1980). Na mape sa vyčleňujú oblasti s rovnakými typmi režimu odtoku na základe rozdelenia odtoku počas roka a prevládajúceho zdroja zásobovania. Mapa podľa autorov potvrdzuje výškovú zonálnosť režimu odtoku na našom území. Problematikou regionálnej typizácie režimu odtoku sa vo svojej štúdii čiastočne zaoberajú aj Stanescu a Ungureanu (1997). Vychádzajú z vymedzenia tzv. diskriminačných období, ktorými sú tri mesiace s najvyššími, resp. s najnižšími priemernými mesačnými prietokmi. Ďalším kritériom regionálnej typizácie popri diskriminačných obdobiach bola stredná nadmorská výška. Na tomto základe sa vymedzili základné regióny režimu odtoku pre Rumunsko a Juhosláviu. Zoskupovanie typov režimu na základe entropie urobila Krasovskaia (1998).

V niektorých prípadoch sa autori obmedzujú na typizáciu režimu úsekov jednotlivých tokov na základe dostupných hydrologických údajov. Tento postup je však, v prípade že nepracujeme s autochtónnymi jednotkami (povodiami), viacmenej nevyhnutný, pretože väčšie toky prenášajú svoje režimové vlastnosti (charakteristiky) na stredné a dolné úseky. Typickou ukážkou je mapa Odtokové režimy (Weingartner a Aschwanden 1992).

POUŽITÁ METODIKA

Zásadným cieľom riešenej regionálnej typizácie bolo extrapolovať už vymedzené režimové typy na súbor 4587 základných povodí, ktoré boli vymedzené v rámci riešenia vedeckého projektu 2/4065/97 „Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS“.

Celý súbor obsahuje 5 435 základných povodí, z nich však len spomínaných 4 587 predstavujú autochtónne povodia, čo je asi 84 % z celkového počtu základných povodí. Z celkovej rozlohy územia Slovenska patrí medzi autochtónne povodia 35 778 km² (73 % rozlohy). Zvyšné územie, na ktorom bolo vyčlenených formálne 848 základných povodí (13 256 km², t.j. 27 % rozlohy Slovenska), sme teda do našej regionálnej typizácie nezahrnuli.

Každé z 5 435 základných povodí má stanovené parametre spracované a uložené v prostredí GIS, čo umožňuje ich operatívne využívanie. Sú to najmä fyzickogeografické parametre (zrážky, transmisivita horninového prostredia, morfometrické parametre), ale aj kategórie využitia krajiny. Detailnejšiu informáciu o metodike vyčleňovania malých (základných) povodí podávajú Solín a Grešková (1999).

Zatiaľ čo pri stanovovaní typov režimu pre súbor 166 povodí sme zohľadňovali hydrologické hodnoty (priemerné mesačné prietoky), v extrapoláčnej procedúre sme postavení pred problém priradiť vymedzeným typom určité špecifické parametre a charakteristiky, ktoré by umožnili zaradiť každé z povodí do niektorého z piatich apriorne vymedzených typov odtokového režimu.

Výber parametrov bol podmienený všeobecne uznávanými poznatkami o tvorbe odtoku, resp. o parametroch povodí podieľajúcich sa na odtokovom

proces. Do istej miery sme boli nútení zohľadniť aj dostupnosť hodnôt v databáze GIS. Váha jednotlivých parametrov bola spočiatku stanovená ako rovnocenná, nakoľko nie je možné apriorne a paušálne určiť podiel časovo a priestorovo variabilných parametrov na tvorbe a rozdelení odtoku v súbore niekoľko tisíc povodí. Až v druhom priblížení sme sa na základe predbežných výsledkov rozhodli priradiť vyššiu (dvojnásobnú) váhu parametra priemerná nadmorská výška povodia.

Ako relevantné parametre sme postupne zohľadňovali fyzickogeografické parametre, a to:

- priemerný ročný úhrn zrážok v povodí,
- priemerná transmisivita horninového prostredia v povodí,
- priemerný sklon povodia,
- priemerná nadmorská výška povodia,
- rozdiel maximálnej a minimálnej nadmorskej výšky povodia,

a parametre využitia krajiny:

- podiel ornej pôdy v % z celkovej plochy povodia,
- podiel listnatých lesov v % z celkovej plochy povodia,
- podiel ihličnatých lesov v % z celkovej plochy povodia.

Analýza parametrov ukázala, že s výnimkou priemernej transmisivity horninového prostredia v povodí vykazujú hodnoty ostatných parametrov dostatočne veľký rozptyl, umožňujúci diferenciáciu medzi jednotlivé typy odtokového režimu. Priemerná transmisivita horninového prostredia v povodí je vyjadriteľná v podstate len štyrmi hodnotami (štyri kategórie transmisivity), čím dochádza k výraznému prekryvu hodnôt a zníženiu diferenciácie schopnosti tohto parametra. Z týchto dôvodov sme uvedený parameter ďalej nebrali do úvahy. Parameter rozdiel maximálnej a minimálnej nadmorskej výšky povodia sme po úvahe takisto vypustili, a to jednak z dôvodu relatívne vysokej korelácie medzi týmto parametrom a parametrom priemerná nadmorská výška povodia ($r = 0,74$), ale najmä v snahe získať v konečnej fáze nepárny počet fyzickogeografických parametrov, aby sa zamedzilo vzniku nerozhodného skóre, ktoré by skomplikovalo proces priradovania povodí do režimových typov. Napokon sme akceptovali tri fyzickogeografické parametre, ktoré sme v ďalšom postupe považovali za základné.

Parametre využitia krajiny sme nakoniec použili takisto tri (viď vyššie), pričom sme im priradili doplnkový, pomocný charakter.

Ťažiskovým metodickým problémom bolo popri výbere parametrov aj stanovenie ich hodnôt, presnejšie intervalu hodnôt parametrov pre jednotlivé typy režimu odtoku v súbore 166 povodí so známymi hodnotami odtoku, čo umožňuje analogicky priradiť každému základnému povodiu, v ktorom poznáme veľkosť parametra, aj jeho zaradenie do konkrétneho intervalu a v konečnom dôsledku aj stanovenie príslušného typu režimu odtoku. Takáto analógia vychádza z predpokladu, že príbuzné (v rámci vyčleneného intervalu) hodnoty parametrov podmieňujú rovnaký typ odtokového režimu.

Príslušné intervaly sa stanovili pre každý parameter a pre každý typ odtokového režimu v súbore povodí prislúchajúcich k vymedzenému typu režimu od-

toku. Koncové body každého intervalu ležia vo vzdialenosti jednej smerodajnej odchýlky po oboch stranách strednej hodnoty daného parametra v príslušnom type odtokového režimu. Okrajové hodnoty parametrov sa zaokrúhlili na najbližšie celé čísla (sklon) alebo na desiatky (pri ostatných parametroch).

Porovnanie intervalov parametrov pri jednotlivých typoch režimu odtoku ukázalo, že v niektorých prípadoch dochádza k značnému prekryvu (zhode), čím sa ich diferenciálna hodnota strácala. Najväčšie hodnoty prekryvu, a tým aj najväčšiu mieru podobnosti, mali režimové typy C a D, a to najmä pri parametroch zrážky a sklon, naopak, najmenšiu mieru prekryvu vykazovali režimové typy A a E. Čiastočne odlišným spôsobom sme vyčlenili intervaly pri parametri podiel ornej pôdy v % z celkovej plochy povodia, kde sme vzhľadom na extrémne veľké rozptyly hodnôt (najmä pri type režimu odtoku A) viac zohľadnili hodnotu aritmetického priemeru a potlačili vplyv štandardnej odchýlky.

Tab. 1. Tabuľka intervalov fyzickogeografických (základných) parametrov pre jednotlivé typy režimu odtoku (priemerné hodnoty v základnom povodí)

Typ režimu	Zrážky (v mm)	Sklon (°)	Nadmorská výška (m.n.m)
A	do 700	do 8	do 400
B	680 - 900	8 - 15	370 - 620
C	760 - 1100	11 - 22	720 - 1060
D	750 - 1030	11 - 20	560 - 1000
E	900 a viac	15 a viac	1000 a viac

Vlastný proces extrapolácie, t.j. priradenie jednotlivých základných povodí do určitého typu režimu odtoku definovaného intervalom zvolených parametrov bol vykonaný v prostredí Arc View GIS spôsobom postupného rozkladu súboru základných povodí v troch krokoch na jednoznačné typy režimu odtoku (t.j. A, B, C, D, E). Každé základné povodie bolo zaradené do niektorého z typov odtokového režimu na základe tzv. väčšinového kritéria. V praxi to znamenalo, že ak napr. v prvom kroku mali dva fyzickogeografické parametre hodnotu v rámci intervalu typu odtokového režimu B a tretí svojou hodnotou patril do typu odtokového režimu A, výsledné zaradenie na základe väčšinového kritéria bolo do typu B. Vzhľadom na prekryv hodnôt parametrov často dochádzalo k situáciám, kedy niektoré hodnoty parametrov bolo možné priradiť k viacerým typom odtokového režimu. V takýchto prípadoch sa väčšinové kritérium uplatňovalo výberom z viacerých alternatív pre každý parameter. Napríklad hodnota zrážok 800 mm je relevantná pre typ odtokového režimu B, C a D, sklon 8° pre typy A a B a napokon priemerná nadmorská výška 700 m pre typy B, C a D. Uplatnenie väčšinového kritéria rozhodlo, že dané povodie bude zaradené do typu B (trojnásobný výskyt B). Ak sa v prvom kroku väčšinové kritérium nedalo uplatniť, teda ak tri fyzickogeografické parametre boli priradené rôznym typom odtokového režimu (napr. B, C, D), potom sa dané povodie ako nejednoznačné vyhodnocovalo v druhom, prípadne treťom kroku.

Tab. 2. Tabuľka intervalov parametrov využitia krajiny pre jednotlivé typy režimu odtoku (podiel v % z celkovej plochy základného povodia)

Typ režimu	Orná pôda	Listnaté lesy	Ihličnaté lesy
A	30 a viac	-	-
B	20 - 30	-	-
C	10 - 20	0 - 15	15 - 80
D	10 - 20	10 - 80	0 - 30
E	0 - 10	-	-

V podstate sme sa k výslednému rozkladu dopracovali v dvoch priblíženiach, ktoré sa vzájomne líšili len tým, že v druhom z nich sme priradili parametru priemerná výška povodia dvojnásobnú váhu. Dôvodom bolo zistenie z prvého priblíženia, že viaceré povodia boli priradené do typov odtokového režimu, v ktorých sa nezhodovala ich skutočná nadmorská výška s intervalom nadmorskej výšky pre daný režimový typ. Tak napr. do režimového typu A sa dostali povodia, ktorých priemerná nadmorská výška presahovala limit tohto parametra pre povodie A, t.j. 400 metrov nad morom. Najvypuklejšie sa takáto nezrovnalosť prejavila v Podtatranskej a Hornádskej kotline, kde sa do typu odtokového režimu A dostalo viacero povodí. Takáto nezrovnalosť vyplynula z použitej metodiky, v ktorej sa priradovanie do konkrétneho typu režimu robilo na základe väčšinového kritéria. V procese zaraďovania v prvom kroku rozkladu z troch fyzickogeografických parametrov príslušné hodnoty dvoch z nich (napr. zrážky a sklon) patria do intervalov stanovených pre tieto parametre pre jeden typ odtokového režimu (napr. typ A), pričom však tretí parameter (priemerná výška povodia) patrí svojou hodnotou do intervalu stanoveného pre iný typ režimu (napr. E). Väčšinové kritérium rozhoduje, že danému povodiu bude priradený typ A (pomer parametrov 2:1 v prospech A). Takýmto spôsobom boli zaradené do režimového typu A aj základné povodia na územiach spomínaných vyššie. Prirodzene, ako v tomto prípade nesúhlasí parameter priemernej nadmorskej výšky, nemusí v iných prípadoch súhlasiť niektorý iný parameter, ktorý sa v procese priradovania dostal do menšinovej polohy. Je predpoklad, že takto je typologicky vymedzená malá, ale nie úplne zanedbateľná časť základných povodí. Vynára sa metodický problém, či je potrebné hľadať také spôsoby rozkladu, resp. iných postupov, ktoré by v konečnom dôsledku umožnili splniť bezozvyšku kritérium zhody typu odtokového režimu a stanovenej veľkosti jednotlivých parametrov, alebo budeme používať existujúcu metodiku. Vzhľadom na vysoký počet základných povodí (4587) by bolo splnenie prvej alternatívy mimoriadne náročné a s veľkou pravdepodobnosťou pri uplatnení vymedzených 5 typov odtokového režimu asi aj nemožné. Z tohto dôvodu sme rezignovali na riešenie tohto problému, čo v praxi znamená, že pripúšťame existenciu určitého počtu základných povodí, v ktorých nemusia hodnoty všetkých parametrov nevyhnutne patriť do intervalov vymedzených pre daný typ režimu odtoku. Inými slovami: so 100 %-nou istotou nemožno spätne odvodzovať hodnoty všetkých parametrov konkrétneho základného povodia na základe príslušnosti k tomu-ktorému typu režimu odtoku.

Na čiastočnú elimináciu vyššie opísaného problému sme zvolili kompromisné riešenie, ktoré sme uplatnili v druhom priblížení, t.j. zdvojnásobenie váhy parametra priemerná nadmorská výška, čím sme do určitej miery (nie však úplne) eliminovali spomínané problémy.

Kvôli stručnosti sa nebudeme detailne venovať prvému priblíženiu. Uvádzame len, že sme súbor hodnotených povodí rozkladali v troch krokoch. V prvom sa uplatnili rovnakou váhou fyzickogeografické parametre, v druhom parameter podiel ornej pôdy a v treťom parameter podiel ihličnatých, resp. listnatých lesov. Analýza výsledného patternu regionálnych typov odtokového režimu popri problémoch spomínaných vyššie indikovala aj významnú úlohu parametra priemerná nadmorská výška, čo bolo jedným z dôvodov pristúpenia k ďalšiemu priblíženiu, v ktorom sa tento parameter uplatnil výraznejšie.

V prvom kroku druhého priblíženia sa celý súbor rozkladal pomocou troch základných (fyzickogeografických) parametrov, pričom, ako sme už spomenuli, parametru priemerná nadmorská výška sme priradili dvojnásobnú váhu. Výsledkom tohto kroku bolo 3453 jednoznačných povodí (75 % z celkového počtu). Zvyšný podsúbor nejednoznačných základných povodí (t.j. napr. AB, AC, ABCD, BCD a pod.) sa v druhom kroku rozkladal doplnkovým parametrom podiel ornej pôdy, ktorým sa podarilo jednoznačne vyčleniť ďalších 372 základných povodí, čím sa podiel jednoznačne zaradených povodí zvýšil na 3825, t.j. 83 % z celkového počtu. Napokon v poslednom, treťom kroku sa rozkladali len nejednoznačné základné povodia inklinujúce k typom režimu C a D, ktoré vykazovali trvale najväčšiu príbuznosť, a to pomocou doplnkových parametrov podiel ihličnatých, resp. listnatých lesov na ploche povodia.

Tab. 3. Výsledný rozklad súboru základných povodí (relatívne zastúpenie jednotlivých typov je vyjadrené ako podiel z celého územia Slovenska, vrátane nehodnotených povodí, percentuálne hodnoty sú zaokrúhlené)

Typ odtokového režimu	Počet povodí	%	Rozloha (v km ²)	%
A	1607	29	12 371	25
ABCD	9		4	
ABDE	41		110	
B	1209	22	8 513	17
BCDE	4		2	
C	588	11	5 445	11
CD	86		279	
D	861	16	6 766	14
E	182	3	2 292	5
Hodnotené povodia spolu	4587	84	35 782	73
Nehodnotené povodia	848	16	13 260	27

Po záverečnom treťom kroku sme takto získali konečné rozdelenie základných povodí medzi jednotlivé typy odtokového režimu. Z výslednej tabuľky (tab. 3) je zrejmé, že uvedeným spôsobom sa podarilo jednoznačne zaradiť 4447, t.j. 97 % hodnotených základných povodí. Zvyšných 140 (t.j. 3 %) základných povodí zostalo nejednoznačne zaradených aj vo finálnej fáze. Uvedený výsledok považujeme za uspokojivý. Nejednoznačne zaradené základné povodia môžu byť podľa nášho názoru buď výsledkom lokálnych odchýlok v hodnotách niektorého z parametrov, alebo dôsledkom možných nepresností pri spracovaní súboru základných povodí. Nejednoznačne zaradené povodia sme kvôli jednoduchosti priradili k jednoznačne zaradeným na základe vizuálnej analýzy výslednej mapy tak, aby vytvárali pokiaľ možno homogénny región v rámci okolitých jednoznačných typov režimu odtoku.

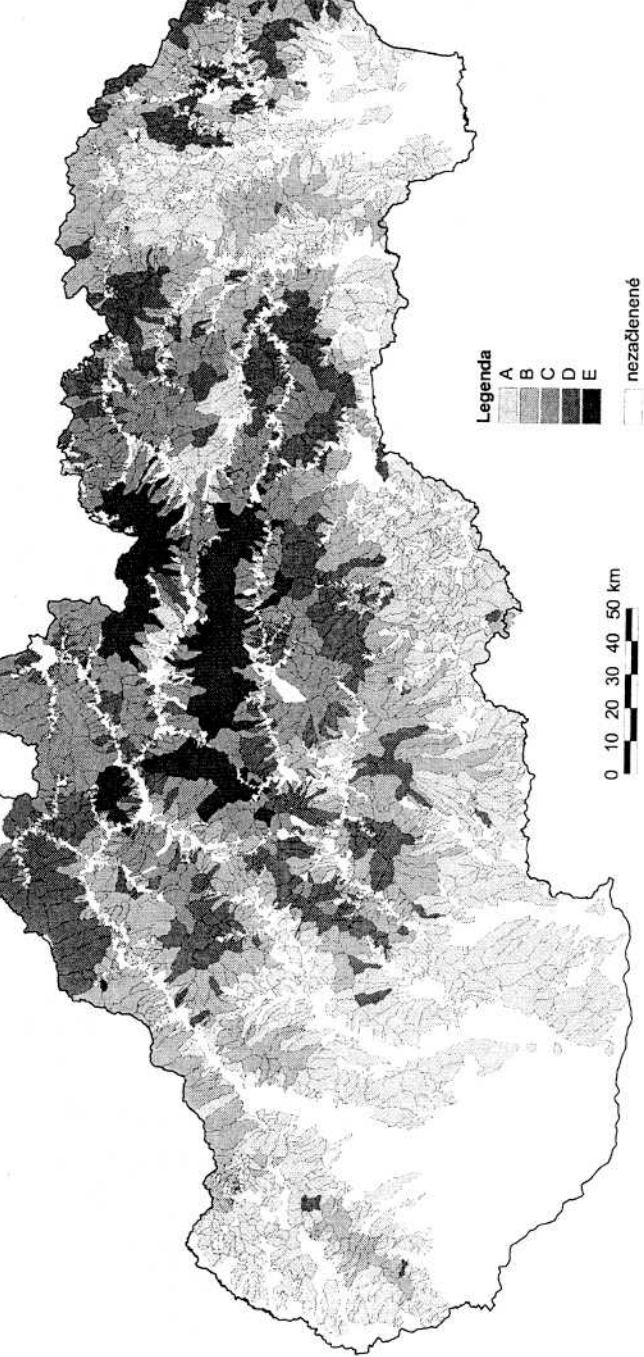
Pri porovnaní výsledkov prvého a druhého priblíženia sa relatívne najväčšie rozdiely zistili v počte a celkovej rozlohe povodí režimového typu E, relatívne zastúpenie ktorého kleslo zo 6 % na 3 % a pri type D, podiel ktorého naopak stúpol z 13 % na 16 %. Výsledný pattern typov odtokového režimu sa v súlade s našimi predpokladmi po druhom priblížení zhomogenizoval.

INTERPRETÁCIA DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV

Výsledný pattern regionálnych typov odtokového režimu podáva obr. 1. Na prvý pohľad je zrejmé, že jednotlivé typy odtokového režimu vytvárajú viacmenej súvislé areály (regióny), ktoré pomerne dobre korešpondujú s výškovými stupňami na území Slovenska. Je potrebné pripomenúť, že výsledný pattern je do značnej miery podmienený tvarom a štruktúrou základných povodí. Pri ich vyčleňovaní sa autori nemohli vyhnúť určitej miere subjektívneho rozhodovania, ktoré v konečnom dôsledku čiastočne a nevyhnutne predurčuje aj výsledný pattern mapy regionálnych typov odtokového režimu. V niektorých prípadoch takýmto spôsobom napr. určitý typ odtokového režimu, identifikovaný v pretiahnutom a úzkom povodí, presahuje z oblasti hlavného chrbátu povodia až do kotliny, zatiaľ čo susedné povodie, ktoré bolo pri vyčleňovaní základných povodí z rozličných dôvodov rozdelené na dve časti (na hornú časť a dolnú časť toku s príslušným povodím), môže patriť do dvoch rozdielnych typov odtokového režimu.

Problémom pri interpretácii výslednej mapy sa ukázali izolované základné povodia, v niektorých prípadoch ich zhľuky, ktoré sú lokalizované mimo súvislejšieho rozšírenia príslušného regionálneho typu. Interpretáčnym metodickým problémom je rozlíšenie, či sa jedná o systémovú odchýlku, podmienenú objektívnymi vlastnosťami parametrov príslušných povodí, alebo či je takáto odchýlka spôsobená subjektívnymi príčinami, ktoré vyplývajú z nedostatkov metodiky procesu vyčleňovania povodí, nevhodného stanovenia parametrov typov odtokového režimu, resp. ich intervalov, nedokonalosťou softvéru a pod.

Vzhľadom na to, že detailná analýza originálneho patternu rozloženia regionálnych typov by bola náročná z hľadiska objektivity alebo subjektivity jednotlivých izolovaných zhľukov a naviac takáto výsledná mapa by bola len ťažko čitateľná, rozhodli sme sa generalizovať pôvodný pattern rozloženia regionálnych typov do podoby, ktorú znázorňuje obr. 2. Pri generalizácii sme vychádzali z predpokladu, že typy odtokového režimu vyjadrujú vzájomnú rozdielnosť,



Obr. 1. Rozloženie typov odtokového režimu.



Obr. 2. Regionálne typy odtokového režimu.

ktorá je najvýraznejšia medzi okrajovými typmi A a E, a smerom k typom B, C, D, resp. medzi nimi navzájom klesá (rozdielnosť tu chápeme v zmysle veľkosti časového posunu vo výskyte maximálnych, resp. minimálnych hodnôt odtoku). Z tohto dôvodu sme izolované zhluky najrozdielnejších typov (A a E) analyzovali najdetailnejšie z hľadiska ich objektívneho/subjektívneho výskytu, pričom areály vyhodnotené ako objektívne existujúce sme ponechali a subjektívne existujúce areály, v ktorých sme neboli schopní uplatniť objektívne kritériá pre ich existenciu, sme priradili k okolitému typu regiónu.

Pri izolovaných zhlukoch typov B, C, D sme pri generalizácii postupovali voľnejšie, pričom sme zvažovali veľkosť a tvar zhluku (či napr. nejde o zhluk základných povodí v približne rovnakých alebo príbuzných krajinnoekologických typoch, čo by nasvedčovalo na objektívne podmienky existencie zhluku). Takto sme napr. na viacerých miestach ponechali areály základných povodí v okrajových polohách niektorých kotlín, ktoré reprezentujú autochtónne kotlinové základné povodia s odlišným typom režimu odtoku v porovnaní s príľahlým pohorím.

Regionálne typy s odtokovým režimom typu A

Plošne je tento typ odtokového režimu najrozšírenejší – identifikovali sme ho na štvrtine rozlohy Slovenska. Je to typ režimu typický pre autochtónne toky nížin (pahorkatinné stupne na našich najväčších nížinách) a kotlín. V kotlinách možno pozorovať zreteľný fenomén odlišného typu režimu odtoku autochtónnych tokov kotlín a tokov stekajúcich z okrajových pohorí do kotliny. Takýmto spôsobom sa identifikoval režimový typ A aj v okrajových polohách chladných kotlín (Popradská, Liptovská, Hornádska), ale aj v iných kotlinových krajinách (Považské podolie, Hornonitrianska, Zvolenská, Juhoslovenská, Hornádska a Košická kotlina). Na prvý pohľad je zrejmé, že v prípade chladných kotlín ide o jav, pri ktorom sa uplatnilo zaradenie konkrétneho územia na základe väčšinového kritéria. V prípade chladných kotlín v podtatranskom priestore sú parametre zrážky a priemerný sklon kompatibilné s parametrami pre režim odtoku typu A (zrážky do 700 mm, sklon do 8°), vzhľadom na zrážkový tieň Vysokých Tatier a malú členitosť a sklon kotlinových povodí. Je však zrejmé, že vzhľadom na vysoké nadmorské výšky tu topenie snehu a následne aj najvyššia vodnosť nastupuje neskôr ako vo februári (napr. v profile Spišský Štiavnik-Gánovský potok, čo je autochtónny kotlinový tok, je maximum odtoku až v apríli), z čoho vyplýva, že zaradenie do typu odtokového režimu A je problematické. Na druhej strane Šimo a Zafko (1980) uvádzajú vo svojej mape pre viacmenej totožné územie (rozmedzie Popradská kotlina, Hornádska kotlina, Levočské planiny) typ odtokového režimu vrchovino-nížinný, ktorý sa ako enkláva vkladuje do okolitého priestoru s prevládajúcim stredohorským režimom. Je teda viac ako pravdepodobné, že tento región sa voči svojmu okoliu vyznačuje z hľadiska režimu odtoku ako určitá anomália v zmysle náznakov posunu charakteru odtokového režimu smerom k nižším, suchším a menej sklonitým polohám. Z týchto dôvodov sme ponechali uvedené územie v type A, uvedomujúc si zároveň limity, resp. nedostatky takéhoto riešenia.

Odtokový režim typu A je hojne rozšírený aj v nižších polohách podvrchovín (nižšie časti Malých Karpát, Považského Inovca, Trábeča, Slánskych vrchov

a Nízkych Beskýd) a čiastočne aj na planinovom reliéfe (Krupinská planina a planinové časti Nízkych Beskýd).

Regionálne typy s odtokovým režimom typu B

Regionálne typy s odtokovým režimom typu B sú po type A druhými najrozsiahljšími, zaberajú viac ako 17 % územia Slovenska, pričom sú priestorovo pomerne značne diverzifikované. Tento typ odtokového režimu dominuje na vrchovinovom, miestami až hornatinovom type reliéfu: vyššie polohy Malých Karpát, Bielych Karpát, Považského Inovca, Strážovských vrchov, Žiaru, južnej a východnej časti Štiavnických vrchov, severnej časti Krupinskej planiny a juhozápadnej časti Slovenského rudohoria. Vo východnej časti Slovenska je odtokový režim typu B prítomný v najvýchodnejšej časti Slovenského rudohoria, v Čiernej hore, Branisku a Šarišskej vrchovine, v západnej a juhovýchodnej časti Spišsko-šarišského medzihoria, vo vyšších polohách Slánskych vrchov a Nízkych Beskýd. Popri polohách vo vrchovinovom a hornatinovom reliéfe sme tento typ odtokového režimu identifikovali aj na východnom okraji Turčianskej kotliny (povodia tokov stekajúcich z nižších polôh Veľkej Fatry) a na okrajoch Žilinskej kotliny.

Regionálny typ s odtokovým režimom typu C

Regionálny typ s odtokovým režimom C je po type E najkompaktnejší, viaže sa prevažne na hornatiny a vysočiny centrálnej časti Slovenska. Zaberá 11 % rozlohy územia Slovenska. Nachádzame ho v severnej a východnej časti Stredných Beskýd, Chočských vrchoch, Skorušine, Spišskej Magure, Levočských vrchoch, Bachurni, v strednej časti Volovských vrchov, Slovenskom raji, Veporských vrchoch, severnej časti Kremnických vrchov, Lúčanskej Malej Fatre a severovýchodnej časti Strážovských vrchov. Okrem toho do tohto regiónu patria autochtónne toky južnej časti Liptovskej kotliny a severnej časti Horehronského podolia, resp. predhorí Nízkych Tatier.

Regionálny typ s odtokovým režimom typu D.

Typ odtokového režimu D je v mnohých charakteristikách podobný s typom C. Základné povodia patriace do tohto typu sa líšia od typu C o niečo nižšími zrážkami, menším sklonom a nižšou priemernou nadmorskou výškou. V centrálnej časti Slovenska tvorí tento regionálny typ zväčša územný prechod medzi typmi C a B prevažne na vrchovinách. Regionálny typ D pokrýva téměř 14 % územia Slovenska. Zaberá centrálnu časť Strážovských vrchov, Javorníky, Kysuckú vrchovinu, Vtáčnik, strednú časť Štiavnických vrchov, južnú časť Slovenského rudohoria. Na východe sem patrí Čergov, Poloniny a Vihorlatské vrchy.

Regionálny typ s odtokovým režimom typu E

Regionálny typ s týmto odtokovým režimom je najšpecifickejší, najviac koncentrovaný, ale aj plošne najmenší – zaberá necelých 5 % územia Slovenska. Viaže sa výlučne na vysočiny a veľvysočiny, ako sú Tatry, Nízke Tatry, Krivánska Malá Fatra a Veľká Fatra.

DISKUSIA K DOSIAHNUTÝM VÝSLEDKOM

Aj zbežný pohľad na výsledné mapy (obr. 1 a 2) naznačuje, že rozloženie regionálnych typov odtokového režimu v rámci Slovenska pomerne výrazne korešponduje s rozložením výškových stupňov reliéfu, čo znamená, že zmena v priestore prebieha radiálne, približne v smere od najvyšších pohorí na severe centrálnej časti územia k nížinám (Podunajskej na juhozápade a Východoslovenskej na juhovýchode), resp. na juh k Lučensko–košickej zníženine. Ak porovnáme výsledné mapy s mapou Typy režimu odtoku (Šimo a Zaťko 1980), zaznamenáme až prekvapujúcu podobnosť. Prípadné výraznejšie odlišnosti vyplývajú skôr z detailnejšieho členenia našej mapy, ktoré nám umožnilo členenie na 4587 základných povodí a následné operatívne spracovanie výpočtovou technikou, čo pochopiteľne nebolo možné dosiahnuť v období prípravy Atlasu SSR.

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme s istou opatrnosťou potvrdiť závislosť typu odtokového režimu od nadmorskej výšky, ktorú konštatovali aj autori vyššie uvedenej mapy. Istú opatrnosť spomíname preto, lebo podľa nášho názoru ďalším významným parametrom, ktorý bude asi potrebné v budúcnosti uvažovať a vyhodnotiť z hľadiska vplyvu na odtokový režim, je priepustnosť (transmisivita) pôdno-horninového komplexu. Ďalším vhodným parametrom, či už základným alebo doplnkovým, by mohla byť niektorá charakteristika teploty vzduchu základného povodia. V danej fáze spracovania sme, žiaľ, nemali k dispozícii dostačujúce celoplošné údaje o týchto parametroch.

ZÁVER

Štúdiá nadväzuje na typizáciu odtokového režimu. Prezентuje metodiku extrapolácie typov odtokového režimu na časť územia Slovenska pokrytú súborom autochtónnych základných povodí. Výsledky poukazujú na závislosť medzi typom odtokového režimu a nadmorskou výškou príslušného základného povodia.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu č. 2/7050/20 „Hydrogeografické regionálne typy SR“, finančne podporeného grantovou agentúrou VEGA.

Autor zvlášť ďakuje Mgr. Tomášovi Cebecauerovi z Geografického ústavu SAV za spracovanie máp a podkladov v prostredí ArcView GIS.

LITERATÚRA

- DUB, O. (1957). *Hydrológia, hydrografia, hydrometria*. Bratislava, Praha (SVTL a SNTL).
- HANUŠIN, J. (1999). Typizácia režimu odtoku na príklade súboru vybraných povodí Slovenska. *Geografický časopis*, 51, 97-108.
- KRASOVSKAIA, I. (1998). Entropy-based grouping of river flows regimes. *Journal of Hydrology*, 202, 173-191.
- SOLÍN, L., GREŠKOVÁ, A. (1999). Malé povodia Slovenska – základné priestorové jednotky pre jeho hydrogeografické regionálne členenie. *Geografický časopis*, 51, 77-96.
- STANESCU, V. A., UNGUREANU, V. (1997). European regimes: diversity and features. In *Flow Regimes from International Experimental and Network Data Projects H-5-5 (IHP IV) and I.1 (IHP V). Third report: 1994-1997*. Paris (Cemagref Editions), pp. 71-78.

- ŠIMO, E., ZAŤKO, M. (1980). Typy režimu odtoku. Mapa 1:500 000. In Mazúr, E., ed. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Bratislava (SAV a SÚGK).
- WEINGARTNER, R., ASCHWANDEN, H. (1992). Abflussregimes. Mapa 1:500 000. *Hydrologischer Atlas der Schweiz*. Bern (Landeshydrologie und Geologie).

Ján Hanušin

REGIONAL TYPIFICATION OF RUNOFF REGIME ON EXAMPLE OF A SET OF BASINS WITH AUTOCHTHONOUS STREAMS IN SLOVAKIA

The basic methodological aim of regional typification was to extrapolate the before hand defined runoff regime types to a set of 4,587 basic basins covering 73% of Slovakia's total area.

The issue of regional typification of runoff regime is a complicated one. In contrast to, for instance, regional typification of precipitation or runoff in case of regional typification of regime as temporal value, it is necessary to take into consideration, apart from runoff size, its distribution in an average year, i.e. the temporal aspect of regime. Ungauged basins represent an additional methodological complication.

Each of the basic basins has its parameters processed and saved in the GIS environment for further operative processing. Parameters making possible to classify each basin into one of the five *a priori* defined types of runoff regime were aligned to the defined types. Selection of parameters depended on generally accepted information on creation of runoff or on parameters of basins influencing the runoff process.

The following physical and land use parameters were taken into account:

- mean annual precipitation total in basin,
 - mean inclination of basin,
 - mean sea level altitude of basin,
- and
- share of arable land (%) in total basin area,
 - share of broad-leaved (%) in total basin area,
 - shared of coniferous forests (%) in total basin area.

The crucial methodological problem in choice of parameters was also the assessment of their values, particularly that of interval of the parameter values for single types of runoff regime in order to be able to align to every basic basin with known size of parameters its classification into the particular interval and consequently, assess the type of runoff regime.

The corresponding intervals were assessed for each parameter and for each type of runoff regime in the set of basins under the defined type of runoff regime (see Tabs. 1 and 2). The end points of each interval lie at a distance of one standard deviation on either side of the mean value of the given parameter in the corresponding type of runoff regime.

The extrapolation itself, i.e. alignment of single basic basins into the determinate type of runoff regime defined by the interval of chosen parameters was carried out in ArcView GIS environment by gradual division of the set of basic basins in three steps to univocal runoff regime (A, B, C, D, and E). Each of the basic basins was classified into one of the types of runoff regimes relying on the majority criterion.

Essentially we arrived at the resulting division by two approaches, which differed only by the fact, that in one of them we aligned double weight to the parameter mean sea level altitude of basin.

In the first step of the second approach the whole set was divided by means of three basic (physical) parameters, while the parameter mean sea level altitude of basins was assigned double weight. The result of this step was 3,453 basins (75% of the total number). The remaining subset of ambiguous basic basins (such as AB, AC, ABCD, BCD) was divided in the second step by additional parameter share of arable land. The last third step was division by means of the additional parameters share of coniferous or share of broad-leaved forests in the area of basin of only those ambiguous basic basins, which inclined to the C and D types of regime, which manifested the highest degree of kinship.

This was how we obtained the final division of basic basins between the single types of runoff regime (see Tab. 3) and it was represented in a map.

The maps (Figs. 1 and 2) suggests that division of regional types of runoff regime in Slovakia comparatively distinctly corresponds to the arrangement of altitude steps of relief, which may mean that the change in space occurs in radial manner approximately in the direction from the highest mountain ranges in the north of the central part of territory towards the lowlands (the Podunajská nížina lowland in the south-west and the Východoslovenská in the south-east) or to the south towards the Lučenecko-košická zníženina depression.

Relying on the obtained results it is possible to state, in line with Šimo and Zatl'ko (1980) that the type of runoff regime depends on sea level altitude.

Translated by H. Contrerasová