
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

55

2003

2

*Lubomír Solín**

KONCEPCIA REGIONÁLNEJ HYDROGEOGRAFIE SLOVENSKA

L. Solín: Conception of regional hydrogeography of Slovakia. Geografický časopis, 55, 2003, 2, 1 fig., 2 tabs., 28 refs.

The paper contains conception of regional hydrogeography of Slovakia which leans on six regional units complying with condition of "regionality" with regards to long-term hydrological balance. Comprehensive characteristics of regional units is based on regional values of hydrological and physical-geographical characters which cover not only the size of hydrological balance components but also genesis and quality of runoff and take into the account the key problems rising from the relationship between the runoff and land cover or economic activities carried out in basins of regional units.

Key words: regional hydrogeography, regional unit, hydrological balance, comprehensive hydrological characteristics

ÚVOD

Všeobecne termín regionálna hydrogeografia (hydrológia) predstavuje regionálny výskum v rámci analytickej geografickej disciplíny – hydrogeografie (hydrológie). Intuitívne sa pod ním rozumie určitý súhrn hydrologických poznatkov o nejakej areálovej jednotke. Potrebu vzniku regionálnych prác z oblasti hydrosféry naznačil už Netopil (1972) keď napísal: „Ani súčasne vychádzajúce regionálne geografické práce neobsahujú dostatočné informácie o bilancii obehu vody v prírode, hydrologických charakteristikách riek a jazier a o základných prvkoch ich režimu“. Takýto stav zdôvodnil tým, že hydrológovia sa za-

*Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

meriavajú predovšetkým na riešenie praktických problémov, ale syntetickými prácami regionálneho charakteru sa nezaoberajú a v rámci geografie sa zas hydrologickým problémom venuje pomerne malá pozornosť. Uvedené konštatovanie platí i dnes. V súčasnosti sa však posilnilo vedomie zosúladenia ekonomického rozvoja záujmového územia s jeho prírodnými podmienkami (trvalo udržateľný rozvoj) a silnie tlak na racionálne využívanie vodných zdrojov a protipovodňovú ochranu v záujmovom území. Vytvára sa tak priestor posunúť regionálnu hydrogeografiu zo všeobecnopoznávacej polohy do polohy aplikáčnej, v ktorej by cez poznatky o regionálnych rozdieloch v základných kvantitatívnych a kvalitatívnych črtách hydrologického cyklu napomohla formulovať aj regionálne rozdielne koncepcie využívania a ochrany povrchových vôd a preventívnych protipovodňových opatrení.

Rozvoju regionálneho prístupu v rámci analytických disciplín geografie môže napomôcť aj oživenie diskusie o regionálnej geografii ako syntetickej geografickej disciplíne *par excellence* (pozri napr. Paulov 1996, Mičian 1996, Kasala 1996). Predmetom súčasnej kritiky tradičnej regionálnej geografie je predovšetkým koncept „jedinečnosti“ regiónu, ako aj opisné, schematické metódy, používané pri vyjadrení jeho komplexného charakteru. Zavádza sa pojem „novej regionálnej geografie“, ktorá, na rozdiel od tej tradičnej, okrem iného odmieta požiadavku štúdia individuálnych regiónov, ktoré sa nedajú vysvetliť všeobecnými princípmi a názor, že regióny sú produktom vzájomnej kombinácie prírodných a spoločenských faktorov, je nahradený antropocentrickým prístupom k regiónu. Preferuje sa myšlienka regiónu ako priestorového systému (Bašovský a Lauko 1990).

Cieľom príspevku je načrtnúť určitú koncepciu regionálneho hydrogeografického výskumu Slovenska, opierajúcu sa o areálové jednotky, ktoré spĺňajú podmienku „regionálnosti“ z hľadiska dlhodobej hydrologickej bilancie. Ich komplexná charakteristika je potom založená na hydrologických poznatkoch vyplývajúcich z rovnice dlhodobej hydrologickej bilancie a z fyzickogeografických charakteristík povodí.

REGIONÁLNA HYDROLÓGIA SLOVENSKA – IDENTIFIKOVANIE REGIONÁLNYCH JEDNOTIEK

Analýza areálových jednotiek, ktoré boli predmetom regionálneho hydrologického výskumu, ukázala, že pri vymedzení areálových jednotiek sa skôr uplatňujú účelové hľadiská a nevychádza sa striktne z regiónu ako regionálnotaxonomickej jednotky. Napr. predmetom regionálneho výskumu Netopila (1972) sú kontinenty, resp. pohoria. Porubský (1991) regionálnu hydrogeografiu Slovenska založil na hlavných povodiach SR. Naproti tomu Dub (1954) podáva súhrnnú hydrologickú charakteristiku Slovenska ako celku. Z princípu súhrnnej hydrologickej charakteristiky štátneho útvaru vychádza napr. aj práca Lewina (1981) alebo Acremana (2000). Geomorfologická jednotka (Východoslovenská nížina) je predmetom regionálneho hydrologického výskumu Šútora et al. (1994). Vo všetkých prípadoch ide o *a priori* dané areálové jednotky – regióny, ktoré sú zreteľne vyhraničené morfológicky, alebo sú vymedzené administratívnymi hranicami, resp. rozvodnicami veľkých (hlavných) povodí. Adjektívum *regionálna* by však hydrogeografická areálová jednotka mala nadobudnúť len

vtedy, ak sa výrazne líši z hľadiska vybraného súboru atribútov od ďalších areálových jednotiek pri zachovaní ich určitej vnútornej homogenity. Účelovým spôsobom vopred vyčlenené areálové jednotky nie vždy splňajú tieto podmienky. Preto v rámci navrhovanej koncepcie regionálnej hydrogeografie uprednostňujeme areálové jednotky, ktoré sú výsledkom regionalizačného, resp. regionálnotypizačného procesu.

V rámci hydrologického a hydrogeografického výskumu Slovenska sa regionalizačnými a regionálnotypizačnými metódami vyčlenilo viacerých regionálnych jednotiek, či už vzhľadom na režim odtoku (napr. Dub 1954, Šimo a Zaľko 1980, Turbek a Škoda 1986, Hanušin 1999), alebo na minimálny, priemerný a maximálny špecifický odtok (napr. Solín a Grešková 2000, Solín a Cebecauer 2001, Kohnová 1998). Vyčlenené regionálne jednotky boli spravidla podkladom pre tvorbu regionálnych koeficientov alebo algoritmov, na základe ktorých sa potom odhadovali hydrologické hodnoty pre povodia bez hydrologického pozorovania. Z toho dôvodu nie sú všetky vhodné pre účely regionálnej hydrogeografie. Do úvahy prichádzajú predovšetkým areálové jednotky vyjadrujúce regionálnu variabilitu základných črt hydrologického cyklu, ktoré vyplývajú z rovnice dlhodobej hydrologickej bilancie

$$O = Z - V, \quad (1)$$

kde O je priemerný ročný odtok, Z je priemerný ročný úhrn zrážok a V je bilančný výpar.

Podľa Duba (1957) prvky dlhodobej hydrologickej bilancie – zrážky, odtok a úhrnný výpar – sa na území Slovenska vzájomne podmieňujú. Priemerná ročná hodnota odtoku stúpa s narastaním priemernej ročnej hodnoty úhrnu zrážok, priemerný ročný úhrn zrážok stúpa s nadmorskou výškou a pretože s nadmorskou výškou klesá teplota vzduchu, tak s narastaním úhrnu zrážok do určitej hodnoty stúpa aj úhrnný výpar, závisiaci samozrejme aj od ďalších klimatických charakteristík, ako napr. teplota a sýtosťný doplnok. Vyjadrenie väzby základných prvkov hydrologickej bilancie prostredníctvom areálov majúcich regionálny charakter však bolo v priebehu 70-tych a 80-tych rokov 20. storočia ojedinelé a navyše zostávalo len vo všeobecnej slovnej polohe a bez zodpovedajúceho kartografického vyjadrenia. Napr. v práci Duba a Tresovej (1970) sa v súvislosti s plošným rozdelením povrchových vôd konštatuje, že „zložitá tvárnosť slovenského povodia Dunaja a Visly vedie k rozdeleniu územia Slovenska na štyri hydrologicky odlišné oblasti: oblasť horskú, juhoslovenskú nížinnú oblasť, povodia riek Ipľa a Slanej a na východoslovenskú oblasť“.

V 90-tych rokoch sa regionálnej typizácii Slovenska z hľadiska prvkov dlhodobej bilancie venovali predovšetkým Solín (1993), Solín a Poláčik (1994), Solín a Faško (1995), Solín a Cebecauer (2001). Postupne, ako sa zjemňovalo rozčlenenie Slovenska na súbor malých povodí a rozširovala sa databáza ich fyzikogeografických charakteristík, spresňovalo sa aj regionálne členenie Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. V práci Solína a Cebecauera (2001) regionálne členenie Slovenska vyústilo do identifikovania šiestich regionálnych typov priemernej ročnej odtokovej výšky. Metódou logického delenia sa na základe vzájomnej kombinácie diferenciačných hodnôt priemerného ročného úhrnu zrážok povodia a priemernej nadmorskej výšky povodia vyčlenilo

šesť hydrogeografických regionálnych typov (HGRT) priemerného ročného odtoku (tab. 1), spĺňajúcich predpoklad vzájomnej hydrologickej heterogenosti z hľadiska regionálnych hodnôt priemernej ročnej odtokovej výšky pri zachovaní určitej homogenosti jednotlivých hodnôt priemernej ročnej odtokovej výšky v rámci regionálnych typov. Identifikované hydrogeografické regionálne typy objasňujú 84 % z celkového rozptylu hodnôt priemerného ročného odtoku.

Porovnanie vyčlenených regionálnych typov s regionálnymi jednotkami vyčlenenými na tom istom údajovom súbore numerickým spôsobom – zhlukovou analýzou (Solín 2002) ukázalo, že uvedených šesť regionálnych typov vyčlenených metódou logického delenia, tak z hľadiska počtu, ako aj spôsobu vymedzenia a hydrologických dôsledkov, najpresnejšie vyjadruje regionálnu variabilitu priemerného ročného odtoku. V prípade vyčlenenia väčšieho počtu regionálnych jednotiek ako šesť, rozdiely v regionálnych hodnotách priemernej ročnej odtokovej výšky medzi niektorými regionálnymi typmi nie sú štatisticky významné, a preto nie je dôvod vyčleňovať ich ako samostatné regionálne jednotky.

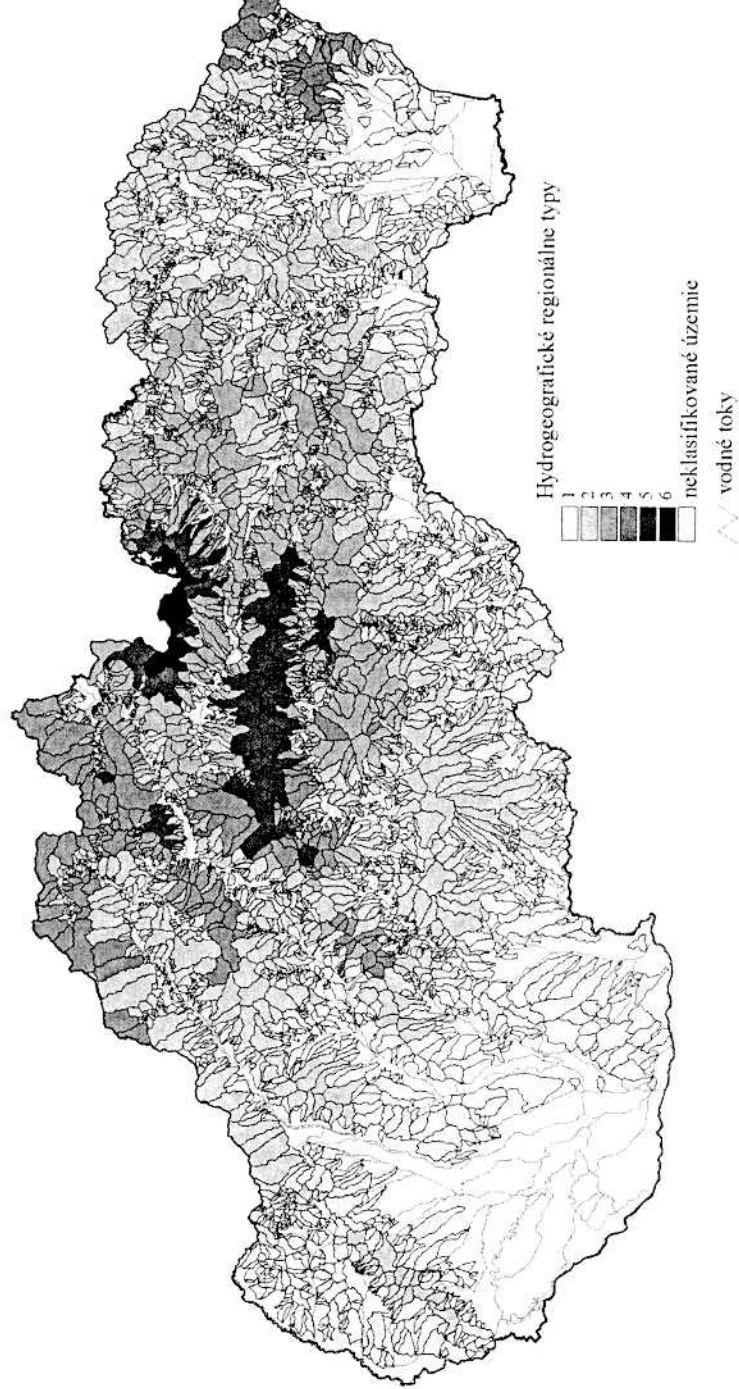
Tab. 1. Hydrogeografické regionálne jednotky

| HGRT | priemerný ročný úhrn zrážok povodia (mm) | priemerná nadmorská výška povodia (m n. m.) |
|------|--|---|
| 1 | < 950 | < 350 |
| 2 | < 950 | 350 – 700 |
| 3 | < 950 | > 700 |
| 4 | 950 – 1500 | < 950 |
| 5 | 950 – 1500 | > 950 |
| 6 | > 1500 | > 950 |

Rovnica hydrologickej bilancie (1) šiestich hydrogeografických regionálnych typov (tab. 1) má po vyjadrení regionálnych hodnôt priemerného ročného úhrnu zrážok a priemerného ročného odtoku povodia v mm nasledovnú podobu:

| | | | |
|--------|-----------------|--------|-------------------|
| HGRT1: | 99 = 598 - 499 | HGRT4: | 539 = 1058 - 519 |
| HGRT2: | 273 = 778 - 505 | HGRT5: | 703 = 1188 - 485 |
| HGRT3: | 371 = 851 - 480 | HGRT6: | 1363 = 1785 - 422 |

Až na bilančný výpar, ktorý vzhľadom na vzájomnú podmienenosť odtoku a zrážok vykazuje naprieč regionálnymi jednotkami pomerne konštantný charakter, regionálne typy zreteľne vyjadrujú rozdiely v hodnotách dlhodobej priemernej ročnej odtokovej výšky a priemerného ročného úhrnu zrážok povodí medzi regionálnymi jednotkami. Hodnoty oboch prvkov sa zväčšujú od regionálneho typu 1 k typu 6. Vyčlenené regionálne typy vzhľadom na to, že vyjadrujú regionálnu variabilitu základných čít hydrologického cyklu, reprezentovaného dlhodobou bilančnou rovnicou, považujeme za areálové jednotky, na ktorých by mohla byť založená regionálna hydrogeografia Slovenska (obr. 1). Určitú diskusiu môže vyvolať to, že vyčlenené regionálne jednotky majú charakter regionálnych typov, a nie regiónov.



Obr. 1. Hydrogeografické regionálne typy

REGIONÁLNA HYDROLÓGIA SLOVENSKA – NÁČRT KOMPLEXNEJ CHARAKTERISTIKY REGIONÁLNYCH JEDNOTIEK

Cieľom komplexnej hydrogeografickej charakteristiky je sformulovať určité konštatovania o základných črtách hydrologickej bilancie v jednotlivých regionálnych typoch nielen z hľadiska veľkosti bilančných prvkov, ale aj z hľadiska genézy samotného odtoku, jeho kvality a kľúčových problémov, ktoré vyplývajú zo vzájomného vzťahu medzi odtokom a krajinnou pokrývkou, resp. hospodárskou činnosťou. Hydrologické a fyzickogeografické údaje pre takúto komplexnú charakteristiku sú v tab. 2. Údaje majú charakter regionálnych priemerov, t.j. sú aritmetickým priemerom hodnôt povodí patriacich do jednotlivých regionálnych typov. Hydrologické a zrážkové hodnoty boli určené na základe 20-ročného pozorovacieho radu (1976-1995) a fyzickogeografické charakteristiky povodí boli prevzaté z databázy fyzickogeografických charakteristík malých povodí SR (Solín et al. 2000).

Tab. 2. Základné hydrologické fyzickogeografické charakteristiky regionálnych jednotiek

| Charakteristika | HGRT1 | HGRT2 | HGRT3 | HGRT4 | HGRT5 | HGRT6 |
|--|----------|----------|-------------------|-------------|-------|-------|
| plocha regionálneho typu (km ²) | 10 812 | 14 088 | 5 297 | 3 529 | 1 777 | 280 |
| priemerný ročný odtok (mm) | 99 | 273 | 371 | 539 | 703 | 1363 |
| priemerný ročný úhrn zrážok (mm) | 598 | 778 | 851 | 1058 | 1188 | 1785 |
| bilančný výpar (mm) | 499 | 505 | 480 | 519 | 485 | 422 |
| priemerný ročný základný odtok (mm) | 57 | 120 | 173 | 257 | 403 | 743 |
| odtokový koeficient | 0.17 | 0.35 | 0.44 | 0.51 | 0.59 | 0.76 |
| koeficient variácie ročných odtokových výšok (%) | 49.53 | 37.31 | 31.04 | 24.20 | 23.1 | 19.13 |
| podiel zákl. odtoku na celkovom odtoku typ priepustnosti I (%) | 31.3 | 31.6 | 36.1 | 34.9 | - | - |
| podiel zákl. odtoku na celkovom odtoku typ priepustnosti II (%) | 58.0 | 51.4 | 51.9 | 56.5 | 58.2 | 54.6 |
| koeficient korelácie medzi ročným odtokom a úhrnom zrážok | 0,34 | 0,61 | 0,72 | 0,62 | 0,77 | 0,64 |
| výskyt minimálneho ročného odtoku | VIII, IX | VIII, IX | VIII, IX, I,II | VIII, IX, X | II | II |
| výskyt maximálneho ročného odtoku | II, III | III, IV | IV | IV | IV, V | V |
| priemerná ročná teplota vody (°C) | 11-10 | 9-8 | 7-6 | 7-6 | 5-4 | 3-2 |
| priemerná nadmorská výška povodia (m n.m.) | 254 | 506 | 823 | 728 | 1104 | 1492 |
| priemerný sklon povodia (°) | 5.98 | 11.59 | 14.63 | 17.61 | 19.37 | 27.67 |
| podiel poľnohospodárskej pôdy (%) | 58.33 | 34.3 | 19.48 | 17.5 | 6.00 | 0.13 |
| podiel lesov (%) | 30.62 | 49.5 | 62.9 | 71.97 | 70.70 | 50.70 |
| podiel urbanizovaných plôch (%) | 5.24 | 3.25 | 1.68 | 1.86 | 2.14 | 0.17 |

typ priepustnosti I – slabo priepustné až nepriepustné pôdy na neovulkanitoch, slieňovcoch, fľovcoch a flyšových vrstvách
typ priepustnosti II – priepustné až absolútne priepustné pôdy na dolomitoch, vápencoch, sprašiach, kryštalickej horninách, pieskovočoch, glacialno-fluviálnych sedimentoch a pieskoch

Veľkosť bilančných prvkov poskytuje základnú informáciu o vodnosti regionálnych typov. Pomer odtokovej výšky k úhrnu zrážok (koeficient odtoku) vyjadruje, aký podiel z celkového úhrnu zrážok opustí povodie vo forme odtoku. Základné poznatky o genetickej štruktúre odtoku v povodiach regionálnych jednotiek poskytuje veľkosť podielu základného odtoku na celkovom odtoku. Základný odtok je vyjadrený ako priemerný mesačný minimálny odtok (bližšie pozri v práci Solína a Greškovej 2000). Hydrologická charakteristika je ďalej doplnená o rozptyl priemerných ročných hodnôt odtoku, koeficient korelácie medzi priemernými ročnými hodnotami odtoku a ročnými úhrnmi zrážok, ako aj o výskyt maximálnych a minimálnych hodnôt odtoku. Konštatovania v súvislosti s kvalitou sú predovšetkým zamerané na schopnosť (potenciál) vyrovnáť sa s organickým a anorganickým znečistením spôsobeným činnosťou človeka a nie na samotný statický stav kvality. Cez vplyv fyzickogeografických charakteristík na priestorovú diferenciaciu teploty vody a turbulenciu jej pohybu sa usudzuje na kyslíkový režim povrchových vôd, od ktorého v podstatnej miere závisí úroveň samočistiacej schopnosti vody. So zvyšovaním teploty vody a znižovaním turbulentného prúdenia sa znižuje množstvo rozpusteného kyslíka vo vode, a tým aj jej samočistiaca schopnosť. Podkladom na stanovenie teploty povrchovej vody v rámci vyčlenených regionálnych typov bola práca Votrubu a Pateru (1983). S rastúcou teplotou vody sa tiež zintenzívňuje bakteriálna činnosť, ktorá má za následok odčerpávanie rozpusteného kyslíka. Charakter krajiny pokrývky determinuje charakter hospodárskej činnosti v povodí a má vplyv na druh zaťaženia povrchových vôd organickými a anorganickými látkami. V spolupôsobení s priepustnosťou pôdno-substrátového komplexu ovplyvňuje aj množstvo plavenín v povrchových tokoch.

Regionálne hodnoty hydrologických a fyzickogeografických charakteristík, podobne ako regionálne hodnoty priemernej ročnej odtokovej výšky a priemerneho ročného úhrnu zrážok povodia, vykazujú zreteľné rozdiely medzi regionálnymi typmi. Ich regionálne hodnoty majú vzostupnú, resp. zostupnú tendenciu od regionálneho typu 1 k typu 6.

Mnohé konštatovania v súvislosti s genézou odtoku a kvalitou povrchových vôd sú založené na dedukcii z regionálnych hodnôt hydrologických a fyzickogeografických charakteristík. Vyjadrujú len určitú tendenciu naprieč regionálnymi typmi a vzájomná diferenciacia medzi nimi nie je vyjadrená absolútne, cez stanovenie intervalu, ale relatívne, ordinálnym spôsobom (slovne alebo poradiť). Je to dôsledok toho, že zodpovedajúce empirické údaje z malých povodí sú zatiaľ zriedkavé.

Základné hydrogeografické črty HGRT 1

Povodia regionálneho typu sa vyznačujú veľmi malou vodnosťou, ktorá je podmienená nízkym priemerným ročným úhrnom zrážok. Regionálna hodnota priemernej ročnej odtokovej výšky je 99 mm a priemerný ročný úhrn zrážok má hodnotu 598 mm.

Veľmi nízke hodnoty odtokového koeficienta naznačujú, že podstatná časť spadnutých zrážok v regionálnom type neopúšťa povodie vo forme odtoku, ale zostáva zavesená v pôdnom profile, resp. v zóne aerácie a je odčerpávaná výparom, resp. evapotranspiráciou. V povodiach teda dominuje vertikálny evapotranspiračný pohyb nad horizontálnym odtokovým pohybom, či už podpovrcho-

vým alebo povrchovým. Nízke hodnoty odtokového koeficienta povodí majú aj ďalšie hydrologické dôsledky, ako napr. väčší rozptyl hydrologických hodnôt a veľmi nízku závislosť medzi ročným úhrnom zrážok a priemernou ročnou odtokovou výškou. Regionálna hodnota koeficienta variácie priemerných ročných odtokových výšok je 49,5 % a hodnoty koeficienta korelácie medzi priemerným ročným odtokom a ročným úhrnom zrážok sa pohybujú v rozpätí od 0 do 0,4 v povodiach s priepustným pôdno-substrátovým komplexom. O niečo väčšie (0,5–0,6), ale ešte stále nízke sú hodnoty koeficienta korelácie v povodiach s málo priepustným pôdno-substrátovým komplexom.

V regionálnom type plošne mierne prevládajú povodia s priepustnými pôdami vyvinutými na pieskoch, štrkopieskoch, sprašiach a sprašových hlinách (typ priepustnosti II podľa Solína 2001), ktoré zaberajú 61 % z celkovej plochy. Genetická štruktúra odtoku v týchto povodiach sa vyznačuje vysokým podielom základného odtoku na celkovom odtoku (v priemere 58 %). Povodia s prevahou menej priepustných pôd vyvinutých na neogénnych súvrstviach ílov, slieňov a pieskovcoch (typ priepustnosti I podľa Solína 2001) zaberajú 39 % z plochy regionálneho typu. Základný odtok sa na celkovom odtoku v týchto povodiach podieľa v priemere 31 %, čiže podstatnú zložku odtoku tvorí priamy odtok. V dôsledku vysokého percenta poľnohospodárskej, prevažne ornej pôdy v povodiach sa podmienky pre výskyt priameho odtoku vytvárajú predovšetkým vo vegetačnom období. Zhutnením pôdy a tvorbou prísušku na jej povrchu sa výrazne znižuje jej infiltračná kapacita, čím vznikajú priaznivé podmienky pre tvorbu Hortonovho infiltračného odtoku po povrchu pôdy, ktorý vzniká, ak intenzita dažďa prevyšuje infiltračnú kapacitu pôdy (Horton 1933).

Priemerná nadmorská výška povodí regionálneho typu nepresahuje 350 m n. m. (regionálny priemer má hodnotu 254 m n. m.), v dôsledku čoho sa režim odtoku vyznačuje výskytom maximálnych odtokových výšok vo februári a v marci a prevládajúci výskyt minimálnych odtokových výšok je v auguste a septembri. Vplyvom nízkej priemernej nadmorskej výšky povodí majú povrchové toky regionálneho typu oproti ostatným najvyššiu priemernú ročnú teplotu vody (11–10 °C). Vysoká teplota vody povrchových tokov spolu so slabým turbulentným prúdením vody v dôsledku nízkych rýchlostí prúdenia, spôsobených malým sklonom svahov povodí spôsobuje, že vodné toky majú spomedzi vyčlenených regionálnych typov najnižšiu úroveň rozpusteného kyslíka (DO). Teda ich samočistiaca schopnosť vyrovnáť sa so znečisťujúcimi látkami prirodzeným spôsobom (ekologický potenciál) je veľmi nízka.

S intenzívnou poľnohospodárskou činnosťou v povodiach regionálneho typu sú spojené také javy ako erózia pôdy, rozsiahla aplikácia dusíkatých hnojív a zavlažovanie. Ich dôsledky sa v povrchových tokoch prejavujú zvýšeným množstvom plavenín, zvýšeným obsahom dusičnanov a budovaním malých vodných nádrží pre závlahy. Silne výparný režim regionálneho typu spôsobuje zvyšovanie úrovne chloridov v povrchových tokoch (cf. Walling a Webb 1981).

Základné hydrogeografické črty HGRT 2

Povodia regionálneho typu sa vyznačujú malou vodnosťou. Regionálna hodnota priemernej ročnej odtokovej výšky je 273 mm a priemerného ročného úhrnu zrážok 778 mm.

Koeficient odtoku je síce oproti predchádzajúcemu typu o niečo väčší, ale jeho hodnota (0,35) naznačuje, že v povodiach regionálneho typu vertikálny evapotranspiračný pohyb mierne prevláda nad odtokovým horizontálnym pohybom. Mierne zvýšenie koeficienta odtoku a priemernej ročnej odtokovej výšky sa prejavuje v znížení koeficienta variácie priemerných ročných odtokových výšok. Koeficient korelácie ročných hodnôt priemerného odtoku a ročného úhrnu zrážok sa v povodiach s prevahou priepustnejších pôdnosubstrátových komplexov pohybuje v rozpätí 0,3–0,5 a v povodiach s menej priepustným pôdnosubstrátovým komplexom 0,6–0,8.

V regionálnom type plošne mierne prevládajú povodia s veľmi málo alebo málo priepustnými pôdami na neogénnych a paleogénnych súvrstviach ílov, slieňov a na neovulkanitoch (typ priepustnosti I), ktoré zaberajú 58 % z plochy regionálneho typu. V týchto povodiach podiel základného odtoku na celkovom odtoku tvorí v priemere 32 %. Vyšší podiel základného odtoku na celkovom odtoku (51 %) je v povodiach s prevahou veľmi priepustných, resp. priepustných pôd na kryštaliniku, resp. vápencoch a dolomitoch (typ priepustnosti II), ktoré zaberajú 42 % z celkovej plochy regionálneho typu. V dôsledku toho, že podiel lesov v povodiach regionálneho typu mierne prevyšuje podiel poľnohospodárskej pôdy, sa popri výskyte Hortonovej *infiltračnej* formy odtoku po povrchu pôdy vyskytuje aj *saturačná* forma priameho odtoku, ktorá sa vytvára po dosiahnutí stavu nasýtenia pôdneho horizontu (saturation overland flow). Táto je prevládajúcou formou odtoku v rámci koncepcie „premenlivých zdrojových oblastí“ (variable source area), ktorej autormi sú Hewlett a Hibbert (1967). Stále pomerne vysoký podiel poľnohospodárskej pôdy v týchto povodiach a tiež devastácia pôdneho krytu pri ťažbe dreva v lesných porastoch v spolupôsobení so zvýšením sklonov svahov povodí podmieňuje vznik erózie pôdy a častý výskyt zvýšeného množstva plavenín v povrchových tokoch predovšetkým v povodiach regionálneho typu na menej priepustnom pôdnosubstrátovom komplexe. Tak isto nižšia retenčná schopnosť v týchto povodiach spôsobuje, že plošne veľká časť regionálneho typu má vysokú náchylnosť na vznik povodní. Regionálny typ ako celok má spomedzi všetkých regionálnych typov najvyššiu náchylnosť na eróziu pôdy, výskyt plavenín a vznik povodní.

Zvýšením priemernej nadmorskej výšky povodí (regionálna hodnota je 506 m n. m.) sa výskyt maximálnych ročných odtokových výšok posunul na mesiac marec a apríl a minimálne hodnoty odtokovej výšky sa vyskytujú prevažne v auguste a septembri. Vyššia priemerná nadmorská výška povodí sa prejavuje v poklese hodnôt priemernej ročnej teploty vody (9–8 °C), čo spolu so zvýšením turbulentného pohybu vody (v dôsledku zvýšenia hodnôt priemerných sklonov povodí) má za následok zvýšenie množstva rozpusteného kyslíka vo vode a vyššiu úroveň ekologického potenciálu oproti predchádzajúcemu typu. No napriek tomu je v porovnaní s ostatnými regionálnymi typmi úroveň ekologického potenciálu tohto typu hodnotená stále ako nízka.

K intenzívnej poľnohospodárskej činnosti sa pridružuje aj lesohospodárska činnosť, čo spôsobuje, že okrem dusičnanov môžu byť povrchové toky zaťažené aj pesticídmi.

Základné hydrogeografické črty HGRT 3

Pre povodia regionálneho typu je charakteristická mierne malá vodnosť.

Priemerná ročná odtoková výška je 371 mm a priemerný ročný úhrnu zrážok má hodnotu 851 mm.

Regionálna hodnota koeficienta odtoku 0,44 je stredne nízka a naznačuje, že vertikálny evapotranspiračný pohyb je približne v rovnováhe s odtokovým horizontálnym pohybom. V povodiach je vysoká korelácia medzi ročnou odtokovou výškou a ročným úhrnom zrážok ($r = 0,72$). Koeficient variácie priemerných ročných odtokových výšok má hodnotu 31 %.

Plošne prevládajú povodia s priepustnými pôdami na kryštalických horninách, pieskovočoch a morenách (typ priepustnosti II), zaberajúce 67 % z celkovej plochy regionálneho typu, v ktorých podiel základného odtoku na celkovom odtoku v priemere dosahuje 52 %. Povodia prevažne na menej priepustných horninových komplexoch flyša s ílovcovým vývojom (typ priepustnosti I) zaberajú 33 % a základný odtok sa na celkovom odtoku v priemere podieľa 36 %. Vysoké percento zalesnenia povodí regionálneho typu a nízky podiel poľnohospodárskych plôch spôsobuje, že z genetických foriem priameho odtoku sa vyskytuje predovšetkým saturačná forma odtoku po povrchu pôdy. Vzhľadom na prevládanie povodí s priepustnými pôdami a vysokým podielom lesa sa regionálny typ vyznačuje pomerne nízkou náchylnosťou na eróziu pôdy, resp. na zvýšené množstvo plavenín, ako aj na vznik povodní.

Regionálna hodnota priemernej nadmorskej výšky povodí je 823 m n. m. Regionálny typ je však z hľadiska priemernej nadmorskej výšky povodí vymedzený otvoreným intervalom, v ktorom je stanovená len spodná hranica 701 m n. m. Táto skutočnosť sa do určitej miery premieťa do režimu odtoku. Výskyt maximálnych hodnôt odtokovej výšky je koncentrovaný do mesiaca apríl, zatiaľ čo výskyt minimálnych odtokových výšok je z hľadiska početnosti výskytu rovnomerne rozdelený na dve obdobia, a to: a) august, september – v povodiach s priemernou nadmorskou výškou pod 900 m n. m. a s výskytom podružných maxím v mesiacoch november, december, b) január, február – v povodiach s priemernou nadmorskou výškou nad 900 m n. m., resp. aj v povodiach s priemernou nadmorskou výškou pod 900 m n. m., ktoré sú v zrážkovom tieni a bez výskytu zreteľného podružného maxima v mesiacoch november a december. V dôsledku vyššej priemernej nadmorskej výšky povodí je teplota povrchovej vody oproti predchádzajúcemu regionálnemu typu nižšia (7–6 °C). Silnejší je aj turbulentný pohyb povrchovej vody (priemerný sklon svahov povodí je 14,6°). Tieto skutočnosti zvyšujú množstvo rozpusteného kyslíka v povrchových vodách a ich samočistiacu schopnosť. Ekologický potenciál povodí regionálneho typu je hodnotený ako priemerný.

Z kategórií krajinej pokrývky v povodiach regionálneho typu dominuje les nad poľnohospodárskou pôdou. Podiel poľnohospodárskej pôdy tvorí v priemere 19 % a lesov 63 %. V dôsledku prevládajúcej lesohospodárskej činnosti sa vytvára predpoklad pre zvýšenie znečistenia povrchových vôd pesticídmi a zníženie znečistenia dusičnanmi z poľnohospodárskej pôdy.

Základné hydrogeografické črty HGRT 4

Povodia regionálneho typu sa vyznačujú priemernou vodnosťou. Regionálna hodnota priemernej ročnej odtokovej výšky povodí je 539 mm a priemerného ročného úhrnu zrážok 1058 mm.

Vyššie hodnoty odtokového koeficienta (regionálny priemer má hodnotu 0,51) naznačujú, že v povodiach mierne prevláda horizontálny odtokový pohyb nad pohybom vertikálnym evapotranspiračným. Regionálna hodnota koeficienta variácie (24 %) zas poukazuje na pomerne nízky rozptyl priemerných ročných odtokových výšok v povodiach regionálneho typu. Závislosť medzi ročnou odtokovou výškou a ročným úhrnom zrážok je v povodiach s priepustným aj menej priepustným pôdno-substrátovým komplexom približne rovnaká ($r = 0,61$, resp. 0,64).

Povodia na menej priepustných flyšových horninových komplexoch a neovulkanitoch (typ priepustnosti I) plošne dominujú v regionálnom type (zaberajú 74 % z celkovej plochy). V genetickej štruktúre ich odtoku prevláda priamy odtok, podiel základného odtoku na celkovom odtoku tvorí totiž v priemere 35 %. V dôsledku veľmi vysokého podielu lesa v povodiach regionálneho typu z foriem priameho odtoku prevláda saturačná forma odtoku po povrchu pôdy nad infiltračnou formou. Hortonova forma odtoku sa však môže vyskytovať na poľnohospodársky využívaných plochách, resp. na plochách zdevastovaných mechanizmami pri ťažbe dreva. Tieto plochy sú potom aj zdrojom plavenín v povrchových tokoch. Povodia s priepustnejšími pôdami na kryštaliniku, pieskovočoch, vápencoch a dolomitoch (typ priepustnosti II) zaberajú 26 % plochy regionálneho typu a z celkového odtoku základný odtok tvorí v priemere 58 %.

Priemerná nadmorská výška povodí je nižšia ako v predchádzajúcom regionálnom type (regionálny priemer má hodnotu 728 m n. m.), ale priemerný ročný úhrn zrážok povodí je výrazne vyšší (1056 mm). Táto špecifická črta regionálneho typu je podmienená jeho priaznivou geografickou polohou voči dažďonosným vzduchovým hmotám. Vzhľadom na nadmorskú výšku povodí výskyt minimálnych hodnôt odtokovej výšky je rovnomerne rozložený na mesiace august, september a október, zatiaľ čo výskyt maximálnych odtokových výšok je koncentrovaný na mesiac apríl.

Z priemernej nadmorskej výšky a priemerného sklonu povodí vyplývajú priaznivé podmienky pre oxidačné procesy v povrchovej vode. Teplota povrchovej vody (7–6 °C) a výrazne turbulentný charakter jej pohybu zabezpečujú vysoký ekologický potenciál povodí regionálneho typu. V povodiach dominuje lesohospodárska činnosť, negatívne dôsledky ktorej sa môžu prejaviť znečistením tokov pesticídmi alebo zvýšením množstva plavenín.

Základné hydrogeografické črty HGRT 5

Pre povodia regionálneho typu je typická vysoká vodnosť. Regionálna hodnota priemernej ročnej odtokovej výšky je 703 mm a priemerného ročného úhrnu zrážok 1188 mm.

Koeficient odtoku má hodnotu 0,59, z čoho vyplýva, že horizontálny podporný odtokový pohyb prevláda nad pohybom vertikálnym evapotranspiračným. Rozptyl priemerných ročných hodnôt odtokovej výšky je na podobnej úrovni ako v predchádzajúcom regionálnom type. Závislosť medzi priemernou ročnou odtokovou výškou a priemerným ročným úhrnom zrážok je vyššia v povodiach s prevahou kryštalickej hornín ($r = 0,6-0,8$) ako v povodiach, kde je podiel kryštalickej a druhohorných karbonátových hornín v rovnováhe ($r = 0,4-0,5$).

Regionálnemu typu plošne dominujú povodia s veľmi priepustnými, resp. priepustnými pôdami na kryštalickej horninách, resp. vápencoch (typ priepustnosti II), zaberajúce 82 % z celkovej plochy. Podiel základného odtoku na celkovom odtoku je v priemere 58 %. Dôsledkom vysokej priepustnosti pôdno-substrátového komplexu, ako aj vysokej lesnatosti povodí je prevládajúcou formou priameho odtoku zrýchlený podpovrchový odtok.

Regionálna hodnota priemernej nadmorskej výšky povodí je 1104 m n. m. Maximálne odtokové výšky sa vyskytujú prevažne v máji, menej v apríli a výskyt minimálnych odtokových výšok sa koncentruje na mesiac február. V dôsledku vysokej priemernej nadmorskej výšky povodí sa priemerná ročná teplota vody v tokoch pohybuje v intervale 5–4 °C. Vysoké hodnoty priemerných sklonov povodí vytvárajú priaznivé podmienky pre turbulentný pohyb povrchových vôd. Vplyvom oboch charakteristík majú povrchové toky veľmi vysokú samočistiacu schopnosť, resp. ekologický potenciál.

V regionálnom type dominujú zalesnené povodia s prevahou ihličnatých lesov (regionálny priemer podielu lesov je 71 %). Významnou krajinárskou črtou, povodí regionálneho typu je výskyt prirodzených trávnatých porastov nad hornou hranicou lesa. Tieto oblasti sú veľmi atraktívne pre turistiku. Intenzívna rekreačná činnosť, sprevádzaná výstavbou rekreačných zariadení (čo dokumentuje aj zvýšený podiel urbanizovaných plôch) a vysokou návštevnosťou, ohrozuje kvalitu povrchových vôd odpadovými vodami a ďalšími organickými odpadmi. Kvalitu povrchových vôd ohrozuje aj zvýšené používanie pesticídov pri ochrane ihličnatých porastov, ktoré sú viac náchylné na škodcov ako lesy listnaté.

Základné hydrogeografické črty HGRT 6

Povodia, čo do rozlohy najmenšieho regionálneho typu, sa vyznačujú veľmi vysokou vodnosťou. Regionálna hodnota priemernej ročnej odtokovej výšky je 1363 mm a priemerný ročný úhrn zrážok má hodnotu 1785 mm.

Vzájomný pomer priemernej ročnej odtokovej výšky a úhrnu zrážok udáva veľmi vysokú hodnotu koeficienta odtoku (0,76), čo poukazuje na dominanciu horizontálneho podpovrchového odtokového pohybu nad pohybom vertikálnym evapotranspiračným. Povodia regionálneho typu majú spomedzi vyčlenených regionálnych typov najnižší rozptyl hodnôt priemerných ročných odtokových výšok. Koeficient korelácie medzi hodnotami priemerných ročných odtokových výšok a priemerným ročným úhrnom zrážok je v priemere 0,64.

Regionálny typ obsahuje len povodia s priepustnými pôdami na kryštalickej horninách (typ postí I). Základný odtok sa na celkovom odtoku podieľa v priemere 55 %. V povodiach s pomerne rozsiahlym výskytom bralného reliéfu s nepriepustnými skalnatými plochami saturačná forma priameho odtoku je doplnená o Hortonovu formu odtoku, ktorá má však veľmi krátke trvanie a po opustení skalných plôch sa mení na niektorú z foriem základného odtoku.

V dôsledku vysokých priemerných nadmorských výšok povodí (regionálna hodnota je 1492 m n. m.) sa maximálne odtokové výšky vyskytujú v máji, minimálne vo februári. Klesajúci trend priemerných mesačných odtokových výšok od júna až do februára (vrátane) nenarušuje podružné zvýšenie odtokovej výšky v niektorom mesiaci.

V povodiach regionálneho typu zaberajú alpínske lúky a vysokohorský bralný reliéf 40–50 % z celkovej plochy povodí. Podiel ihličnatých lesov v priemere

klesol na 51 %. Z týchto dôvodov je povodiach veľmi rozšírená vysokohorská turistika. Veľmi vysoká návštevnosť povodí regionálneho typu (aj keď v zime regulovaná) ohrozuje kvalitu povrchových vôd.

Vzhľadom na nadmorskú výšku povodí teplota povrchovej vody dosahuje 3–2 °C. Vysoké hodnoty priemerného sklonu povodia spôsobujú, že pohyb vody v korytách má výrazne turbulentný charakter. V dôsledku týchto skutočností obsahuje povrchová voda dostatočné množstvo rozpusteného kyslíka a má veľmi silnú samočistiacu schopnosť, resp. ekologický potenciál.

ZÁVER

Problematika regionálnej hydrogeografie, možno aj pre jej viac či menej všeobecne poznávací charakter, trochu zostáva v pozadí hydrogeografického aj hydrologického výskumu. Podnety na jej oživenie prichádzajú nielen zo strany samotnej hydrogeografie ako dôsledok vybudovania rozsiahlej hydrologickej a fyzickogeografickej databázy predovšetkým malých povodí, ale aj zo strany riešenia praktických problémov, ako je prijímanie preventívnych protipovodňových opatrení, či realizácia integrovanej stratégie rozvoja povodí alebo evaluácia klimatických zmien, resp. rôznych zásahov v povodí z hľadiska ich vplyvu na hydrologický cyklus.

V hydroológii sa regionálnosť prezentuje cez účelovo vymedzené areálové jednotky rôzneho druhu (územnosprávne jednotky, hlavné povodia alebo geomorfologické jednotky). Z hľadiska hydrologického však prívlastok *regionálny* v prípade týchto areálových jednotiek nie je korektný, pretože nespĺňajú podmienky, ktorými je regionálnosť definovaná v rámci regionálnej taxonómie (napr. Bezák 1993). V príspevku načrtnutá regionálna hydrogeografia Slovenska je založená na šiestich areálových jednotkách, ktoré sú výsledkom regionálno-typizačného procesu. Vyjadrujú regionálne rozdiely medzi povodiami z hľadiska dlhodobej rovnice hydrologickej bilancie. Komplexná charakteristika ako druhý atribút regionálneho výskumu je založená na regionálnych hodnotách hydrologických a fyzickogeografických charakteristík a je zameraná na vystihnúť základných črt hydrologického cyklu nielen z hľadiska jeho kvantity, ale aj genézy odtoku, režimu odtoku a jeho kvality.

Príspevok vznikol v rámci vedeckého projektu 2/7050/22 „Hydrogeografické regionálne typy SR – problém extrapolácie hodnôt hydrologickej odozvy a racionálneho využívania vodných zdrojov“ za finančnej podpory grantovej agentúry VEGA.

LITERATÚRA

- BAŠOVSKÝ, O., LAUKO, V. (1990). *Úvod do regionálnej geografie*. Bratislava (SPN).
- BEZÁK, A. (1993). *Problémy a metódy regionálnej taxonómie*. Geographia Slovaca, 3. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- DUB, O. (1954). *Všeobecná hydroológia Slovenska*. Bratislava (SAV).
- DUB, O. (1957). *Hydroológia, hydrogeografia, hydrometria*. Bratislava (SVTL).
- DUB, O., TRESOVÁ, A. (1970). Nepriame určenie priemerného ročného odtoku. In *Hydrologické pomery ČSSR, III*. Praha (Hydrometeorologický ústav).
- HANUŠIN, J. (1999). Typizácia režimu odtoku na príklade vybraných povodí Slovenska. *Geografický časopis*, 51, 97-108.

- HORTON, R. E. (1933). The role of infiltration in hydrological cycle. *Transactions of the American Geophysical Union*, 14, 446-460.
- HEWLETT, J. D., HIBBERT, A. B. (1967). Factors affecting the response of small watershed to precipitation in humid areas. In Sopper, W. E., Lull, H. W., eds. *Proceedings of International Symposium on Forest Hydrology*. Oxford (Pergamon), pp. 275-290.
- KASALA, K. (1996). Regions as spatial systems and regional development. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 38, 91-107.
- KOHNNOVÁ, S. (1998). Regional analysis of maximum seasonal specific discharges on small and mid-sized catchment in Slovakia. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 4, 27-34.
- LEWIN, J., ed. (1981). *British rivers*. London, (Gorge Allen and Unwin).
- MÍČIAN, E. (1996). Position of regional geography within the system of geographical sciences. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 38, pp. 29-42.
- NETOPIĽ, R. (1972). *Hydrologie pevnin*. Praha (Academia).
- PAULOV, J. (1996). The situation of regional geography: some open questions. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 38, 9-16.
- PORUBSKÝ, A. (1991). *Vodné bohatstvo Slovenska*. Bratislava (Veda).
- SOLÍN, L. (1993). Hydrogeografické regionálne typy Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. *Geografický časopis*, 45, 251-263.
- SOLÍN, L. (2001). Regionálna variabilita malých povodí Slovenska z hľadiska podielu základného odtoku na celkovom odtoku. *Sborník prací Pedagogické fakulty Masarykovy university, Geografie*, 12, 352-356.
- SOLÍN, L. (2002). Hydrogeografická regionálna typizácia: numerický alebo logický prístup. *Luknišov zborník 3* (v tlači).
- SOLÍN, L., POLÁČIK, Š. (1994). Identification of homogeneous hydrological regional types of basins. *International Association of Hydrological Sciences, Publication*, 221, 467-473.
- SOLÍN, L., FAŠKO, P. (1995). Hydrogeografické regionálne typy montánnej krajiny Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. *Geografický časopis*, 47, 75-91.
- SOLÍN, L., GREŠKOVÁ, A. (2000). Hydrogeografické regionálne typy dlhodobého priemerného ročného minimálneho odtoku na území Slovenska. *Vodohospodársky časopis*, 48, 339-432.
- SOLÍN, L., CEBECAUER, T., GREŠKOVÁ, A., ŠŮRI, M. (2000). *Small basin of Slovakia and their physical characteristics*. Bratislava (Slovak Committee for Hydrology).
- SOLÍN, L., CEBECAUER, T. (2001). Hydrogeografické regionálne typy dlhodobého priemerného ročného odtoku na Slovensku. *Geografický časopis*, 53, 21-48.
- ŠŮTOR, J. et al. (1995). *Hydrologia Východoslovenskej nížiny*. Michalovce (Media Group).
- ŠIMO, E., ZAŤKO, M. (1980). Typy režimu odtoku. In Mazúr, E., ed. *Atlas SSR*. Bratislava (SAV a SÚGK).
- TURBEK, J., ŠKODA, P. (1986). Rozdelenie odtoku v roku na území Slovenska. *Vodohospodársky časopis*, 34, 568-589.
- VOTRUBA, L., PATERA, A. (1983). *Teplotní a zimní režim toků, nádrží a vodních děl*. Praha (Academia).
- WALLING, D. E., WEBB, B. W. (1981). Water quality. In Lewin, J., ed. *British Rivers*. London (George Allen and Unwin).

Eubomír Solín

CONCEPTION OF REGIONAL HYDROGEOGRAPHY OF SLOVAKIA

The term regional hydrogeography (hydrology) in general sense represents regional research in the framework of the analytical geographic discipline – hydrogeography (hydrology). It is intuitively interpreted as a certain sum of hydrological knowledge on some area unit. Regional hydrogeography also due to its more or less generally gnozeological nature, remains rather in the background of hydrogeographic and hydrological research. In the consequence of building of an extensive hydrological and physical-geographical database above all of small basins hydrogeography stimulates revival of this kind of research. Practical problems which require adoption of preventive measures against floods, integrated strategy of basin development and evaluation of climatic changes or different interventions into basins, which influence their hydrological cycle, also represent stimuli for development of this scientific discipline.

Regionality in hydrology can be presented by purpose-built area units of different kinds (administrative units, main basins or geomorphological units). But from the hydrological point of view the attribute “regional” is not correct in case of these area units as they do not comply with the conditions of regionality in the sense of regional taxonomy. The paper brings conception of regional hydrogeography of Slovakia as based on area units, which are results of the regional-typifying process.

Applying regionalising and regional-typifying methods in the framework hydrological and hydrogeographical research in Slovakia several regional units were defined either with regards to runoff regime or the minimum, average and maximum specific runoff. The presented conception of regional hydrogeography of Slovakia leans on six area units identified in work of Solin and Cebecauer (2001) expressing regional variability of basic features of hydrological cycle as they ensue from the equation of long-term hydrological balance (Tab. 1 and Fig. 1). Comprehensive characteristics of regional units is based on regional values of hydrological and physical-geographical characteristics (Tab. 2). and covers not only the size of components of hydrological balance but also genesis and quality of runoff and takes into account the key problems rising from the relationship between the runoff and land cover or economic activities carried out in basins of regional units.

Translated by H. Contrerasová