

---

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

---

56

2004

1

---

*Lubomír Solín, Anna Grešková\**

## HYDROGEOGRAFICKÁ REGIONÁLNA TYPIZÁCIA A JEJ ROZVOJ NA GEOGRAFICKOM ÚSTAVE SAV

**L. Solín, A. Grešková:** Hydrogeographic regional typification and its development at the Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences. *Geografický časopis*, 56, 2004, 1, 6 figs., 22 refs.

The paper presents a brief survey of the development of hydrogeographic regional typification at the Institute of Geography, SAS. Hydrogeographic regional typification exclusively deals with the identification of hydrologically homogeneous (formal) regional units on the basis of similarity of their physical characteristics. Development of hydrogeographic regional typification during the 1980s at the Institute of Geography, SAS relied on the conventional approaches of typological regionalization of physical geography applied in that time. In the 1990s new approaches to hydrogeographic regionalization were searched for. They applied modern quantitative trends in regionalization and regional typification developed in the framework of geography. Results obtained in connection with the generation of the database of physical characteristics of small basins in Slovakia and hydrogeographic regional typification from the points of view of the long-term annual minimum and maximum runoff, runoff regime, and genetic structure of runoff are presented.

**Key words:** small basins, database of physical characteristics of small basins, hydrogeographic regional typification, analysis of variance

### ÚVOD

Regionálna typizácia patrí medzi kľúčové nástroje geografického výskumu. Jej rozvoj v rámci hydrografie je založený nielen na tradičných prístupoch typických pre fyzickú geografiu, ale aj na moderných koncepciách rozvíjaných

---

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

v rámci celej geografie. Regionálna typizácia v hydrogeografii má však určité špecifikum. Hydrologické údaje sú totiž k dispozícii len z obmedzeného počtu vodomerných staníc a vyčleňovaním regionálnych jednotiek priamo na základe hydrologických atribútov (hydrologická regionálna typizácia) sa nedosiahne vyčerpávajúci charakter regionálnej typizácie, čo znamená, že záujmové územie nie je celé začlenené do identifikovaných regionálnych jednotiek. Vyčerpávajúci charakter má však regionálna typizácia záujmového územia vzhľadom na jeho fyzickogeografické krajinné komponenty alebo fyzickogeografické atribúty povodia. Z toho dôvodu je hydrogeografická regionálna typizácia založená na fyzickogeografických regionálnych jednotkách a prostredníctvom hydrologických atribútov sa už len následne vyjadrujú, resp. testujú hydrologické dôsledky vyčlenených fyzickogeografických regionálnych jednotiek. Analýzou základných princípov regionálno-typizačných procedúr aplikovaných pri regionálnom členení záujmového územia z hľadiska hydrologických charakteristík sa zaoberajú napr. Acreman a Sinclair (1989) a Solín (1998).

### PRÍSTUPY K HYDROGEOGRAFICKEJ REGIONÁLNEJ TYPIZÁCI

Hydrogeografická regionálna typizácia je zameraná výlučne na vyčleňovanie hydrologicky homogénnych (formálnych) regionálnych jednotiek na základe podobnosti fyzickogeografických charakteristík. Identifikovanie funkčných regionálnych jednotiek, a to na základe väzieb, resp. vzťahov medzi základnými areálovými jednotkami, nemá v hydrogeografii opodstatnenie. Rozvoj hydrogeografickej regionálnej typizácie na Geografickom ústave SAV v priebehu 80-tych rokov 20. storočia vychádzal z tradičných postupov typologickej regionalizácie, uplatňovaných v tom období vo fyzickej geografii (Armand 1975 a Kondracki 1976). Fyzickogeografické jednotky sa vyčleňovali metódou vedúceho komponenta alebo kombináciou viacerých fyzickogeografických krajinných komponentov. Na základe vzájomnej kombinácie reliéfu a substrátu vypracoval Porubský (1982) regionálnu typizáciu podzemných vôd Slovenska. Geoekologické krajinné typy Mazúra et al. (1980) sa stali základom regionalizácie povrchových a podzemných vôd, ktorú vypracovali Tarábek et al. (1984). Prírodné krajinné typy boli charakterizované dĺžkou obdobia s nadpriemerným ročným odtokom a jeho rozdelením počas roka, resp. dynamikou obehových ciest a zásob podzemných vôd. Táto etapa hydrogeografického výskumu bola zavŕšená v roku 1991 monografiou Porubského (1991), v ktorej je podaná komplexná hydrogeologická a hydrologická charakteristika hlavných povodia SR.

Hydrogeografická regionálna typizácia, založená na komponentných, resp. geoekologických fyzickogeografických regionálnych jednotkách, umožňovala všeobecne vystihnúť niektoré základné črty regionálnej variability hydrologických charakteristík, ale bola veľmi nejednoznačná vo vyjadrení hydrologickej odozvy konkrétnych povodia. Nezohľadňovala totiž v mnohých prípadoch existujúcu heterogenosť povodia vzhľadom na geoekologické typy, ako aj samotný základný princíp, že hydrologická odozva je plošne integrovanou hodnotou vlastností povodia. Preto sa v 90-tych rokoch začali hľadať nové prístupy k hydrogeografickej regionalizácii, ktoré by nadviazali na moderné trendy v regionalizácii a regionálnej typizácii aplikované na pôde geografie (napr. Bezák 1993 a 1996), vychádzajúce z myšlienky, ktorú v 60-tych rokoch rozvinuli Bun-

ge (1962) a Grigg (1965), že regionalizácia a regionálna typizácia predstavuje priestorovú formu všeobecného klasifikačného procesu. Funkciu klasifikovaných objektov plnia základné priestorové jednotky, ktoré sú charakterizované množinou atribútov, zatiaľ čo pojmu trieda zodpovedajú regionálne typy, v ktorých sú zoskupené základné areálové jednotky vzhľadom na stanovené kritériá. Pri aplikácii uvedeného prístupu v hydrogeografii sú základné priestorové jednotky definované ako malé povodia a množinu ich vlastností tvoria fyzickogeografické atribúty. Úlohou formálnej hydrogeografickej regionálnej typizácie je potom zoskupiť malé povodia vzhľadom na množinu ich fyzickogeografických atribútov do regionálnych typov, splňajúcich podmienku výraznej vzájomnej hydrologickej odlišnosti pri zachovaní určitej vnútornej hydrologickej podobnosti.

### NIEKOĽKO METODOLOGICKÝCH POZNÁMOK K HYDROGEOGRAFICKEJ REGIONÁLNEJ TYPIZÁCI

Hydrogeografický regionálno-typizačný proces, t. j. identifikovanie hydrologicky homogénnych (formálnych) regionálnych jednotiek na základe fyzickogeografických atribútov povodia, sa uskutočňuje len v rámci vyberového súboru malých povodia s hydrologickým pozorovaním. Ostatné povodia bez hydrologického pozorovania sú potom zaradované do vyčlenených regionálnych jednotiek na základe ich fyzickogeografických vlastností. Preto je dôležité, aby vybrané povodia: a) primerane reprezentovali pestrosť fyzickogeografických podmienok malých povodia SR, b) vzájomne sa neprekrývali, c) mali rovnaký hydrologický rad z hľadiska dĺžky i obdobia pozorovania.

Vyčlenenie fyzickogeografických regionálnych typov sa môže uskutočniť numerickými metódami (napr. zhukovou analýzou) alebo logickým delením. Keďže vzájomná heterogenita, resp. vnútorná homogenita regionálnych jednotiek je testovaná vzhľadom na hydrologické charakteristiky, výber fyzickogeografických atribútov, na základe ktorých sa vyčleňujú regionálne jednotky, si vyžaduje určité apriórne poznatky o vzájomnom vzťahu medzi priestorovou variabilitou hydrologických vlastností v závislosti od fyzickogeografických podmienok povodia. Vysoká hydrologická účinnosť regionálnych typov sa dosiahne vtedy, ak sú vyčlenené na základe fyzickogeografických atribútov, ktoré majú významný vplyv na priestorovú variabilitu hydrologických charakteristík. V tejto súvislosti novovytvorená databáza charakteristík malých povodia umožnila analyzovať priestorovú variabilitu hydrologických charakteristík vzhľadom na omnoho širší okruh fyzickogeografických atribútov než tomu bolo doteraz.

Testovanie hydrologických konzekvencií fyzickogeografických regionálnych jednotiek je založené na analýze rozptylu. Ide totiž o klasický prípad analýzy vzťahu medzi kvantitatívnou závislou premennou (hydrologická charakteristika) a jednou alebo viacerými nezávislými premennými, ktoré sú vyjadrené buď kvalitatívne, resp. majú charakter intervalových tried v prípade kvantitatívnych premenných (regionálne jednotky). Pritom sa nevyžaduje matematické vyjadrenie závislosti regresnou rovnicou, ale dôraz je položený predovšetkým na testovanie heterogenity medzi regionálnymi jednotkami vzhľadom na ich stredné regionálne hodnoty hydrologických atribútov. Predpokladá sa totiž, že hydrologické hodnoty v rámci regionálnych jednotiek majú normálne rozdelenie

s konštantným rozptylom. V takom prípade sa rozdelenia medzi sebou líšia len z hľadiska ich stredných hodnôt, ktorých veľkosť závisí od spôsobu vyčlenenia fyzickogeografických regionálnych jednotiek. Tieto jednotky plnia vo vzťahu k stredným hodnotám funkciu nezávisle premenných.

## STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV

### Databáza fyzickogeografických charakteristík malých povodí

Počiatkové úsilie využiť moderné regionálno-typizačné metódy v hydrogeografii bolo zamerané na vytvorenie základných podmienok pre ich aplikáciu, t. j. na rozčlenenie územia Slovenska na súbor hydrologických základných priestorových jednotiek, plniacich funkciu klasifikovaných objektov a na vytvorenie databázy ich fyzickogeografických atribútov. Na rozdiel od iných čiastkových disciplín fyzickej geografie, v hydrogeografii nie je problém s definovaním a vymedzením hraníc základnej priestorovej jednotky. Je ňou povodie, ktorého hranice sú vymedzené povrchovou rozvodnicou. Vzhľadom na výraznú reliéfovú členitosť a pestrosť ostatných fyzickogeografických podmienok Slovenska je však vhodné vymedziť základné hydrologické priestorové jednotky ako *malé povodia*, t. j. povodia, ktorých plocha nepresahuje približne 200 km<sup>2</sup>.

V tejto súvislosti je potrebné uviesť, že územie Slovenska bolo pre potreby vodohospodárov rozčlenené na veľmi podrobnú sieť povodí a medzipovodí vo vodohospodárskych mapách v mierke 1:50 000. Pre väčšinu vyčlenených priestorových jednotiek je v publikácii *Hydrologické pomery ČSSR, I-III* vytvorená aj databáza základných fyzickogeografických a hydrologických atribútov (rád, plocha povodia, dĺžka údolia, tvar povodia a percento zalesnenia, resp. priemerný ročný prietok, *N*-ročné a *M*-denné prietoky). Vyčlenený súbor priestorových jednotiek umožňuje vodohospodárom riešiť problém odhadu hydrologických hodnôt pre profily pozdĺž tokov. Využitie uvedenej siete pre účely hydrogeografickej regionálnej typizácie si však vyžadovalo uskutočnenie rozsiahlych zmien, napr. odstránenie medzipovodí a vyčlenenie nových povodí, zrušenie členenia mnohých povodí na subpovodia, ako aj úpravu záverečných profilov povodí vzhľadom na základné geomorfologické jednotky (pohorie, kotlina, nížina). Uskutočnenie uvedených úprav v rámci pôvodnej analógovej siete podrobných povodí v mierke 1:50 000 neprichádzalo však začiatkom 90-tych rokov do úvahy. Pre potreby regionálnej typizácie preto bolo nevyhnutné vykresliť úplne novú sieť malých povodí.

Prijateľné z hľadiska prácnosti a časovej náročnosti bolo preto vykreslenie rozvodníc malých povodí na základných mapách v mierke 1:200 000 (Solín 1993). Fyzickogeografické vlastnosti vyčlenených povodí (asi 1300) boli vyjadrené len maximálnou nadmorskou výškou, odčítanou pre každé povodie z map v mierke 1:50 000. S nástupom GIS v prvej polovici 90. rokov sa analógová sieť malých povodí implementovala do prostredia GIS-u SPANS a jej fyzickogeografická databáza sa rozšírila o priemerný ročný úhrn zrážok. Tvorba siete malých povodí Slovenska bola potom završená v druhej polovici 90 rokov. V tomto období totiž SAŽP vykonala digitalizáciu rozvodníc vykreslených na vodohospodárskych mapách v mierke 1:50 000. Ich úpravou (Solín a Grešková 1999) pre účely hydrogeografickej regionálnej typizácie bolo územie Slovenska

rozčlenené asi na 5000 malých povodí plniacich funkciu klasifikovaných objektov (obr. 1). Podkladom na vytvorenie ich fyzickogeografických atribútov boli digitálne tematické mapy, vyhotovené pracovníkmi Geografického ústavu SAV. Interpretáciu satelitných snímok bola vytvorená mapa krajiny pokrývajúcej SR (Feranec et al. 1996). Vektorizáciou tematických map sa vytvorili digitálne vrstvy transmisivity (Grešková 1997), priemerného ročného úhrnu zrážok (Cebecauer 1998) a horninového prostredia (Grešková a Solín 1998). Šúri et al. (1997) vytvorili digitálny model reliéfu SR, z ktorého sa odvodil celý rad morfometrických charakteristík reliéfu SR. Vzájomným prekrytím digitálnej vrstvy malých povodí s uvedenými digitálnymi tematickými vrstvami sa vytvorila v prostredí GIS rozsiahla databáza vlastností malých povodí SR, obsahujúca takmer 40 fyzickogeografických atribútov (Solín et al. 2000).

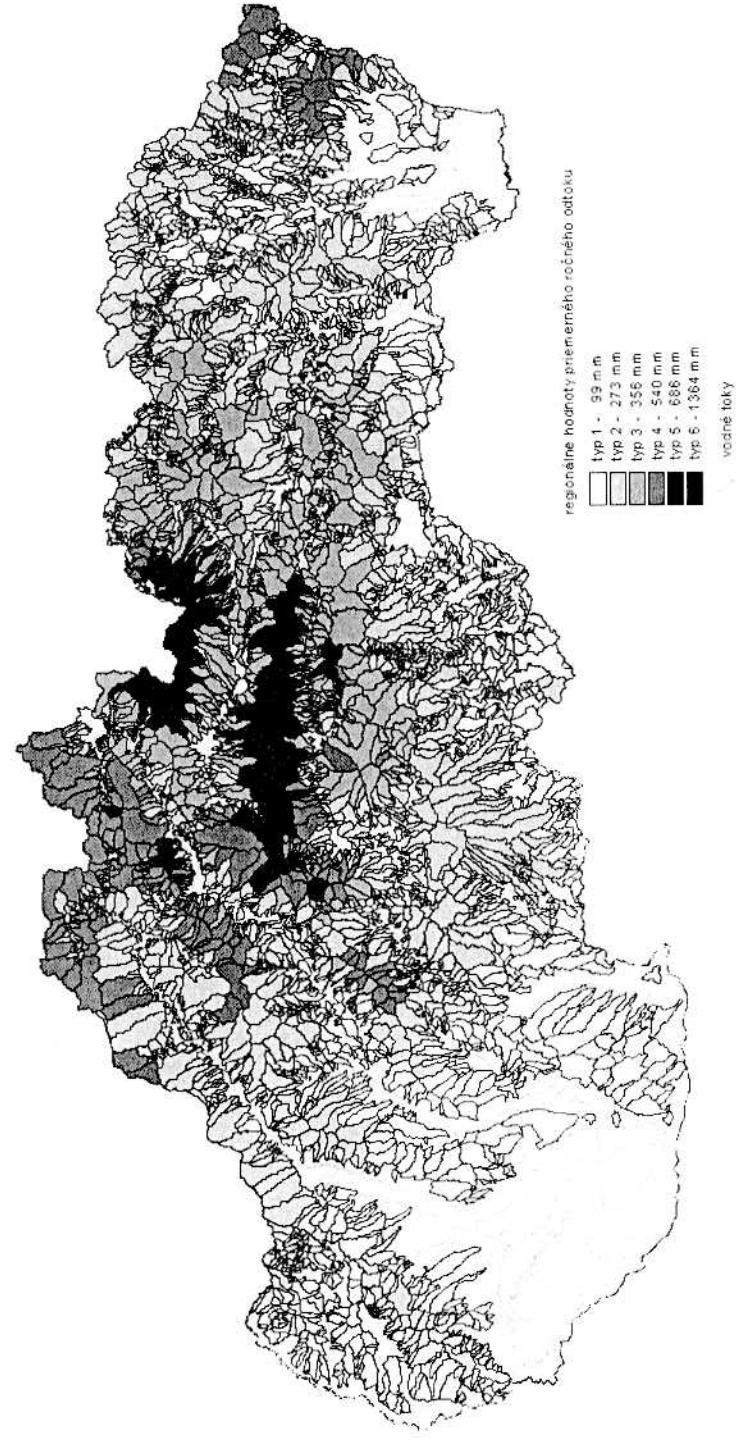
### Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska

Postupným zjemňovaním členenia Slovenska na malé povodia a rozširovaním databázy ich charakteristík sa spresňovalo aj hydrogeografické regionálne členenie Slovenska vzhľadom na priemerný ročný odtok. Spočiatku sa vyčlenenie regionálnych jednotiek priemerného ročného odtoku uskutočnilo na základe maximálnej nadmorskej výšky povodí (Solín 1993). Diferenciačné hodnoty 1000, 1500, 2000 m n. m. vymedzili štyri regionálne typy priemernej ročnej odtokovej výšky v rámci montánnej krajiny SR. Neskoršie sa z topografických map pre vybranú sieť 130 malých povodí určili hodnoty ďalších deviatich fyzickogeografických charakteristík. Na ich množine Solín a Poláčik (1994) metódou zhlukovej analýzy vyčlenili deväť regionálnych typov. Štatisticky významné rozdiely medzi regionálnymi hodnotami dlhodobej priemernej ročnej odtokovej výšky sa však ukázali len medzi štyrmi regionálnymi typmi. Po implementácii analógovej siete malých povodí SR, vykreslenej na základných mapách v mierke 1:200 000, do GIS-u sa databáza povodí rozšírila o hodnotu priemerného ročného úhrnu zrážok. Na základe kombinácie diferenciačných hodnôt maximálnej nadmorskej výšky a priemerného ročného úhrnu zrážok povodia sa potom v rámci montánnej krajiny SR vyčlenilo päť regionálnych typov priemernej ročnej odtokovej výšky, spĺňajúcich podmienku vzájomnej hydrologickej heterogenity (Solín a Faško 1995). Sieť malých povodí SR, vytvorená úpravou digitálnej vrstvy rozvodníc vykreslených vo vodohospodárskych mapách v mierke 1:50 000, a rozsiahla databáza ich fyzickogeografických charakteristík sa stali impulzom pre ďalšie spresnenie priestorového vymedzenia hydrogeografických regionálnych typov priemernej ročnej odtokovej výšky. Na základe vzájomnej kombinácie diferenciačných hodnôt priemerného ročného úhrnu zrážok a priemernej nadmorskej výšky povodia Solín a Cebecauer (2001) vyčlenili na území Slovenska (vrátane nížinnej krajiny) šesť hydrogeografických regionálnych typov priemerného ročného odtoku, spĺňajúcich podmienku vzájomnej hydrologickej heterogenity (obr. 2).

V rámci hydrogeografickej regionálnej typizácie sa rozpracovala aj problematika malej vodnosti (Grešková 1999, Solín a Grešková 2000). V prvej práci sa spresnili typy rozdelenia malej vodnosti SR. Z hľadiska jej výskytu v priebehu roka sa vyčlenili štyri typy malej vodnosti: letný, jesenný, zimný a zmiešaný typ.



Obr. 1. Sieť malých povodí Slovenska



Obr. 2. Hydrogeografické regionálne typy priemernej ročnej odtokovej výšky

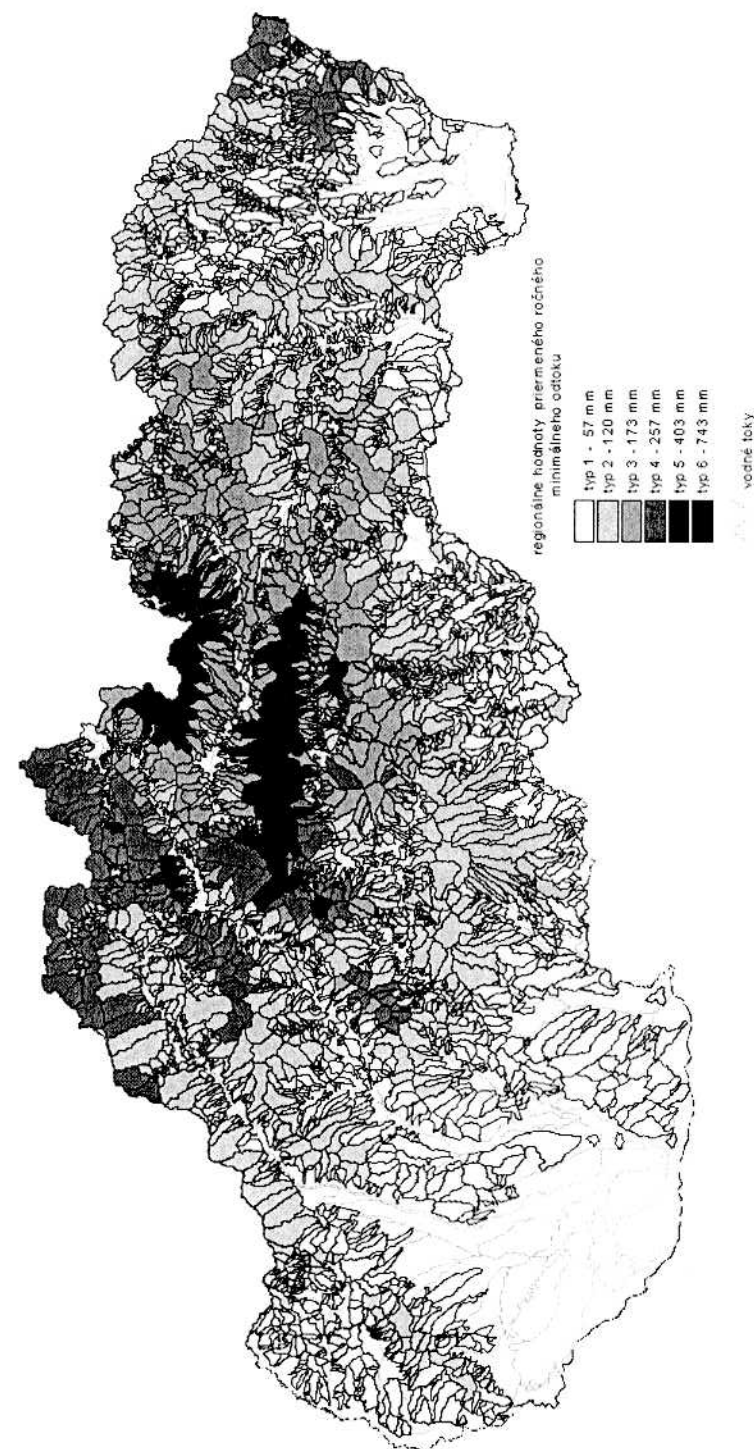
Druhá práca sa zaoberá hydrogeografickou regionálnou typizáciou SR z hľadiska priemerného minimálneho ročného odtoku. Na základe diferenciálnych hodnôt priemerného ročného úhrnu zrážok a priemernej nadmorskej výšky povodia, ktoré majú rozhodujúci vplyv aj na priestorovú variabilitu hodnôt priemerného ročného minimálneho odtoku, sa územie Slovenska rozčlenilo na šesť hydrogeografických regionálnych typov (obr. 3).

Regionálne členenie Slovenska vzhľadom na režim odtoku spresnil Hanušin (1999 a 2000). Na základe analýzy výskytu maximálnych a minimálnych prietokov v rámci vybraného súboru malých povodí vyčlenil päť typov režimu odtoku (obr. 4), ktoré sa až na jeden typ ďalej členili na tri subtypy, a to na základe rozptylu mesačných hodnôt v priebehu roka.

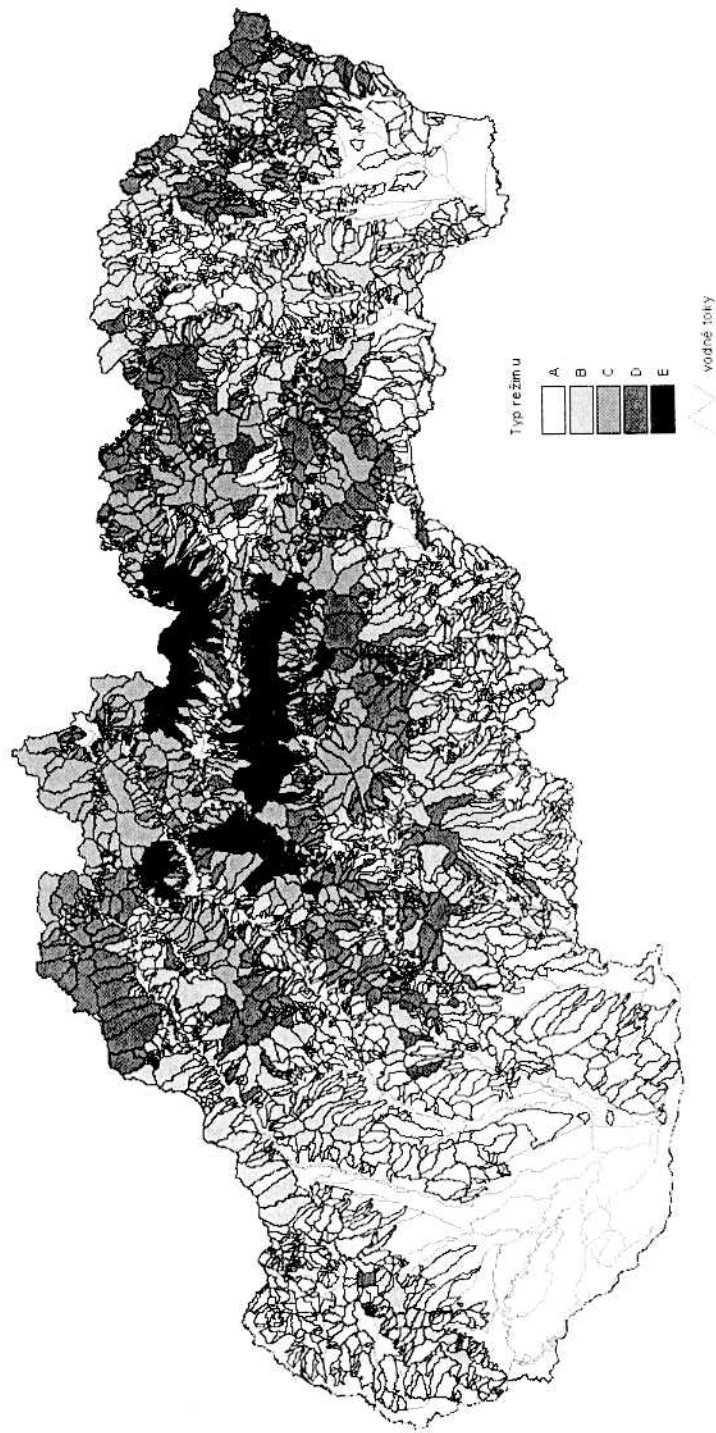
Uskutočnila sa aj hydrogeografická regionálna typizácia SR z hľadiska genetickej štruktúry odtoku (Solín 1990 a 2001), vyjadrenej ako podiel základného, resp. priameho odtoku na celkovom odtoku. Z veľkosti tohto podielu môžeme usudzovať na prevládajúce formy odtoku v povodí, na náchylnosť vzniku povodní, vodnú eróziu pôdy, zraniteľnosť riečného systému povodia znečisťujúcimi látkami a pod. Genetická štruktúra má silnú väzbu na priepustnosť pôdno-substrátového komplexu. Ukázalo sa však, že z hľadiska veľkosti podielu základného odtoku na celkovom odtoku je opodstatnené rozdeliť územie Slovenska len na dva regionálne typy. V prvom regionálnom type s priemernou hodnotou podielu základného odtoku na celkovom odtoku 34 % sú zoskupené povodia so slabou priepustnosťami až nepriepustnými pôdami, v druhom regionálnom type sú povodia s priepustnými až absolútne priepustnými pôdami, kde podiel základného odtoku na celkovom odtoku tvorí v priemere 54 % (obr. 5).

Veľmi aktuálnou témou hydrogeografického výskumu sú povodne. Analýzou klimatických a fyzikogeografických podmienok povodí, na ktorých sa vyskytli povodne v rokoch 1997-2002 sa zaoberajú práce Greškovej (2000, 2001a, 2001b a 2002). Aj v tomto smere je veľkým prínosom existencia digitálnej siete malých povodí Slovenska a databáza ich charakteristík, ktorá umožnila spresnenie fyzikogeografických charakteristík povodňami postihnutých povodí v rokoch 1997-2002. Povodia sa vyznačovali vysokými hodnotami sklonov svahov, relatívnych výšok a málo priepustným pôdno-zvetralinovým plášťom. Prevládali skôr povodia zaokrúhleného ako podlhovastého tvaru. Výsledky analýzy povodňových situácií v malých povodiach (77 povodí), ktoré postihli rôzne oblasti Slovenska v rokoch 1997-2002, poukazujú na rozhodujúcu úlohu krátkodobých intenzívnych zrážok spadnutých na relatívne malú a ostro ohraničenú plochu pri vysokom stupni nasýtenia povodia predchádzajúcimi zrážkami. V daných podmienkach retenčná kapacita povodí bez ohľadu na charakter krajiny pokrývky a využívanie areálov v povodí nebola schopná zadržať alebo účinne zmierniť prívod odtekajúcej vody.

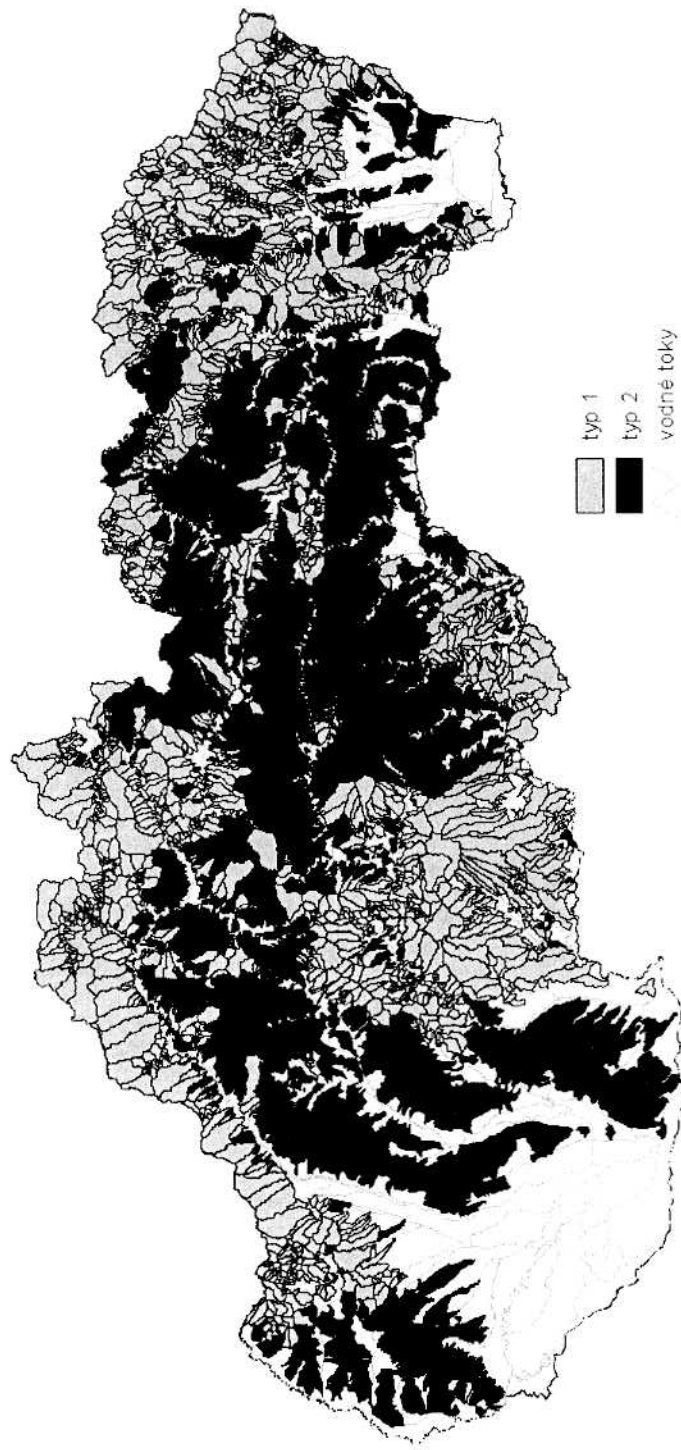
V súvislosti s odhadom  $N$ -ročných prietokov pre povodia s relatívne krátkym pozorovacím radom, resp. bez hydrologického pozorovania, bol výskum zameraný na identifikovanie fyzikogeografických regionálnych jednotiek odlišujúcich sa medzi sebou z hľadiska sklonu bezrozmernej regionálnej distribučnej krivky ročných maximálnych prietokov (Solín 2002). So zvyšujúcim sa rozptylom hodnôt maximálnych ročných prietokov, ktorý je vyjadrený koeficientom lineárneho rozptylu  $L-C_v$ , sa zvyšuje aj sklon ich distribučnej krivky.



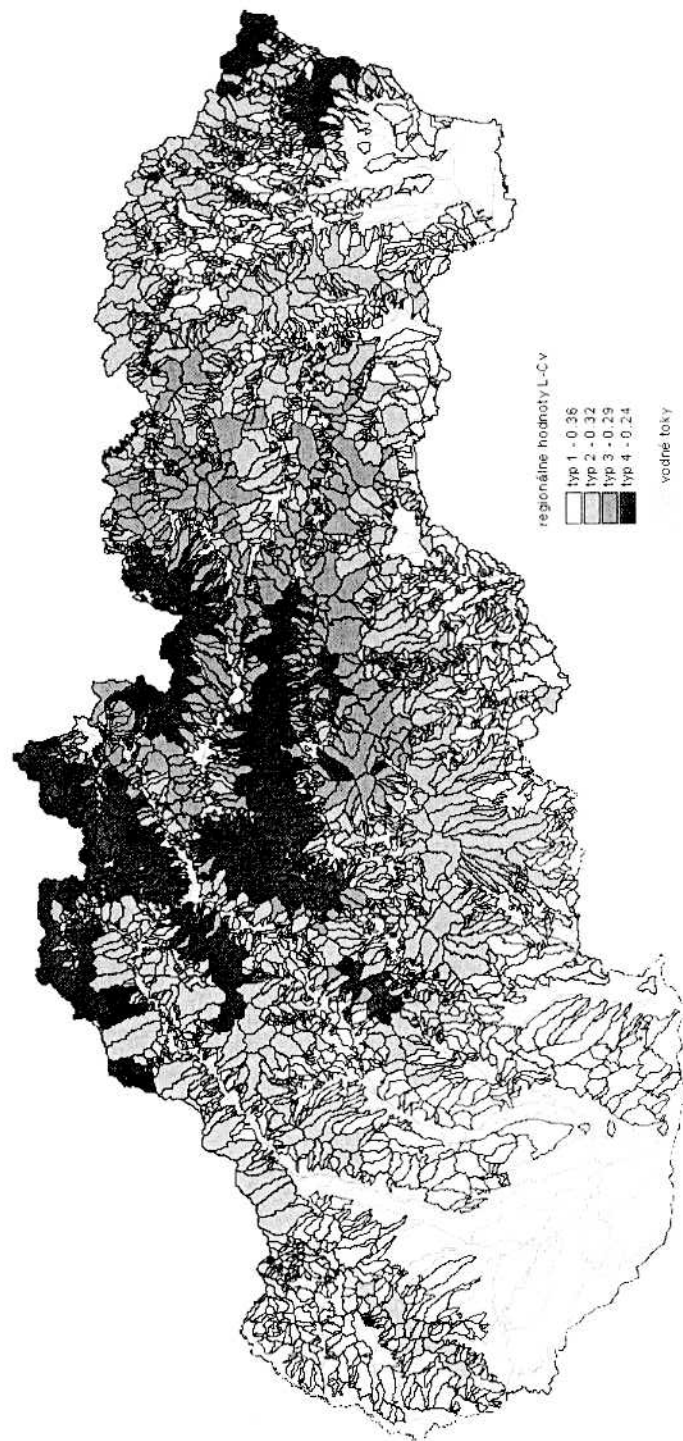
Obr. 3. Hydrogeografické regionálne typy priemerného ročného minimálneho odtoku



Obr. 4. Hydrogeografické regionálne typy režimu odtoku



Obr. 5. Hydrogeografické regionálne typy podielu základného odtoku na celkovom odtoku



Obr. 6. Hydrogeografické regionálne typy vymedzené na základe koeficienta lineárneho rozptylu L-Cv

Rozhodujúci vplyv na priestorovú diferenciáciu jej sklonu má priemerný ročný úhrn zrážok a priemerná nadmorská výška povodia. V procese hydrogeografickej regionálnej typizácie sa ukázalo, že na základe kombinácie ich diferenciálnych hodnôt je opodstatnené, vzhľadom na sklon bezrozmerných regionálnych distribučných kriviek, rozčleniť územie Slovenska na štyri regionálne typy (obr. 6).

## ZÁVER

Zo stručného prehľadu riešenia problematiky hydrogeografickej regionálnej typizácie na Geografickom ústave SAV vidieť, že regionálna typizácia odráža regionálne členenie Slovenska vzhľadom na celý rad hydrologických vlastností. Identifikovanie formálnych hydrologických regionálnych jednotiek na základe fyzikogeografických charakteristík veľmi zreteľne vymedzuje hydrogeografickú regionálnu typizáciu voči hydrologickej regionálnej typizácii a na základe striktno stanovených kritérií umožňuje do regionálnych jednotiek začleniť povodia bez hydrologických pozorovaní. V dôsledku toho hydrogeografická regionálna typizácia nemá len všeobecno-poznávací charakter. Na jej výsledkoch sú založené mnohé regionálne metódy odhadu hydrologických hodnôt pre povodia bez hydrologických pozorovaní, resp. s krátkym pozorovacím radom.

Rozvoj hydrogeografickej regionálnej typizácie na Geografickom ústave SAV bol podmienený vytvorením databázy charakteristík malých povodí SR v prostredí GIS, reprezentujúcej zrážkové, reliéfové, pôdno-substrátové podmienky, ako aj charakter krajinnnej pokrývky malých povodí. Preto by sme radi poďakovali všetkým kolegom, ktorých výsledky boli použité pri jej tvorbe, najmä J. Francovi a kolektívu jeho spolupracovníkov, ako aj M. Šúrimu a T. Cebacauerovi. Naše poďakovanie patrí aj A. Porubskému a nebohému K. Tarábkovi, ktorí v 80-tych rokoch položili základy moderného hydrogeografického regionálneho členenia SR. Nezapúdame ani na E. Šimu, ktorý stál pri zrode Geografického ústavu SAV a hydrogeografický výskum presadzoval vo svojej vedeckej činnosti.

## LITERATÚRA

- ACREMAN, M. C., SINCLAIR, C. D. (1989). The regions are dead; long live the regions. Methods of identifying and dispensing with regions for flood frequency analysis. In Roald, L., Nordseth, K., Hassel, K. A., eds. *FRIENDS in Hydrology. International Association of Hydrological Sciences Publication*, 187, 175-187.
- ARMAND, D. L. (1975). *Nauka o landšafte*. Moskva (Mysl').
- BEZÁK, A. (1993). *Problémy a metódy regionálnej taxonómie*. Geographia Slovaca 3. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- BEZÁK, A. (1996). Regional taxonomy: a review of problems and methods. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 38, 43-59.
- BUNGE, W. (1962). *Theoretical geography*. Lund Studies in Geography, Series C, General and Mathematical Geography, 1.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J., PRAVDA, J. (1996). *Krajinná pokrývka Slovenska (identifikovaná metódou Corine Land Cover)*. Geographia Slovaca, 11. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- GRĚŠKOVÁ, A. (1999). Výskyt a ročné rozdelenie minimálnych prietokov na slovenských tokoch. *Geografický časopis*, 51, 193-203.

- GRIGG, D. (1965). The logic of regional systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 55, 465-491.
- HANUŠIN, J. (1999). Typizácia režimu odtoku na príklade súboru vybraných povodí Slovenska. *Geografický časopis*, 51, 97-108.
- HANUŠIN, J. (2000). Regionálna typizácia odtokového režimu na príklade súboru povodí s autochtónnymi tokmi na Slovensku. *Geografický časopis*, 52, 337-351.
- KONDRACKI, J. (1976). *Podstawy regionalizacji fizycznogeograficznej*. Warszawa (PWN).
- MAZÚR et al. (1980). *Geoekologické (prírodné) krajinné typy*. In Mazúr, E., ed. *Atlas SSR*. Bratislava (SAV a SÚGK), pp. 98-99.
- PORUBSKÝ, A. (1982). *Podzemné vody*. Regionálna geografická syntéza SSR. Súbor diagnostických a prognostických máp o životnom prostredí. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- PORUBSKÝ, A. (1991). *Vodné bohatstvo Slovenska*. Bratislava (Veda).
- SOLÍN, L. (1990). Factors controlling the spatial variability of direct annual runoff as percentage of total runoff. *International Association of Hydrological Sciences Publication*, 193, 399-404.
- SOLÍN, L. (1993). Hydrogeografické regionálne typy Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. *Geografický časopis*, 45, 251-263.
- SOLÍN, L., POLÁČIK, Š (1994). Identification of homogeneous hydrological regional types of basin. *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. (1998). Hydrologické regionálne členenie územia: súčasný stav a problémy. *Geografický časopis*, 50, 139-156.
- SOLÍN, L., GREŠKOVÁ, A. (1999). Malé povodia Slovenska – základné priestorové jednotky pre jeho hydrogeografické regionálne členenie. *Geografický časopis*, 51, 77-96.
- SOLÍN, L., GREŠKOVÁ, A. (2000). Hydrogeografické regionálne typy dlhodobého priemerného ročného minimálneho odtoku na území Slovenska. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 48, 399-432.
- SOLÍN, L., CEBECAUER, T., GREŠKOVÁ, A., ŠŮRI, M. (2000). *Small basins of Slovakia and their physical characteristics*. Bratislava (Institute of Geography SAS, Slovak Committee for Hydrology).
- SOLÍN, L., CEBECAUER, T. (2001). Hydrogeografické regionálne typy dlhodobého priemerného ročného odtoku na Slovensku. *Geografický časopis*, 53, 21-48.
- SOLÍN, L. (2001). Regionálna variabilita malých povodí Slovenska z hľadiska podielu základného odtoku na celkovom odtoku. *Spisy Pedagogické fakulty Masarykovy Univerzity, Geografie*, 12, 352-356.
- SOLÍN, L. (2002). Regional flood frequency analysis: identification of physical regional types. In Wenigartner, R., Sperafico, M. eds. *Proceedings of International Conference on Flood Estimation, CHR Report, II-17*. Bern (International Commission for the Hydrology of the Rhine basin), pp. 687-697.
- TARÁBEK, K., MAZÚR, E. PORUBSKÝ, A. (1984). *Stanovenie kritérií pre regionalizáciu povrchových a podzemných vôd a vypracovanie máp vo vybraných celkoch na Slovensku*. Správa za kontrolovateľnú etapu 04, Geografický ústav SAV, Bratislava.

## HYDROGEOGRAPHIC REGIONAL TYPIFICATION AND ITS DEVELOPMENT AT THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY, SLOVAK ACADEMY OF SCIENCES

The regional typification is one of the key tool of geographical research. Its development in the framework of hydrogeography is based not only on conventional approaches typical for physical geography, but also on modern conceptions developed as part of geography in general. Regional typification in hydrogeography though, is special. As a matter of fact, hydrological data only from a limited number of gauge stations are available and identification of regional units directly on the basis of hydrological attributes does not suffice for an exhaustive regional typification. It means that the area of interest is not totally covered by the identified regional units. However, as far as the physical landscape components or physical attributes of basins are concerned, regional typification of the area of interest is exhaustive. This is the reason why hydrogeographic regional typification is based on physical regional units and hydrological attributes are only used for testing of hydrological consequences of the identified physical regional units.

The development of hydrogeographic regional typification in the course of the 1980s at the Institute of Geography, SAS departed from the conventional approaches of typological regionalization applied in that time in physical geography. Physical units were identified by the methods of a leading component or combination of several physical landscape components. On the basis of combination of relief and bed rock, Porubský produced (1982) the regional typification of groundwaters of Slovakia. The geoecological landscape types of Mazúr et al. (1980) became the basis for regionalization of surface and groundwaters as elaborated by Tarábek, Mazúr and Porubský (1984). The natural landscape types were characterized by the length of the period with runoff exceeding the mean annual runoff and its distribution through the year and dynamics of circulation paths and dynamics of the groundwater reserves. This stage of hydrogeographic research culminated in 1991 with Porubský's monograph *Water Wealth of Slovakia* which contains the comprehensive hydrogeological and hydrological characteristics of the main watersheds of the SR.

Hydrogeographic regional typification based on component or geoecological physical regional units made it possible to capture the main features of the regional variability of hydrological characteristics. However, it was ambiguous in terms of the hydrological response of particular basins. In many cases it did not take into account the existing heterogeneity of basins with regard to geoecological types and the principle that the hydrological response is the integrated value of basin properties. In the 1990s new approaches to hydrogeographic regionalization were searched for. They were supposed to integrate modern quantitative trends in regionalization and regional typification developed in geography based on the idea that regionalization and regional typification represent the spatial form of general classification process. The function of classified objects is fulfilled by basic spatial units characterized by the set of attributes and regional types in which the basic area units are grouped respecting the established criteria correspond to the concept of class. According to the quoted principle applied in hydrogeography, the basic spatial units are defined as small basins and the set of their properties consists of physical attributes.

The initial effort to use the modern regional-typifying methods in hydrogeography was focused on creation of basic conditions for their application, that is division of the territory of Slovakia into a set of hydrological basic spatial units fulfilling the function of classified objects (Fig. 1) and generation of the database of their physical attributes



(Solín et al. 2000). Further refining of the division of Slovakia into small basins and expansion of the database of their characteristics brought about a more precise hydrogeographic regional division of Slovakia. By combining the differentiating values of the mean annual precipitation and the mean altitude, Solín and Cebecauer (2001) identified six hydrogeographic regional types of mean annual runoff in the territory of Slovakia, which fulfilled the conditions of hydrological heterogeneity (Fig. 2).

The subject of low flow was also elaborated in the framework of hydrogeographic regional typification. From the point of view of its occurrence through the year four types of low flow were identified: the summer, autumn, winter and the mixed type (Grešková 1999). The mean annual precipitation and mean altitude of a basin decisively influence the spatial variability of mean annual minimum runoff. On the basis of their differentiation values, Solín and Grešková (2000) divided the territory of Slovakia into hydrogeographic regional types (Fig. 3).

Hanušín (1999 and 2000) refined the regional division of Slovakia in terms of runoff regime. Applying the analysis of occurrence of maximum and minimum discharges within the selected set of small basins, he identified 5 types of runoff regime (Fig. 4).

Hydrogeographic regional typification of the SR where the genetic structure of runoff is expressed as the share of the basic or direct runoff in the total runoff, was also accomplished (Solín 1990 and 2001). The genetic structure is closely related to the permeability of the soil/substrate complex. However, it was found, that as regards the size of the share of basic runoff in total runoff, it is justified to divide the territory of Slovakia only into two regional types (Fig. 5).

Floods represent a very topical issue in hydrogeographic research. Analysis of the climatic and physical conditions of basins where floods occurred in the years 1997-2002 is the theme of Grešková's studies (2002, 2001a, b, and 2002). In connection with the N-year discharge estimate for the basins with relatively short hydrological record or without any hydrological measurement, the research was focused on identifying physical regional units differing as regards the slope of the dimensionless regional distribution curve of annual maximum discharges (Solín 2002). The process of hydrogeographic regional typification revealed that in terms of dimensionless regional distribution curves it is justified to divide the territory of Slovakia into four regional types (Fig. 6).

Translated by H. Contrerasová