GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

51 1999 1

*Ľubomír Solín, Anna Grešková**

MALÉ POVODIA SLOVENSKA - ZÁKLADNÉ PRIESTOROVÉ JEDNOTKY PRE JEHO HYDROGEOGRAFICKÉ REGIONÁLNE ČLENENIE

Ľ. Solín, A. Grešková: Small catchments of Slovakia: basic spatial units of hydrogeographical regional division. Geografický časopis, *51*, 1999,1, 6 figs., 2 tabs., 24 refs.

The aim of the contribution is a brief analysis of the key problems connected with the estimates of the values of hydrological response while applying the results of hydrogeographical regional typification and division of the territory of Slovakia to a network of small catchments which can fulfill the function of classified objects for the purposes Slovakia´s hydrogeographic regional typification. The contribution defines the general principles applied in creation of the network and then the result of their application is presented, followed by analysis of problems, which sprang while creating the network in the consequence of application of general principles.

Key words: hydrogeographical regional typification, estimated of hydrological response, regional value of hydrological response, autochthonous hydrological response, small catchment, inter catchment, generalisation, redigitizing

ÚVOD

Problematika odhadu hodnôt hydrologickej odozvy (napr. miminálnych, priemerných alebo maximálnych prietokov a pod.) pre povodia bez hydrologického pozorovania, či už pre potreby vodohospodárskej praxe alebo pre kartografické spracovanie

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

priestorovej variability hydrologickej odozvy, sa tiahne ako červená niť celou históriou hydrogeografického a hydrologického výskumu. Aplikácia výsledkov hydrogeografického regionálneho členenia záujmového územia je jedným zo spôsobov riešenia tohto problému. Súčasné spôsoby hydrogeografickej regionálnej typizácie nevychádzajú z apriornej aplikácie všeobecných fyzickogeografických regiónov, ale sú založené na zoskupovaní povodí do priestorovo nesúvislých tried na základe podobnosti ich fyzickogeografických charakteristík tak, aby splňali podmienku hydrologickej homogenity v ich rámci, resp. heterogenity medzi nimi. Nevyhnutným predpokladom hydrogeografickej regionálnej typizácie záujmového územia je teda jeho rozčlenenie na súbor z hľadiska veľkosti vzájomne porovnateľných povodí a vytvorenie databázy ich fyzickogeografických charakteristík.

Stručná analýza kľúčových problémov odhadu hodnôt hydrologickej odozvy na základe aplikácie výsledkov hydrogeografickej regionálnej typizácie a rozčlenenie územia Slovenska na sieť malých povodí, ktoré by plnili funkciu základných priestorových jednotiek pre hydrogeografickú regionálnu typizáciu Slovenska je cieľom príspevku.

EXTRAPOLÁCIA AKO ZÁKLADNÝ NÁSTROJ ODHADU HODNÔT HYDROLOGICKEJ ODOZVY

Riešenie odhadu hodnôt hydrologickej odozvy pre povodia bez hydrologického pozorovania sa na regionálnej priestorovej dimenzii spravidla opiera o priestorovú extrapoláciu, t.j. o myšlienku rozšírenia priestorovej platnosti hydrologických hodnôt získaných z povodí s hydrologickým pozorovaním mimo rámca týchto povodí. Základom priestorovej extrapolácie je analógia, že podobné fyzickogeografické charakteristiky územia vyvolávajú i podobnú hydrologickú odozvu. Extrapolácia sa môže uskutočniť na základe veľmi jednoduchého porovnania fyzickogeografikých charakteristík povodí, alebo môže byť založená na empirických vzorcoch, regresnej analýze alebo na výsledkoch hydrogeografickej regionálnej typizácie záujmového územia. Veľmi často používaným spôsobom odhadu hodnoty hydrologickej odozvy povodia je aj odhad z izolínií hydrologickej odozvy, ktoré sú zostrojené na základe interpolačných algoritmov. Odhad hydrologických hodnôt pre povodia bez hydrologického pozorovania sa uskutočňuje aj prostredníctvom transformácie zrážkových hodnôt do hodnôt odtoku. Transformácia je vyjadrená deterministickými matematickými modelmi a hoci je v nich obsiahnutá najvyššia úroveň vedeckého poznania, ich použitie v širšom regionálnom meradle, vzhľadom na rozsah požadovaných vstupných údajov, je zatiaľ veľmi obmedzené.

Odhad hydrologických hodnôt prostredníctvom jednoduchého porovnania fyzickogeografických charakteristík povodí, aplikácie empirických vzorcov a izolínií je veľmi často využívaný vo vodohospodárskej praxi, ale na strane druhej tieto spôsoby nie sú postačujúce na vedecké zdôvodnenie odhadu, opierajúceho sa o poznanie príčinných vzťahov medzi hydrologickou odozvou a fyzickogeografickými podmienkami povodia. Požiadavky na vedeckú explanáciu priestorovej variability hydrologických hodnôt na regionálnej úrovni a na vedecky odôvodniteľnú extrapoláciu hydrologických hodnôt splňa regresná analýza a hydrogeografická regionálna typizácia záujmového územia. Regresná analýza a hydrogeografická regionálna typizácia resp. regionalizácia sú dve rozdielne metódy. Pre ich vzájomné porovnanie zatiaľ nie sú k dispozícii konkrétne výsledky dosiahnuté ich aplikáciou na jednom záujmovom

území, ani analýza ich vzájomného vzťahu, od ktorej by sa mal odvíjať aj úsudok o presnosti hydrologického odhadu, ktorý je získaný ich aplikáciou, dosiaľ uskutočnená nebola. V hydrológii sa skôr udomácnil chybný názor, že regresná analýza a vykresľovanie izolínií sú metódy regionálnej typizácie resp. regionálizácie (cf. Riggs 1990, Gottschalk 1985). Odhad pomocou lineárneho regresného modelu je dostatočne presný vtedy, ak regresný model spĺňa tri tzv. Gauss-Markove podmienky: 1) očakávaná stredná hodnota rezíduí sa rovná nule ($E(\in_i)=0$ pre všetky i), 2) rezíduá majú konštantný rozptyl ($var(\in_i) = \delta^2$), 3) rezíduá sú navzájom nezávislé ($E(\in_i \in_j) = 0$ pre všetky $i = j$.) Navyše tento odhad je spoľahlivý len v rámci rozpätia hodnôt vysvetľujúcich premenných, z ktorých tvar regresného modelu bol skonštruovaný. Odhad prostredníctvom regionálnej hydrologickej hodnoty, ktorá je určená na základe výsledkov hydrogeografickej regionálnej typizácie je presný vtedy, ak sú hydrologicky homogénne regionálne typy dostatočne výstižne identifikované.

REGIONÁLNA HODNOTA HYDROLOGICKEJ ODOZVY A HYDROGEOGRAFICKÁ REGIONÁLNA TYPIZÁCIA

V hydrologickej literatúre sa v poslednom období oživil záujem o hydrologické regionálne členenie záujmového územia najmä v súvislosti s odhadom extrémnych hydrologických hodnôt (N-ročných vôd), pre odhad ktorých regresná analýza nie je vhodnou metódou. Impulzom k oživeniu bol rozvoj robustnejších metód pri odhade parametrov distribučných funkcií extrémnych hydrologických charakteristík, napr. metóda L-monentov (Hosking, Wallis 1997). K oživeniu taktiež napomohlo rozšírenie dĺžky pozorovacích radov a zriadenie nových staníc, predovšetkým na malých povodiach, a z toho vyplývajúci tlak na prehodnotenie hodnôt regionálnych parametrov v empirických vzorcoch dosiaľ používaných na odhad 100-ročných vôd (cf. Kohnová, Szolgay 1995). K zvýšenému záujmu o regionálnu typizáciu prispela aj aplikácia nových koncepcií na identifikovanie hydrologicky homogénnych priestorových jednotiek (napr. Wiltshire 1985, Cavadias 1990, Burn 1990, Solín, Poláčik 1994) a získanie nových, resp. presnejších informácií o fyzickogeografických charakteristikách povodia, napr. o reliéfe na základe DMR (napr. Šúri, Cebecauer, Hofierka 1997), o krajinnej pokrývke interpretáciou satelitných snímok (napr. Feranec, Oťaheľ, Pravda 1996).

Identifikovaním hydrologicky homogénnych priestorových jednotiek sa v podstate vymedzuje okruh povodí, ktorých hydrologické hodnoty sa zohľadnia pri výpočte *regionálnej hodnoty*, ktorá potom plní funkciu odhadu hydrologickej hodnoty pre všetky povodia (s pozorovaním aj bez pozorovania) patriace do regionálneho typu. Použitie regionálnej hodnoty pre odhad hodnoty hydrologickej odozvy pre povodie bez hydrologického pozorovania je logické. Avšak jej použitie i pre povodia, z ktorých sú k dispozícii hydrologické hodnoty získané priamym pozorovaním, sa môže zdať na prvý pohľad neodôvodnené. Opodstatnenosť tohto kroku, a to znamená aj tvrdenia, že odhad prostredníctvom regionálnej hodnoty je presnejší ako odhad uskutočnený na základe datového súboru z jedného povodia, sa opiera o chápenie hydrologickej odozvy ako náhodnej premennej. Hodnoty, ktoré môže hydrologická odozva nadobúdať, tvorí množina všetkých hodnôt od doby sformovania sa riečneho sytému povodia do dnešnej podoby, teda nielen tých, ktoré boli zistené v období pozorovania. Pre spoľahlivé určenie napr. hodnoty 100-ročného prietoku je potrebný minimálne 50-ročný pozorovací rad. Ak pozorovací rad povodia nie je dostatočne dlhý pre

spoľahlivé určenie N-ročného prietoku, tak sa vychádza z filozofie nahradenia nedostatočne dlhého pozorovacieho radu zohľadnením pozorovacích radov ďalších povodí, majúcich podobný charakter hydrologickej odozvy, a z nahradenia frekvenčnej krivky maximálnych prietokov povodia, určenej z nedostatočne dlhého pozorovacieho radu, regionálnou frekvenčnou krivkou. V súvislosti s odhadom N-ročných prietokov sa tento postup označuje termínom regionálna frevenčná analýza (cf. Hosking, Wallis 1997). Obdobne je to i v prípade priemerných hodnôt povodia (priemerný ročný odtok, priemerný ročný minimálny odtok). Ich skutočná, reálna alebo stredná očakávaná hodnota zodpovedá dĺžke pozorovacieho radu $n=\infty$. Čím väčšia je dĺžka pozorovacieho radu, tým je odhad strednej očakávanej hodnoty presnejší. Preto opäť rozšírenie časového radu povodia o časové rady povodí majúcich podobnú hydrologickú odozvu a z nich vypočítaná regionálna priemerná hodnota poskytuje presnejší odhad strednej očakávanej hodnoty odtoku povodia ako jej odhad len na základe pozorovacieho radu z jedného povodia (cf. Solín 1993, Solín, Faško 1995).

Aby platilo tvrdenie o tom, že odhad prostredníctvom regionálnej hodnoty je presnejší ako odhad z hodnôt jedného povodia, musia byť priestorové jednotky majúce podobný charakter hydrologickej odozvy dostatočne presne identifikované procedúrami regionálnej typizácie. Ak má regionálna hodnota hydrologickej odozvy plniť funkciu odhadu pre povodia bez hydrologického pozorovania, tak regionálno typizačná procedúra identifikovania hydrologicky homogénnych priestorových jednotiek musí byť založená na fyzickogeografických charakteristikách územia a pomocou hydrologických charakteristík sa len testuje hydrologická homogenita v rámci resp. heterogenita medzi vyčlenenými fyzickogeorafickými regionálnymi typmi (hydrogeografická regionálna typizácia). Založenie regionálnej typizácie priamo na hodnotách hydrologických charakteristík (hydrologickej regionálnej typizácii) neumožňuje priamo riešiť problém odhadu hydrologických hodnôt pre povodia bez hydrologického pozorovania. Analýza súčasného stavu obidvoch regionálno-typizačných prístupov identifikovania hydrologicky homogénnych priestorových jednotiek je uvedená napr. v Solín (1998), Grešková (1998).

V počiatočnom období hydrogeografickej regionálnej typizácie sa nevenovala dostatočná pozornosť analýze vzájomných vzťahov medzi hydrologickou odozvou a fyzickogeografickými charakteristikami územia a mechanicky sa aplikovali *všeobecné fyzickogeografické regióny alebo fyzickogeografické (geoekologické) typy* (priestorové jednotky, ktoré nie sú priestorovo súvislé) z fyzickej geografie, ktoré boli identifikované na základe vzájomnej kombinácie fyzickogeografických komponentov, alebo uplatnením princípu vedúceho fyzickogeografického faktora, ktorým bol spravidla reliéf. Neskoršie testovanie hydrologickej homogenity v ich rámci a heterogenity medzi nimi však naznačilo, že tieto všeobecné fyzickogeografické jednotky, najmä regióny, neboli z hľadiska podobnosti hydrologickej odozvy dostatočne presne identifikované (cf. Mosley 1981).

Toto poznanie spôsobilo, že v hydrogeografii ako aj v hydrológii sa postupne upúšťa od mechanického aplikovania všeobecných fyzickogeografických regiónov, resp. typov. Začínajú sa uplatňovať regionálno-typizačné postupy, vychádzajúce z filozofie *zoskupovania povodí* do skupín alebo tried, na základe podobnosti ich fyzickogeografických charakteristík, o ktorých sa predpokladá, či už na základe logického úsudku alebo exaktnej analýzy, že sú významné z hľadiska ich vplyvu na priestorovú variabilitu vybranej hydrologickej odozvy. Na báze týchto fyzickogeografických charakteristík je regionálno typizačnými postupmi v rámci súboru povodí s hydrolo-

gickým pozorovaním vytvorených niekoľko fyzickogeografických klasifikačných schém zoskupovania povodí s následným testovaním hydrologickej homogenity v rámci klasifikačných tried a heterogenity medzi triedami (cf. Wiltshire 1986a). Z testovaných fyzickogeografických klasifikačných schém sa potom vyberie schéma, v rámci ktorej identifikované fyzickogeografické regionálne typy dosahujú najvyšší stupeň vnútornej homogenity a medzi regionálnej heterogenity, a určí sa regionálna hodnota hydrologickej odozvy pre každý fyzickogeografický regionálny typ klasifikačnej schémy. Ostatné povodia záujmového územia bez hydrologického pozorovania sú zaraďované do identifikovaných hydrogeografických regionálnych typov na základe ich fyzickogeografických charakteristík, a to buď jednoznačným spôsobom, alebo sa zohľadňuje príslušnosť povodia k viacerým hydrogeografickým regionálnym typom vzhľadom na jeho fyzickogeografické charakteristiky. V prípade jednoznačného zaradenia je povodiam priradená regionálna hodnota hydrologickej odozvy príslušného hydrogeografického regionálneho typu. V prípade príslušnosti povodia k viacerým hydrogeografickým regionálnym typom je regionálna hydrologická hodnota určená váženým priemerom z regionálnych hodnôt hydrogeografických regionálnych typov, do ktorých povodie bolo zaradené (cf. Wiltshire 1986b).

Spôsob výberu povodí s hydrologickým pozorovaním, ich veľkosť, charakter databázy ich fyzickogeografických charakteristík a vyčerpávajúce určenie fyzickogeografických charakteristík s významným vplyvom na priestorovú variabilitu hydrologickej odozvy, to sú všetko faktory majúce vplyv na výstižnosť resp. stupeň hydrologickej homogenity identifikovaných fyzickogeografických regionálnych typov. Rozhodnutie o veľkosti povodí, zabezpečujúce ich vzájomnú porovanateľnosť tak z hľadiska fyzickogeografického ako aj hydrologického, je zvlášť dôležité. Preto aj rozčlenenie celého záujmového územia na sieť povodí by malo byť uskutočnené tak, aby povodia z hľadiska veľkosti korešpondovali s veľkosťou povodí s hydrologickým pozorovaním, tvoriach výberový súbor, ktorý je predmetom aplikácie regionálnotypizačných procedúr.

Mapové vyjadrenie priestorovej variability hydrologickej odozvy prostredníctvom rozčlenenia záujmového územia (štátu) vyčerpávajúcim spôsobom na sieť povodí a zaradenie povodí bez hydrologického pozorovania na základe ich fyzickogeografických charakteristík do identifikovaných hydrogeografických regionálnych typov, by malo byť teda prirodzeným zavŕšením hydrogeografickej regionálnej typizácie záujmového územia. Rozčlenenie záujmového územia na sieť povodí a vytvorenie databázy ich fyzickogeografických charakteristík na základe topografických a tematických máp tradičným manuálnym spôsobom je veľmi pracné a časovo náročné, ba niekedy priam nemožné. Preto pri mapovom vyjadrení hydrogeografickej regionálnej typizácie prevláda tendencia, že po identifikovaní hydrogeografických regionálnych typov v rámci súboru povodí s hydrologickým pozorovaním sa pri zaraďovaní ostatnej plochy záujmového územia uplatňujú iné priestorové jednotky ako napr. v UK hydrometric area (cf. Wiltshire 1985), alebo priestorové jednotky vyjadrujúce priestorovú zmenu fyzickogeografického komponenta dôležitého z hľadiska vplyvu na priestorovú variabilitu hydrologickej odozvy. V kartografických atlasových dielach na vyjadrenie priestorovej variability hydrologickej odozvy používajú predovšetkým izolínie (cf. Hlubocký 1980a, b, c).

Pre územie bývalého Československa bola síce v rokoch 1965-1970 (Hydrologické pomery ČSSR I. až III. diel, 1965-1970) vytvorená sieť *podrobných povodí*, obsahujúca cez 4000 priestorových jednotiek, ktorá bola vykreslená v základných mapách

v mierke 1: 50 000. Databáza základných fyzickogeografických parametrov (plocha, sklon doliny hlavného toku, lesnatosť a tvar povodia, priemerný ročný úhrn zrážok) a dôležitých hydrologických charakteristík však bola vytvorená pre vzájomne sa prekrývajúce povodia, ktoré boli z podrobných povodí vytvorené k rozsiahlej sieti riečných profilov. Takýto systém povodí s vytvorenou databázou fyzickogeografických a hydrologických charakteristík spĺňa požiadavky vodohospodárskej praxe, ale nie je vhodný pre mapové vyjadrenie priestorovej variability hodnôt hydrologickej charakteristiky.

S rozvojom technológie geografických informačných systémov (GIS), využitia digitálneho modelu reliéfu (DMR) a satelitných snímok pri tvorbe databázy fyzickogeografických charakteristík povodí, sa proces rozčlenenia záujmového územia do povodí, plniacich funkciu základných priestorových jednotiek vhodných pre regionálnu typizáciu, veľmi zefektívňuje. Ako príklad uvedieme sieť malých povodí spolu s databázou fyzickogeografických charakteristík Švajčiarska (Hydrologischer Atlas der Schweiz 1992), ktorá obsahuje 1050 povodí; najmenšie má rozlohu 7 km^2 a najväčšie 195 km^2.

SIEŤ MALÝCH POVODÍ SLOVENSKA - VŠEOBECNÉ ZÁSADY A DIGITÁLNE PODKLADY UPLATNENÉ PRI JEJ TVORBE

Všeobecné zásady

V rámci regionálnej taxonómie sa sformulovali všeobecné požiadavky, ktoré by mali spĺňať základné priestorové jednotky plniace funkciu klasifikovaných objektov, na ktoré je rozdelené záujmové územie, ako napr. každá jednotka má byť priestorovo súvislá, žiadne dve sa nemajú prekrývať a všetky dohromady majú úplne pokrývať územie, ktoré je predmetom záujmu a v ideálnom prípade by všetky jednotky mali mať rovnakú veľkosť (cf. Bezák 1993).

V hydrológii resp. hydrogeografii tieto formálne požiadavky spĺňajú dva druhy priestorových jednotiek, a to povodie a medzipovodie. Povodie definujeme ako plochu, ktorá je odvodňovaná riečným systémom a priestorovo vymedzená záverečným profilom a k nemu prislúchajúcou orografickou rozvodnicou. Medzipovodie je potom plocha, ktorá vznikne z rozdielu medzi plochou povodia prislúchajúcou k nižšie položenému záverečnému profilu riečneho systému a plochou povodia prislúchajúcou k vyššie položenému profilu alebo profilom riečneho systému. Vychádzajúc z toho, že hydrogeografická regionálna typizácia je založená na testovaní vzťahu medzi hydrologickou odozvou a fyzickogeografickými charakteristikami priestorových jednotiek patriacich do jedného regionálneho typu, tak hydrologická odozva priestorovej jednotky musí mať autochtónny charakter, t.j. je produktom len fyzickogeografických charakteristík danej priestorovej jednotky. Z uvedených dvoch priestorových jednotiek spĺňa požiadavku na autochtónnu hydrologickú odozvu len povodie, ktoré je uzatvorené nielen z hľadiska geometrie, ale i z hľadiska hydrologického cyklu, t.j. má len jeden vstup (zrážky) a jeden výstup (odtok v záverečnom profile). Medzipovodie je otvorená priestorová jednotka s dvoma vstupmi, a to zrážkami a prítokom z vyššie ležiaceho povodia. Hydrologická odozva v jeho záverečnom profile nie je teda produktom jeho fyzickogeografických charakteristík, čo má za následok výraznú deformáciu vzťahu medzi hydrologickou odozvou a fyzickogeografickými charakteristikami.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že sieť priestorových jednotiek bude plniť funkciu klasifikovaných objektov vhodných pre účely hydrogeografickej regionálnej typizácie vtedy, ak bude vytvorená výlučne len z povodí. Definíciou povodia ako plochy, ktorá je vymedzená orografickou rozvodnicou, z ktorej voda odteká gravitáciou do záverečného profilu nie je ešte povodie ako priestorová jednotka jednoznačne vymedzená. Prirodzeným záverečným profilom povodia je miesto vtoku jeho riečneho systému do riečneho systému iného povodia. Stály riečny systém záujmového územia však predstavuje hierarchickú sústavu vzájomne prepojených línií tokov rôzneho hydrologického rádu a záverečný profil je možné zvoliť v rámci hociktorej hierarchickej úrovne, a čomu potom bude zodpovedať i rozdielna veľkosť povodí. Hierarchická štruktúra riečneho systému teda vytvára systém vzájomne sa prekrývajúcich povodí s rozdielnou veľkosťou plochy. Z hierarchicky štrukturovanej siete povodí je možné vytvoriť sieť nehierarchickú s primeraným počtom vzájomne porovnateľných povodí tak z hľadiska fyzickogeografického, ako aj hydrologického na základe rozhodnutia o veľkosti vyčleňovaných povodí a splnení požiadavky o ich vzájomnom neprekrývaní sa.

Pre územie Slovenska s rozlohou cca 49 000 km^2, s veľkou členitosťou reliéfu a s pestrou geologickou stavbou, na výstižné identifikovanie hydrologicky homogénnych regionálnych typov nie je postačujúce jeho rozdelenie na niekoľko desiatok vnútorne fyzickogeograficky heterogénnych základných povodí s rozlohou okolo 1000 km^2. Veľkosť povodí by mala byť zvolená tak, aby:

- vytvárala predpoklady pre zreteľné identifikovanie vzťahov medzi fyzickogeografickými charakteristikami povodia na jednej strane a hydrologickými charakteristikami na strane druhej. Čím väčšia je totiž plocha povodia, tým hodnoty fyzickogeografickej charakteristiky majú väčší rozptyl a ich priemerná hodnota reprezentujúca povodie je potom menej výstižná ako v prípade menších povodí. V dôsledku toho je potom aj vzťah medzi fyzickogeografickými a hydrologickými charakteristikami menej preukazný. V reliéfe Slovenska dominujú trojaké morfoštruktúrne jednotky, a to pohorie, kotlina a nížina, s veľmi rozdielnym komplexom fyzickogeografických charakteristík a s odlišnou štruktúrou hydrologických procesov. Preto z hľadiska preukazného identifikovania závislosti medzi fyzickogeografickými charakteristikami a hydrologickou odozvou by veľkosť povodia mala byť zvolená tak, aby v ňom dominovala len jedna z uvedených morfoštruktúrnych jednotiek;

- veľkosť identifikovaných malých povodí korešpondovala s veľkosťou povodí s hydrologickým pozorovaním, ktoré sú zaradené do siete Slovenského hydrometeorologického ústavu. Táto podmienka je dôležitá z toho dôvodu, že odhad hydrologických charakteristík, resp. závery o závislosti medzi hydrologickými a fyzickogeografickým charakteristikami, je možné spoľahlivo extrapolovať len v rámci veľkostného rozpätia povodí, z ktorého boli zistené. Extrapolácia mimo tohto intervalu je nespoľahlivá. V priebehu 60-tych a 70-tych rokov došlo k značnému rozšíreniu siete pozorovacích objektov na povrchových tokoch o objekty, ktoré boli lokalizované predovšetkým na tokoch s plochou povodia menej ako 100 km^2. Vďaka tomu je dnes k dispozícii cez 270 povodí s hydrologickým pozorovaním a plochou menšou ako 150 km^2.

Pokiaľ teda hydrologické regionálne členenie územia má výstižne vyjadrovať priestorovú variabilitu hydrologických charakteristík a regionálna hodnota hydrologickej odozvy má plniť fukciu čo najpresnejšieho odhadu hydrologickej odozvy, je nutné územie Slovenska rozdeliť na primeraný počet predovšetkým malých povodí, t.j.

povodí s plochou do cca 150 km^2, s dominanciou jednej morfoštruktúrnej jednotky.

V súčasnej dobe je nevyhnutnosťou, aby sieť malých povodí, identifikovaná na základe uvedených všeobecných zásad, bola vytvorená v digitálnej forme. Takáto forma umožňuje, aby sieť bola importovaná do GIS-u a aby boli využité pri tvorbe databázy fyzickogeografických charakteristík povodí digitálne tematické mapové vrstvy jednotlivých komponentov krajiny, vytvorených na základe DMR, interpretácie satelitných snímok alebo vektorizáciou tematických podkladov.

Podklady pre vytvorenie digitálnej siete malých povodí

Súčasťou tematického obsahu základných vodohospodárskych máp Slovenska v mierke 1:50 000, vytvoreného Výskumným ústavom vodného hospodárstva, je aj sieť povodí Slovenska štyroch hierarchických úrovní: a) sieť hlavných povodí, b) sieť čiastkových povodí, c) sieť základných povodí, d) sieť podrobných povodí. Ich digitálnu formu vytvorila SAŽP (Slovenská agentúra životného prostredia) v roku 1997. Ukážka *siete podrobných povodí* povodia Hornádu (hlavné povodie) je na obr. 1. Základné štatistické údaje o sieti podrobných povodí spolu s frekvenciou výskytu povodí v jednotlivých veľkostných kategóriach sú v tab. 1.

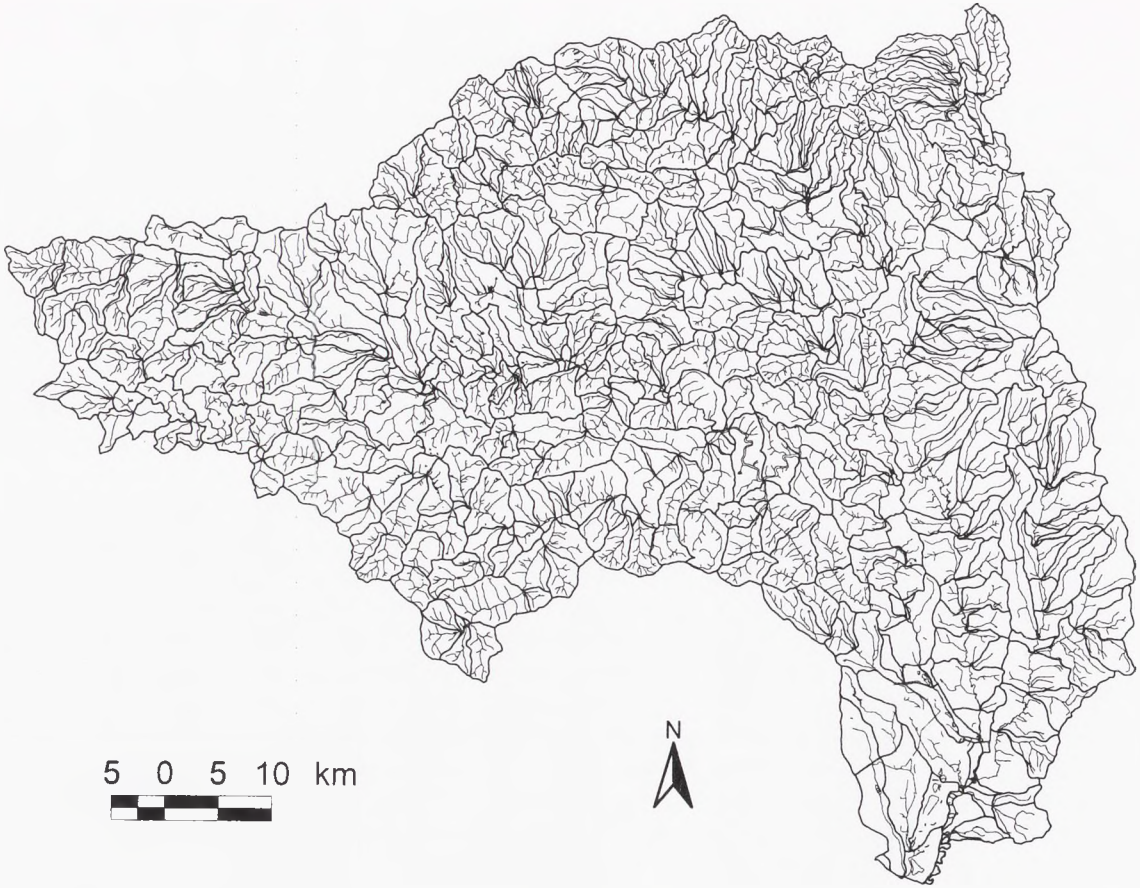
Tab.1. Pôvodná sieť podrobných povodí

kategória veľkosti (km^2)	početnosť	celková plocha (km^2)
menej ako 2,5	711	717,7
2,5 - 30,0	3504	38931,7
30,1 - 60,0	126	4946,7
60,1 - 100,0	22	1599,4
100,1 a viac	17	2847,8
spolu	4380	49043,3

Rozdelenie územia Slovenska na sieť takýchto podrobných povodí nie je však vhodné pre účely jeho hydrogeografickej regionálnej typizácie a to z toho dôvodu, že obsahuje veľký počet medzipovodí (priestorové jednotky typu A, B na obr. 2), ktorých hydrologická odozva nemôže byť odhadovaná na základe fyzickogeografických charakteristík medzipovodia. Pre nesplnenie požiadavky autochtónnosti hydrologickej odozvy, medzipovodia nemôžu byť objektom regionálnej typizácie, v dôsledku čoho sa z hydrogeografickej regionálnej typizácie vylučuje veľká časť územia Slovenska.

Iný pokus o vytvorenie siete povodí, ktoré by plnili funkciu klasifikovaných objektov, uskutočnil Solín (1993). Táto sieť bola vykreslená zo základných máp v mierke 1:200 000. V rámci nej bolo identifikovaných asi 1300 povodí s plochou menšou ako 300 km^2. Táto sieť však nebola vytvorená v digitálnej forme. V práci Solín, Faško (1995) sa spomenutá sieť spresnila (1750 povodí) a bola vytvorená aj v digitálnej forme. Podkladom pre jej vykreslenie boli topografické mapy v mierke 1:200 000.

Napriek tomu, že sieť podrobných povodí nie je celkom vhodná pre účely regionálneho členenia, digitálna forma jej existencie umožnila uskutočniť jej rozsiahlu



Obr. 1. Sieť podrobných povodí v povodí Hornádu.

Obr. 2. Typy "otvorených" povodí.

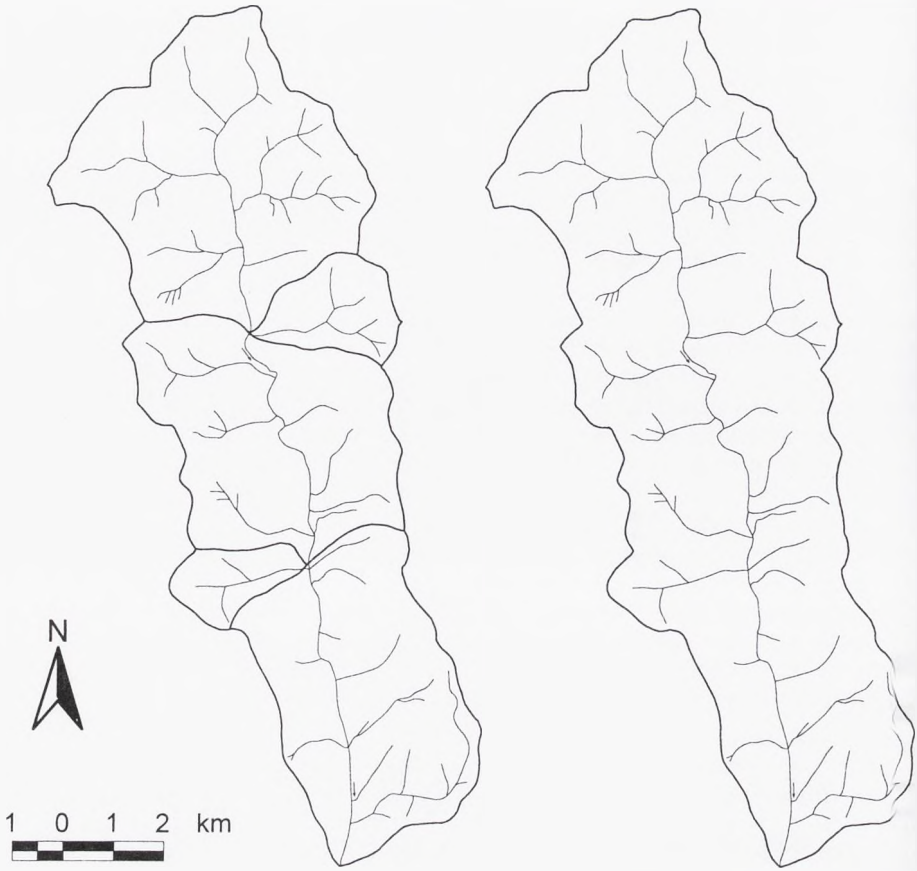
úpravu, ktorej cieľom bolo a) minimalizovať priestorové jednotky majúce charakter medzipovodí a začleniť tak čo najväčšiu plochu územia Slovenska do regionálno-typizačného procesu, b) vytvoriť *sieť malých povodí* plniacich funkciu klasifikovaných objektov, umožnujúcich výstižným spôsobom identifikovať hydrologicky homogénne priestorové jednotky.

Pri úprave pôvodnej siete podrobných povodí v prostredí GIS-u ArcView sme uplatnili dve základné procedúry, a to generalizáciu a predigitalizovanie. Riečný systém (modré línie na mape v mierke 1:50 000) siete podrobných povodí je hydrologicky očíslovaný podľa systému, ktorý je v Hydrologických pomeroch ČSSR (1965). Podľa uvedeného číslovania povodie Dunaja a Visly predstavujú povodia I. rádu. Ich priame prítoky Morava, Váh, Hron, Ipeľ, Slaná, Bodva, Hornád, Bodrog, Poprad a Dunajec sú povodiami II. rádu. Priame prítoky do povodí II. rádu sú povodiami III. rádu a ich priame prítoky povodiami IV. rádu atď. Systém malých povodí je možné začať identifikovať až od hierarchickej úrovne povodí III. rádu. Pri generalizácii sme vychádzali z pravidla, že malé povodia by mali byť identifikované tak, aby v rámci hierarchických úrovní povodí III., IV, V. a ďalších rádov spĺňali podmienku autochtónnosti hydrologickej odozvy, neboli príliš heterogénne z hľadiska fyzickogeografických charakteristík a ich plocha nepresahovala cca 150 km^2. Ak teda napr. povodie Rovnianky, ktoré je povodím III. rádu rieky Váh, s rozlohou 49 km^2 je v rámci siete podrobných povodí ešte rozčlenené na 5 subpovodí (obr. 3a), z toho dve subpovodia majú charakter medzipovodí s alochtónnou hydrologickou odozvou, tak po generalizácii medzipovodia zanikli a povodie Rovnianky je identifikované ako ucelená, ďalej nedelená priestorová jednotka (obr. 3b), ktorej hydrologická odozva má v záverečnom profile autochtónny charakter.

Ak povodie III. rádu malo rozlohu väčšiu ako cca 150 km^2, napr. povodie Kysuce, tak bolo rozčlenené na subpovodia IV. rádu. Ak tieto povodia s rozlohou menšou ako cca 150 km^2 boli v rámci siete podrobných povodí ďalej vnútorne členené, tak v rámci siete malých povodí boli znova identifikované ako nedelené priestorové jednotky. Povodia IV. rádu s rozlohou väčšou ako 150 km^2, napr. Bystrica, boli opäť rozčlenené na subpovodia V. rádu, ktoré ak boli vnútorne členené v rámci siete podrobných povodí, tak v rámci siete malých povodí boli identifikované ako nedelené priestorové jednotky.

V rámci pôvodnej siete podrobných povodí sa však vyskytujú aj medzipovodia, ktorých zánik nie je možné dosiahnuť procesom generalizácie, pretože by sa vytvárali stredne veľké, v niektorých prípadoch až veľké povodia s rozlohou niekoľko stoviek resp. tisíc km^2. Napr. na obr. 4a sú zobrazené medzipovodia, ktorých riečny systém tvorí Hnilec (tok III. rádu) s prítokmi (toky IV. rádu). V takýchto prípadoch sme sa rozhodli predigitalizovať medzipovodia a identifikovať v ich rámci, pre prítoky do hlavného toku, povodia s uzatvoreným hydrologickým cyklom a autochtónnou hydrologickou odozvou (obr. 4b). Generalizácia a predigitalizácia sa uskutočnila s použitím podkladových digitálnych vrstiev vrstevníc a riečnej siete, vytvorených z topografických máp v mierke 1:50 000 Úradom geodézie, kartografie a katastra SR.

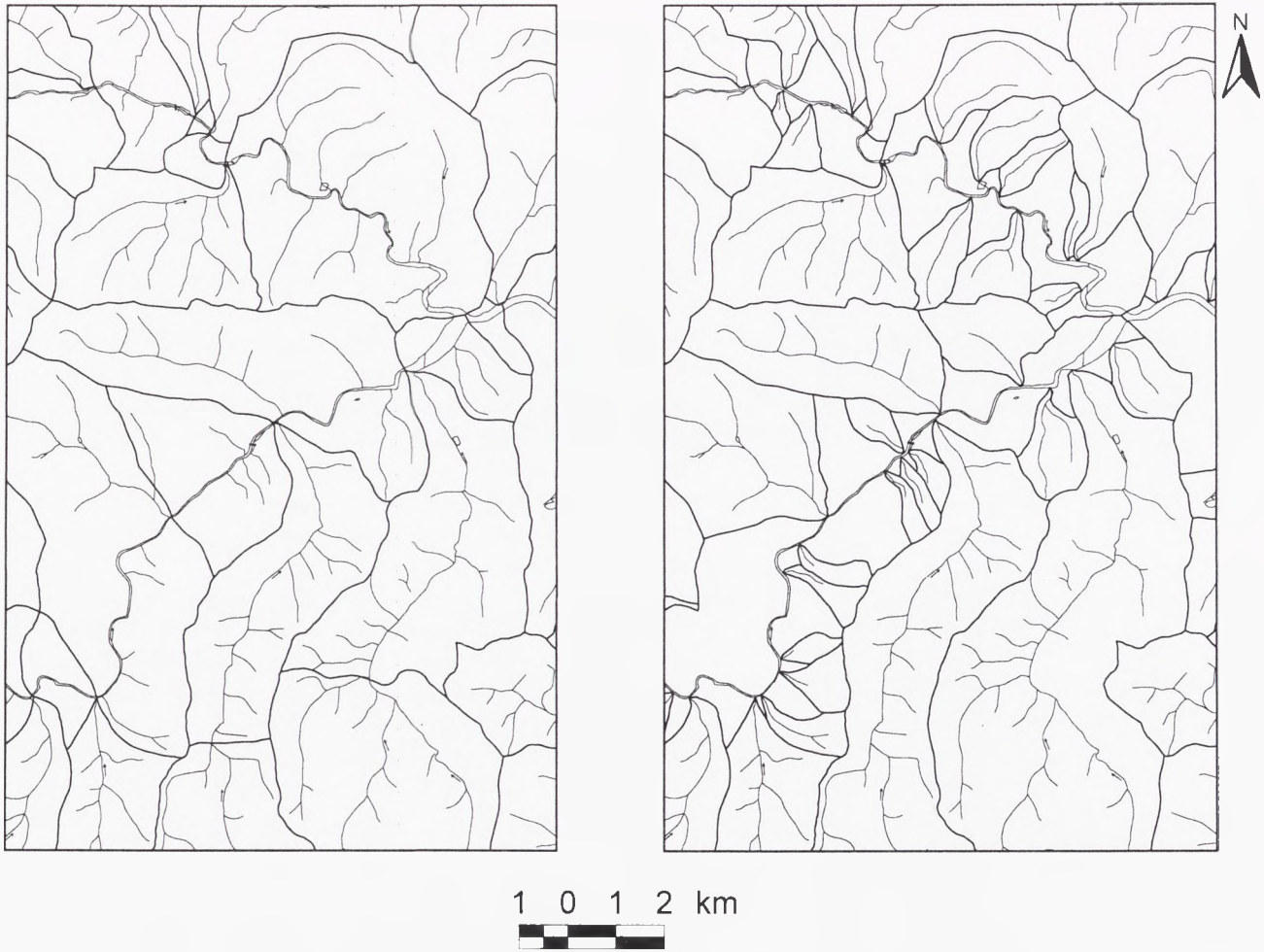
V dôsledku uplatnenia vyššie uvedených zásad pri tvorbe siete malých povodí okrem identifikovaných malých povodí s autochtónnou hydrologickou odozvou vznikli aj medziplochy bez vyvinutej stálej povrchovej riečnej siete, identifikovateľnej v rámci mierky 1:50 000, ktoré majú charakter bezodtokových plôch, resp. sú odvodňované prostredníctvom podzemného odtoku alochtónnym povrchovým tokom. Takéto plochy sú lokalizované pozdĺž všetkých riek II. rádu a pozdĺž riek III. a



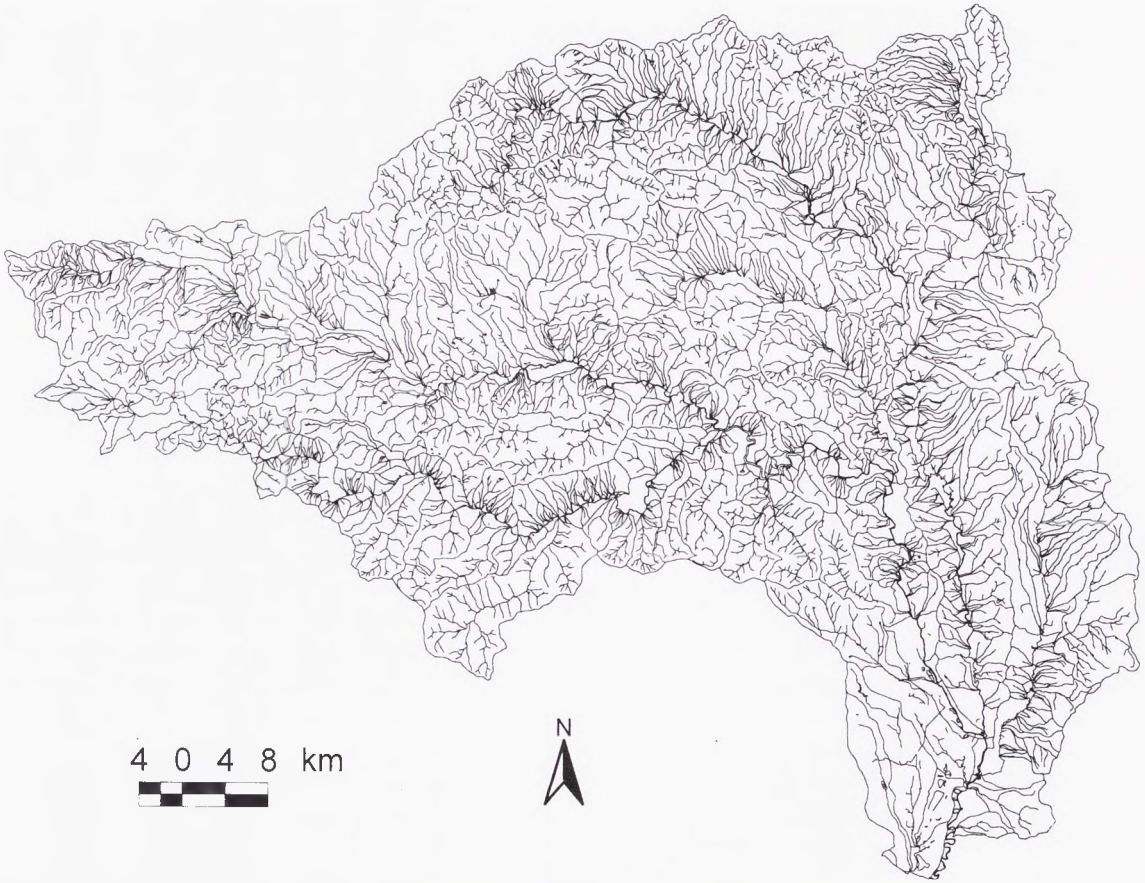
Obr. 3. Povodie Rovnianky: a) pred generalizáciou, b) po generalizácii.

vyššieho rádu s plochou povodia väčšou ako cca 150 km^2. Okrem toho v rovinnej časti nížin väčšina priestorových jednotiek identifikovaných v rámci pôvodnej siete podrobných povodí ma vybudovanú rozsiahlu sieť odvodňovacích a zavlažovacích kanálov a ich hydrologický režim je z toho dôvodu umelý. Vzniknuté plochy bez vyvinutej autochtónnej riečnej siete resp. so sieťou umelých kanálov nie sú predmetom hydrogeografickej regionalizácie. Ich oddelenie od siete malých povodí sme uskutočnili priradením číselného atribútu. Každému malému povodiu bol pridelený číselný atribút "0" a plochám, ktoré nie sú predmetom hydrologického regionálneho členenia bol pridelený atribút "1".

Ukážka digitálnej siete malých povodí Slovenska s autochtónnym hydrologickým cyklom, ktorá vznikla po uvedených úpravách siete podrobných povodí, je na obr. 5. Základné štatistické údaje o početnosti identifikovaných malých povodí v rámci jednotlivých veľkostných kategórii sú uvedené v tab. 2. Rozsiahlosť zmien, ktoré sa uskutočnili na pôvodnom súbore podrobných povodí, dokumentuje skutočnosť, že



Obr. 4. Mezipovodia v povodí Hnilca: a) pred predigitalizovaním, b) po predigitalizovaní.



Obr. 5. Sieť malých povodí v povodí Hornádu.

z celkového počtu 4380 podrobných povodí len 1094 nebolo upravovaných generalizáciou alebo predigitalizovaním.

CHYBY ZISTENÉ PRI VZÁJOMNOM PREKRYVE DIGITÁLNYCH VRSTIEV SIETE POVODÍ, RIEČNEJ SIETE A VRSTEVNÍC

Pri použití digitálnych vrstiev riečnej siete a vrstevníc ako podkladových vrstiev pri úprave podrobných povodí generalizáciou alebo predigitalizovaním sme zistili, že pri vzájomnom prekryve digitálnej vrstvy podrobných povodí s digitálnou vrstvou riečnej siete rozvodnica v záverečnom profile povodia nebola vedená presne cez miesto vzájomného sútoku dvoch riečnych systémov (obr. 6a). Odchýlka rozvodnice od miesta sútoku sa pohybovala zhruba v intervale 0-180 m. Táto chyba vznikla v dôsledku toho, že pri digitalizácii vrstvy rozvodníc podrobných povodí SAŽP tieto neboli v mieste záverečného profilu zároveň, alebo dodatočne po ukončení digitalizácie "pritiahnuté" k miestu sútoku riečnych systémov. Uvedená chyba pre mapové výstupy v mierke 1:200 000 a menších mierkach je v rámci všeobecne akceptovateľnej tolerancie. Táto chyba je však neprijateľná, ak má byť sieť malých povodí akceptovaná ako digitálna vrstva. Preto sme uvedenú chybu v rámci vytvorenej siete malých povodí dodatočne odstránili a "pritiahli" rozvodnicu každého povodia v jeho záverečnom profile k sútokovému bodu riečnych systémov (obr. 6b).

Tab. 2. Sieť malých povodí [1*)]

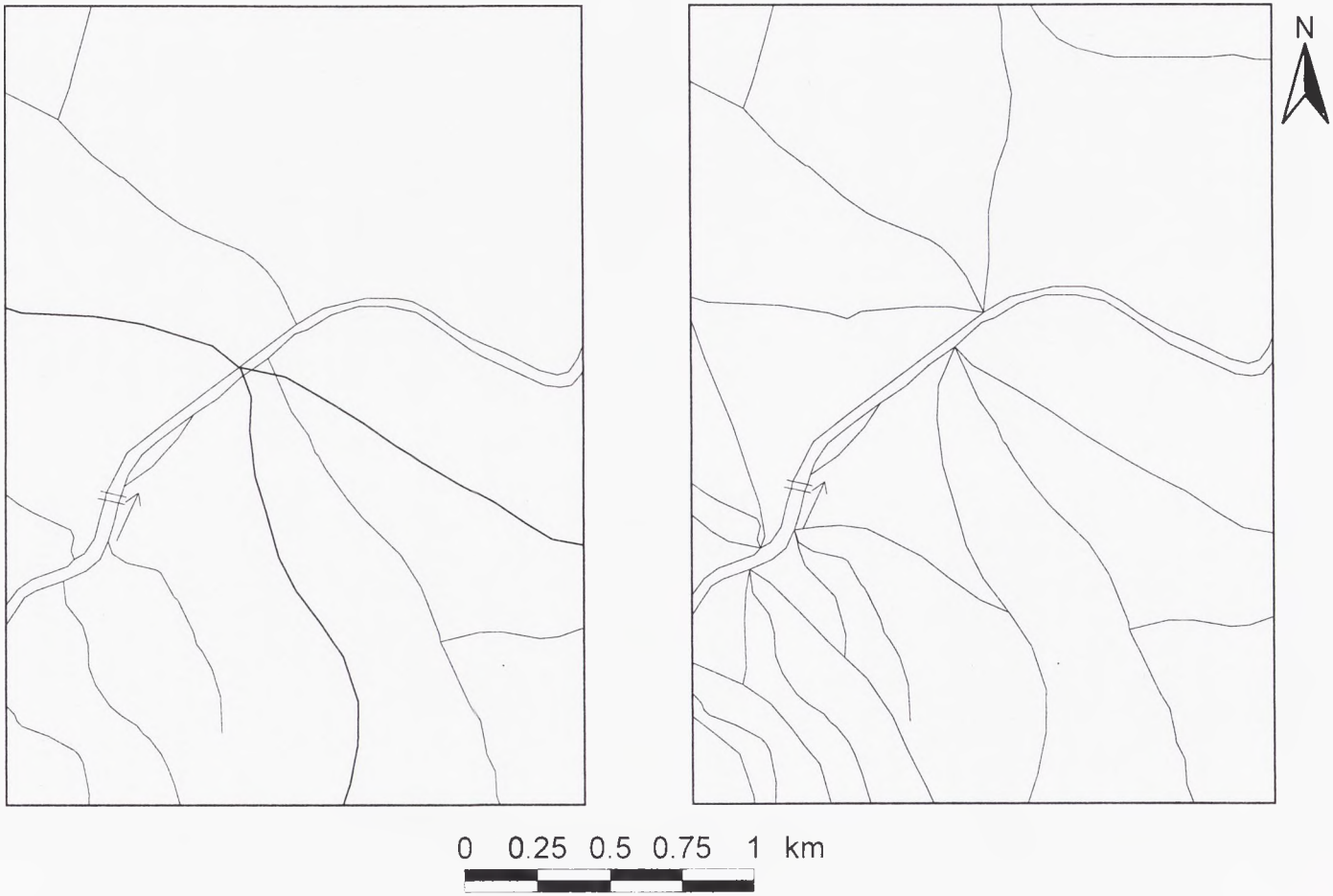
kategória veľkosti (km^2)	početnosť	celková plocha (km2)
menej ako 2,5	2240	2297,4
2,5 - 30,0	2104	20214,0
30,1 - 60,0	212	8690,8
60,1 - 100,0	52	3792,7
100,1 a viac	7	788,5
spolu	4615	35783,4

[1*)] do siete malých povodí nie sú zahrnuté plochy majúce číselný atribút "1"

Iný druh chyby sme zistili pri vzájomnom prekryve digitálnej vrstvy vrstevníc a digitálnej vrstvy riečnej siete. Na niektorých lokalitách v dôsledku nepresnosti pri tvorbe digitálnej vrstvy vrstevníc bola riečna sieť posunutá, nebola umiestnená v dnách dolín, ale bola lokalizovaná vo svahu. Táto chyba mala potom vplyv na priebeh rozvodnice v miestach záverečného profilu povodí.

DISKUSIA K VYTVORENEJ SIETI MALÝCH POVODÍ

Rozčlenenia územia Slovenska na sieť malých povodí plniacich funkciu klasifikovaných objektov je prvým krokom na ceste k mapovému vyjadreniu priestorovej variability hodnôt hydrologickej odozvy prostredníctvom hydrogeografickej regionálnej typizácie Slovenska. Je opodstatnené predpokladať, že hydrogeografická regionálna typizácia založená na zoskupovaní malých povodí do tried prostredníctvom logických princípov a klasifikačných procedúr založených nie na intuícii, ale na



Obr. 6. Prekryv digitálnych vrstiev: a) riečnej siete a rozvodníc podrobných povodí, b) riečnej siete a rozvodníc malých povodí.

presne definovaných krokoch, umožňuje výstižnejšie, presnejšie identifikovať hydrologicky homogénne regionálne typy v porovnaní s metódou izolínií či aplikáciou všeobecných alebo tematických fyzickogeografických regiónov alebo typov. Vytvorená sieť malých povodí plní funkciu klasifikovaných objektov bez ohľadu na spôsob vyjadrenia hydrologickej odozvy (minimálne, maximálne, priemerné prietoky, atď). So zmenou vyjadrenia hydrologickej odozvy sa však budú meniť fyzickogeografické charakteristiky povodia, majúce vplyv na jej priestorovú variabilitu. Iným spôsobom by možno bolo nutné pristúpiť k vytvoreniu siete povodí, ak by sme hodnoty hydrologickej odozvy odhadovali iným spôsobom než regionálnou hodnotou. Napr. pre mapové vyjadrenie hodnôt priemerných ročných prietokov Švajčiarska (cf. Schädler, Weingartner, 1992) bola použitá sieť bilančných povodí, ktorých rozloha sa pohybuje v rozpätí od 29 do 434 km^2. Pri ich identifikovaní sa okrem kritéria veľkosti (vyčleňovanie stredne veľkých povodí) a zohľadnenia špecifických podmienok obehu vody vo vápencovo-dolomitických substrátových komplexoch uplatnilo i kritérium blízkosti vodomernej stanice v oblasti ich ústia do veľkých riek. Hodnoty priemerných ročných prietokov boli určené pre bilančné povodia, majúce v blízkosti záverečného profilu vodomernú stanicu na základe údajov z tejto vodomernej stanice. Pre ostatné povodia boli hydrologické hodnoty odhadnuté interpoláciou alebo regresnou rovnicou.

Vodohospodárska prax vyžaduje odhady hodnôt hydrologickej odozvy pre rôzne veľké povodia a pre rôzne profily pozdĺž toku. Preto je oprávnená otázka, či hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska na základe zoskupovania malých povodí do regionálnych typov a im zodpovedajúca regionálna hodnota hydrologickej odozvy bude i efektívnym nástrojom na riešenie potrieb vodohospodárskej praxe. Hydrogeografická regionálna typizácia identifikuje rozdiely v priestorovej variabilite hodnôt hydrologickej odozvy, ktoré sú spôsobené zmenou fyzickogeografických charakteristík povodia. Nerieši problém variability hydrologickej odozvy spôsobenej jej transformáciou korytom rieky. Preto pre odhad hodnoty hydrologickej odozvy pre vodomerné profily, ktorých povodia sú zložené zo súboru malých povodí, sa určí postupnou sumáciou hodnôt z malých podvodí a ich transformáciou pozdĺž koryta rieky metódami, ktoré sa v hydrológii na riešenie tohto problému používajú.

V dôsledku uplatnenia princípu autochtónnosti hydrologickej odozvy a stanovenia maximálnej veľkosti malých povodí (cca 150 km^2) v rámci jednotlivých rádov povodí boli identifikované i veľmi malé povodia s plochou menšou ako 2,5 km^2). Početnosť týchto povodí je síce veľká - 2240 povodí z celkového počtu 4615. Z hľadiska plochy, ktorú zaberajú (2297 km^2), je to však len 4,7 % z celkovej plochy Slovenska. Problém s veľmi malými povodiami vyvstáva pri kartografickom vyjadrení siete malých povodí v mierkach nad 1:500 000. Pre zobrazenie v týchto mierkach je potrebný určitý stupeň kartografickej generalizácie. Časť veľmi malých povodí s autochtónnou hydrologickou odozvou, ktoré boli identifikované v rámci povodí IV. (t.z. subpovodia povodia III. hydrologického rádu) a vyššieho hydrologického rádu, by bolo možné odstrániť generalizáciou za predpokladu mierneho zvýšenia hranice maximálnej veľkosti povodí alebo zvýšenia fyzickogeografickej heterogenity povodí z hľadiska makroforiem reliéfu. Veľmi malé povodia však nie je možné eliminovať uvedeným spôsobom ak, sa vyskytujú v rámci povodí III. hydrologického rádu (t.j. veľmi malé povodia s priamym zaústením do povodí II. rádu).

Plochy bez vyvinutej autochtónnej riečnej siete identifikovateľnej na mape v mierke 1:50 000, ktorým sme pridelili atribút "1", a ktoré nie sú zahrnuté do hydro-

geografickej regionálnej typizácie, zaberajú 27 % rozlohy Slovenska. Sú to plochy, ktoré sa vytvorili na svahoch medzi malými povodiami pozdĺž alochtónnych tokov, ďalej sem patria dná dolín riek v kotlinách a predovšetkým rovinná časť nížin bez vyvinutej autochtónnej riečnej siete ale so systémom odvodňovacích a zavlažovacích kanálov. Pri mapovom vyjadrení výsledkov hydrogeografickej regionálnej typizácie budú tieto plochy tvoriť biele miesta. Vytvárať sieť malých povodí Slovenska tak, aby sa tieto plochy nevyskytovali, znamená porušiť požiadavky na autochtónnosť hydrologickej odozvy povodia, na jeho primeranú veľkosť v rámci jednotlivých hydrologických rádov a relatívnu homogénnosť z hľadiska makroforiem reliéfu.

ZÁVER

V príspevku sú analyzované kľúčové problémy odhadu hydrologickej odozvy pre povodia bez hydrologického pozorovania prostredníctvom regionálnej hodnoty, určenej na základe výsledkov hydrogeografickej regionálnej typizácie povodí. Súčasné trendy hydrogeografickej regionálnej typizácie sú založené na zoskupovaní povodí ako základných priestorových jednotiek do skupín (regionálnych typov). Hydrogeografická typizácia záujmového územia si preto vyžaduje jeho rozčlenenie na súbor povodí a vytvorenie databázy ich fyzickogeografických charakteristík. V príspevku je prezentované rozdelenie územia Slovenska na sieť malých povodí, plniacich funkciu klasifikovaných objektov a vyhovujúcich požiadavkam na výstižné identifikovanie hydrologicky homogénnych priestorových jednotiek metódami hydrogeografickej regionálnej typizácie.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol riešený za finačnej podpory grantovej agentúry VEGA v rámci projektu "Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS " č. 2/4065/97. Autori ďakujú Slovenskej agentúre životného prostredia za bezplatné poskytnutie digitálneho súboru siete podrobných povodí územia Slovenska, Úradu geodézie, kartografie a katastra SR, za bezplatné poskytnutie digitálnych súborov vrstevníc a riečnej siete územia Slovenska. Autori ďalej ďakujú Tomášovi Cebecauerovi za vyriešenie problému "snapovania" rôznych tematických vrstiev v rámci ArcView a Jánovi Hanušinovi za pomoc pri digitalizovaní rozvodníc.

LITERATÚRA

BREINLINGDER, R., GAMMA, P. WIENGARTNER, R. (1992). Characteristics of Small Basins. In *Hydrologischer Atlas der Schweiz*. Bern (Landshydrologie und geologie).

BEZÁK, A. (1993). *Problémy a metódy regionálnej taxonómie*. Geographia Slovaca, 3. Bratislava (Geografický ústav SAV).

CAVADIAS, G. S. (1990). The canonical correlation to regional flood estimation. In Beran, M. A., Brilly, M., Becker, A., Bonacci, O., eds. *Regionalization in hydrology*. IAHS Publication, 191. Wallingford, (IAHS), pp. 171-178.

FERANEC, J., OŤAHEĽ, J., PRAVDA, J. (1996). *Krajinná pokrývka Slovenska identifikovaná metódou CORINE Land Cover*. Geographia Slovaca, 11. Bratislava (Geografický ústav SAV).

FISCHER, M. (1987). Some fundamental problems in homogeneous and functional regional taxonomy. *Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung*, 11, 267-282.

GOTTSCHALK, L. (1985). Hydrological regionalization of Sweden. *Hydrological Sciences Journal*, 30, 65-83.

GREŠKOVÁ, A. (1998). Regionalizácia charakteristík malej vodnosti v hydrológii a hydrogeografii. *Geografický časopis*, 50, 157-174.

HLUBOCKÝ, B. (1980a). Elementárny odtok (malý). In Mazúr, E., ed. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Bratislava (SAV a SÚGK).

HLUBOCKÝ, B. (1980b). Elementárny odtok (rok). In Mazúr, E., ed. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky. Bratislava (SAV a SÚGK).*

HLUBOCKÝ, B. (1980c). Elementárny odtok (maximálny). In Mazúr, E., ed. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Bratislava (SAV a SÚGK).

HOSKING, J. R. M., WALLIS, J. R. (1997). *Regional frequency analysis. An approach based on L-moments*. Cambridge (Cambridge University Press).

HYDROLOGICKÉ POMERY ČSSR (1965). Díl I. text. Praha, (Hydrometeorologický ústav).

KOHNOVÁ, S., SZOLGAY, J. (1995). K používaniu Dubovho vzorca na výpočet maximálneho storočného špecifického odtoku na malých povodiach Slovenska. *Vodohospodársky časopis*, 43, 3-27.

MOSLEY, M. P. (1981). Delimitation of New Zealand hydrologic regions. *Journal of Hydrology*, 49, 173-192.

SCHLADLER, B., WEINGARTNER, R. (1992). Natural Runoff 1961-1980. In *Hydrologischer Atlas der Schweiz*. Bern (Landshydrologie und geologie).

SOLÍN, Ľ. (1993). Hydrogeografické regionálne typy Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. *Geografický časopis*, 45, 251-263.

SOLÍN, Ľ., POLÁČIK, Š. (1994). Identification of homogeneous hydrological regional types of basins. In Seuna, P. D., Gustard, A., Arnell, N. W., Cole, G. A., eds. *FRIEND: Flow Regimes from International Experimental and Network Data*. IAHS Publication, 221. Wallingford (IAHS), pp. 467-473.

SOLÍN, Ľ., FAŠKO, P. (1995). Hydrogeografické regionálne typy montánnej krajiny Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. *Geografický časopis*, 47, 75-91.

SOLÍN, Ľ. (1998). Hydrologické regionálne členenie územia: súčasný stav a problémy. *Geografický časopis*, 50, 139-156.

ŠÚRI, M., CEBECAUER, T., HOFIERKA, J. (1997). Tvorba digitálneho modelu reliéfu Slovenskej republiky. *Geodetický a kartografický obzor*, 43, 257-262.

WITSHIRE, S. E. (1985). Grouping basins for regional flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*, 30, 151-159.

WITSHIRE, S. E. (1986a). Regional flood frequency analysis I: Homogeneity statistics. *Hydrological Sciences Journal*, 31, 321-333.

WILTSHIRE, S. E. (1986b). Identification of homogeneous regions for flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*, 84, 287-302.

WARD, R. C. (1981). River systems and river regimes. In Lewin, J., ed. *British Rivers*. London (George Allen & Unwin).

Ľ. Solín, A. Grešková

SMALL CATCHMENTS OF SLOVAKIA: BASIC SPATIAL UNITS OF HYDROGEOGRAPHICAL REGIONAL DIVISION

The estimates of important hydrological characteristics for the ungauged catchments or their precision within the set of catchments with relatively short gauging spells through the regional hydrological values, is reliable only if the identified hydrologically homogeneous regions or regional types express truly or sufficiently precisely the spatial variability of hydrological characteristics. Regionalising and region-typifying procedures based in clustering of the catchments start to prevail in hydrogeography and hydrology. The basic prerequisite of their application is existence of the network of small catchments in interest territory and a database of their physical-geographical characteristics. The aim of the contribution is a brief analysis of key problems of estimate of the values of hydrological response based in application of the results of hydrogeographical regional typification and creation of digital network of small catchments in the territory of Slovakia which can fulfill the the function of classified objects for the purposes Slovakia´s hydrogeographic regional typification.

Small catchments as basic spatial units fulfilling the function of classified objects should comply with some general requests: each unit must be spatially coherent, none of two units can overlap the other and all of them should cover the territory of interest and in ideal case all unit areas should have equal area. If the hydrogeographical regional typification is based on testing the relation between hydrological response and physical geographical characteristics of spatial units belonging to one regional type, then the nature of the hydrological response of the spatial unit must be autochthonous, i.e. it is a product of physical-geographical characteristics of a catchment only.

If the hydrogeographical regional division of the territory should identify the hydrologically homogeneous spatial units and regional value of hydrological response should fulfill the function of the most precise estimate, it is necessary to divide the territory of Slovakia to a reasonable number of small catchments, i.e. catchments with an area below 150 km^2, with the dominance of one morphostructural unit.

Digital network of small catchments of the territory of Slovakia was created according to the quoted principles by an extensive adjustment of digital network of detailed catchments created by the Slovak Environmental Agency in 1997 by digiting the water divides taken from the hydrological maps in scale 1:50 000. Adjusting the network of detailed catchments in GIS ArcView environment the digital layers of contour lines and river network were used as source layers. Number and nature of changes made in the original file (set) of detailed catchments documents the fact, that out of the total number of 4,380 catchments only 1.094 were not adjusted.

Fig. 1. Detailed network of catchments in basin of the Hornád.

Fig. 2 .Types of inter-catchment.

A - inter catchment lacking autochthonous river network, B - inter catchment where the autochthonous river network is mixed with allochthonous stream

Fig. 3. Catchment of Rovnianka a) before generalisation, b) after generalisation.

Fig. 4. Inter catchment in catchment of Hnilec a) before redigitizing b) after redigitizing.

Fig. 5. Network of small catchments in the Hornád basin.

Fig. 6. Overlay of digital layers.

a) of the river network and water divides of detailed catchments, b) of the river network and water divides of small catchments

Tab. 1. Original network of detailed catchments.

Tab. 2. Network of small catchments.

Translated by H. Contrerasová