

**REGIME OF THE FLOODS ON THE LOWER REACH
OF THE MORAVA RIVER DURING THE LAST QUARTER OF A CENTURY***Anna GREŠKOVÁ***Summary**

Extensive floods in July 1997 with water tables risen in places up to the level of hundred years' water convinced us that the problem of floods and flood hazard is still present. The contribution evaluates the Slovak-Austrian section of the river Morava from the viewpoint of occurrence of floods in the period 1970-1995. The station of Moravský Ján was chosen as a representative one as there are gauging records from 1889 and the discharge records from 1922. The causes of floods caused by the Morava should be first of all sought not only in long lasting rains but also the changes induced by anthropic activities within the catchment which contributed to the damage of the original discharge situation.

*Translated by H. Conterasová***Recenzent:** RNDr. Milan Trizna, PhD.**MALÉ POVODIA A DATABÁZA ICH FYZICKOGEOGRAFICKÝCH
CHARAKTERISTÍK – ZÁKLADNÝ PREDPOKLAD
HYDROGEOGRAFICKEJ REGIONÁLNEJ TYPIZÁCIE SLOVENSKA***Eubomír SOLÍN, Marcel ŠÚRI, Anna GREŠKOVÁ***Abstract**

The contribution outlines the basic methodological procedures of creation of a network of small catchments in Slovakia functioning as a classified objects in regional typification procedures and of new possibilities for foundation of data-base of their physical characteristics.

Key words: small catchments, hydrogeographic regional typification, data-base of physical geographical characteristics, GIS

Úvod

Odhad vodohospodársky dôležitých hydrologických charakteristík pre povodia bez hydrologických pozorovaní prostredníctvom regionálnych hydrologických hodnôt je spoľahlivý len vtedy, ak sú hydrologicky homogénne regionálne typy vyčlenené výstižne resp. dostatočne presne. Regionálno-typizačné metódy vychádzajú z filozofie zoskupovania povodí do regionálnych typov, na základe podobnosti ich fyzickogeografických charakteristík a testovania hydrologickej homogenity v ich rámci a heterogenity medzi nimi matematicko – štatistickými metódami. Fyzickogeografické regionálne typy spĺňajúce podmienku hydrologickej homogenity, resp. heterogenity majú potom charakter hydrogeografických regionálnych typov. Regionálna hydrologická odozva reprezentujúca regionálny typ je určená ako stredná hodnota

*RNDr. Eubomír SOLÍN, CSc., RNDr. Marcel ŠÚRI, RNDr. Anna GREŠKOVÁ, CSc.
Geografický ústav SAV Štefánikova 49, 814 73 Bratislava*

z hodnôt hydrologickej odozvy všetkých povodí s hydrologickým pozorovaním tvoriacich hydrogeografický regionálny typ.

Regionálne – typizačné metódy sa najskôr aplikujú v rámci súboru povodí s hydrologickým pozorovaním a ostatné povodia záujmového územia bez hydrologického pozorovania sú potom do identifikovaných hydrogeografických regionálnych typov zaraďované na základe ich fyzickogeografických charakteristík a hodnoty ich hydrologických charakteristík sú odhadnuté prostredníctvom strednej regionálnej hodnoty.

Existencia siete malých (základných) povodí v rámci záujmového územia, plniacich funkciu klasifikovaných objektov spolu s databázou ich fyzickogeografických charakteristík, je preto základným predpokladom pre identifikáciu hydrogeografických regionálnych typov a určenie ich regionálnej hydrologickej odozvy.

V príspevku sú načrtnuté základné metodické postupy tvorby siete malých povodí Slovenska a databázy ich fyzickogeografických charakteristík.

Digitálna sieť malých povodí

Malé povodia sú identifikované tak, aby spĺňali okrem formálnych požiadaviek (priestorová súvislosť jednotiek majúci približne rovnakú veľkosť, žiadne dve sa nemajú prekrývať a všetky dohromady majú úplne pokrývať záujmové územie) aj požiadavku prirodzenej uzatvorenosti hydrologického cyklu a autochtonnosti ich hydrologickej odozvy. To znamená, že povodie má len jeden vstup (zrážky) a jeden výstup (odtok v záverečnom profile) a teda hydrologická odozva je produktom fyzickogeografických vlastností povodia.

Digitálna sieť malých (základných) povodí územia Slovenska spĺňajúcich uvedené požiadavky a plniacich funkciu klasifikovaných objektov v rámci hydrologického regionálneho členenia, bola vytvorená rozsiahlou úpravou (generalizácia, predigitalizácia) siete podrobných povodí, ktorú vytvorila Slovenská agentúra životného prostredia v roku 1997 zdigitalizovaním rozvodníc podrobných povodí vykreslených vo vodohospodárskych mapách v mierke 1:50 000. Generalizáciou a predigitalizovaním pôvodnej siete podrobných povodí sa odstránil jej najväčší nedostatok a to výskyt „otvorených“ povodí s alochtonnou hydrologickou odozvou. Obidve procedúry sa uskutočnili v rámci prostredia GIS-u ArcView.

Pri generalizácii sme vychádzali z pravidla, že povodia základnej siete by mali byť identifikované tak, aby v rámci hierarchických úrovní povodí III., IV., V. a prípadne ďalšieho rádu, spĺňali podmienku uzatvorenosti prirodzeného hydrologického cyklu, neboli príliš heterogénne z hľadiska fyzickogeografických charakteristík a ich plocha nepresahovala cca 100 km². Hydrologické číslovanie tokov je podľa Hydrologických pomerov ČSSR (1965), v rámci ktorých je povodie Dunaja a Visly označované ako 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. Alochtonnosť hydrologickej odozvy povodí, ktorá nebola odstránená v rámci generalizácie, sa odstránila ich predigitalizovaním s použitím podkladových digitálnych vrstiev vrstevníc a riečnej siete, vytvorených z topografických máp mierky 1:50 000.

Databáza fyzickogeografických charakteristík siete malých povodí

Fyzickogeografické charakteristiky sú rozdelené do štyroch základných skupín reprezentujúcich: a) morfológiu reliéfu, b) klimatické pomery, c) substrátovo-pôdne pomery a d) cha-

rakter krajiny pokrývky. Databáza fyzickogeografických charakteristík malých povodí sa vytvára vzájomným prekryvom digitálnych vrstiev jednotlivých tematických skupín fyzickogeografických charakteristík digitálnou vrstvou siete malých povodí v prostredí GIS-u.

a) Morfometrické charakteristiky reliéfu

Množina morfometrických charakteristík reliéfu spolu s hodnotami nadmorskej výšky sa spravidla označuje pojmom digitálny model reliéfu (DMR). Pri tvorbe vstupných údajov potrebných pre výpočet DMR stredných a malých mierok sa najčastejšie používa vektorová digitalizácia vrstevníc z topografických máp. Z teoreticko-metodologického hľadiska najnáročnejšou časťou je výber interpolačných metód. Medzi najkvalitnejšie metódy patrí skupina metód nazývaných globálne bákové splajny. Tieto majú rad vlastností (napr. diferencovateľnosť, flexibilita, lokálne správanie, segmentovateľnosť spracovania), ktoré im umožňujú dosahovať vysokú kvalitu interpolácie a spracovanie neobmedzeného počtu vstupných údajov. Z týchto dôvodov pri tvorbe DMR bol použitý regularizovaný splajn s tenziou kontrolovaný parametrami tenzie a zhladzovania s možnosťou priameho výpočtu morfometrických charakteristík reliéfu (Mitášová a Mitáš 1993) implementovaný v GIS-e GRASS.

DMR celého územia Slovenska doteraz nebol spracovaný v takej forme a kvalite, ktorá by spĺňala aj náročnejšie požiadavky jeho používateľov. Napriek tomu, že na Slovensku už existujú celoštátne DMR v rastrovom formáte s rozlíšením pixla 100 metrov, tieto sa z dôvodu nepostačujúcej kvality a nekonzistencie vstupných údajov a použitých metód pre naše potreby ukázali ako nevyhovujúce (pozri Šúri et al. 1997). Preto sme sa rozhodli použiť DMR novej generácie s rozlíšením pixla 50 metrov (DMR50-SK). DMR50-SK bol spracovaný firmou GeoModel, s.r.o., ktorá ho na účely odvodu databázy charakteristík reliéfu pre malé povodia poskytla (pozri Hofierka et al. 1998).

Vstupný údajový súbor pre výpočet pozostáva z 16 miliónov bodov odvodených z vektorizovaných vrstevníc 137 základných máp 1:50 000 pokrývajúcich územie Slovenska. Súčasťou DMR50-SK sú rastre nadmorských výšok, sklonov, orientácií voči svetovým stranám, normálových krivostí v smere spádnice a normálových krivostí v smere dotyčnice k vrstevnici (posledné dve charakteristiky definujú tvar reliéfu v danom bode). Pre každé malé povodie sme z DMR50-SK vypočítali nasledovné morfometrické charakteristiky reliéfu: priemerná, maximálna a minimálna nadmorská výška povodia (v m n.m.), priemerný sklon (v desatinách stupňa), prevládajúca orientácia voči svetovým stranám (v %).

b) Klimatické charakteristiky

Z klimatických charakteristík sa berie do úvahy priemerný ročný úhrn zrážok, ktorý sa najčastejšie používa pri vyjadrení veľkosti vstupu do hydrologického cyklu. Podkladom pre výpočet priemerného ročného úhrnu zrážok spadnutého na malé povodie je vektorizovaná mapa izohyet v mierke mapy 1:750 000. Spojité údajové pole priemerného ročného úhrnu zrážok bolo vypočítané podobne ako DMR metódou regularizovaného splajnu s tenziou. Výsledný údajový súbor reprezentuje raster s priestorovým rozlíšením pixla 100 metrov. Z príslušnej množiny pixlov je potom pre každé malé povodie určená priemerná ročná hodnota úhrnu zrážok.

c) Substrátovo-pôdne charakteristiky

Vplyv geologického substrátu a pôdy na charakter hydrologickej odozvy povodia, je vyjad-

rený prostredníctvom transmisivity. Transmisivita – prietochnosť, je vlastnosť zvodnenej vrstvy prepúšťať vodu. Koeficient transmisivity T ($m^2 \cdot s^{-1}$) je súčinom dvoch priamo určených hodnôt – koeficienta filtrácie – k ($m \cdot s^{-1}$) a mocnosti zvodnenej vrstvy – M (m). Základným zdrojom informácie pri tvorbe digitálnej mapy transmisivity (Grešková 1997) bola hydrogeologická mapa ČSSR v mierke 1:200 000, ktorá poskytuje dodnes najkompletnejšie informácie o geologických a hydrogeologických atribútoch celého územia Slovenska. V danej mierke a rozlišovacej úrovni boli zachytené areály o veľkosti do $0,5 \text{ km}^2$. Transmisivita každého vyčleneného malého povodia je vyjadrená váženým aritmetickým priemerom.

d) Charakteristiky krajinej pokrývky

Charakteristiky krajinej pokrývky malých povodí sú určované z databázy CORINE Land Cover. Projekt Land Cover je súčasťou programu Európskej únie CORINE a na Slovensku sa uskutočnil v rokoch 1994-1996 (Feranec et al. 1996). Jeho cieľom je vytvoriť konzistentnú a kompatibilnú databázu údajov o krajinej pokrývke Európy v mierke 1:100 000. Metodicky je projekt založený na vizuálnej interpretácii satelitných obrazových máp vytvorených z údajov Landsat TM. Digitálna priestorová databáza Slovenska reprezentuje stav k časovému horizontu ohraničenému rokmi 1989-1992. V zmysle definovanej legendy (Heyman et al. 1994) obsahuje spolu 44 tried (na Slovensku ich bolo identifikovaných 31) hierarchicky usporiadaných do 3 úrovní. Na prvej úrovni je rozlíšených päť základných tried: urbanizované a technizované areály, poľnohospodárske areály, lesné a poloprárodné areály, zamokrené areály a vody.

Pre potreby vytvorenia databázy o krajinej pokrývke malých povodí sú niektoré triedy na tretej hierarchickej úrovni zlúčené a ich percentuálne zastúpenie v malých povodiach je určené tiež s využitím technológie GIS-u.

Podakovanie

Príspevok bol riešený za finančnej podpory grantovej agentúry VEGA v rámci projektu „Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS“ číslo 2/4065/97.

Literatúra:

- FERANEC, J., OŤAHEL, J., PRAVDA, J. (1996): Krajinná pokrývka Slovenska identifikovaná metódou CORINE Land Cover. *Geographia Slovaca*, 11, 95 p.
- GREŠKOVÁ, A. (1997): Digitálna mapa transmisivity horninového prostredia. *Geografický časopis*, 49, 223-229.
- HEYMANN, Y., STEENMANS, CH., CROISILLE, G., BOSSARD, M. (1994): *CORINE Land Cover – Technical Guide*. Office for Official Publications of the European Communities (Luxembourg), 136 p.
- HOFIERKA, J., ŠÚRI, M., CEBECAUER, T. (1998): Rastrové digitálne modely reliéfu a ich aplikačné možnosti. *Zborník z XII zjazdu SGS*, Prešov.,
- MITÁŠOVÁ, H., MITÁŠ, L. (1993): Interpolation by regularized spline with tension, I. Theory and implementation. *Mathematical Geology*, 25, 641-657.
- ŠÚRI, M., CEBECAUER, T., HOFIERKA, J. (1997): Tvorba digitálneho modelu reliéfu Slovenskej republiky. *Geodetický a kartografický obzor*, 43, 257-262

SMALL CATCHMENTS AND DATA-BASE OF THEIR PHYSICAL
CHARACTERISTICS – A BASIC PREREQUISITE
OF THE HYDROGEOGRAPHICAL REGIONAL TYPIFICATION OF SLOVAKIA

Eubomír SOLÍN, Marcel ŠÚRI, Anna GREŠKOVÁ

Summary

The contribution outlines the basic methodological procedures of creation of a network of small catchments in Slovakia and the data-base of their physical characteristics as a basic prerequisite of hydrogeographical typification of Slovakia.

A small catchments should be functioning as a classified objects and should be identified in such a way as to fulfil besides the formal requirements (spatial continuity of the units of approximately the same size without any two of them overlapping and all together covering the area of interest) also the request of natural closeness of hydrological cycle and autochthony of their hydrological response. A network of small catchments in the territory of Slovakia fulfilling the above quoted was created by an extensive adaptation (generalisation, redigitising) of the digital network of even smaller or detailed catchments made by the Slovak Environmental Agency by digitising the water divides of such detailed catchments drawn on hydrological maps in scale 1:50 000. Both procedures were carried out in GIS Arc View environment.

The physical-geographical characteristics of catchments can be classified into four basic groups representing: a) relief morphometry, b) climate, c) substrate and soil, and d) land cover.

The set of morphometric characteristics of catchment relief (mean, maximum, minimum elevation, mean slope and prevailing aspect) was computed from digital model of relief of new generation with pixel resolution 50 m, which was processed by Geomodel company Ltd.

Out of climatic characteristics mean annual precipitation was determined for each small catchment. The input data were derived from isohyets vectorised from 1:750 000 map. The raster data layer with pixel resolution 100 metres was computed from which mean annual catchment precipitation were computed.

Attributes of rocks-soil complex of catchment is expressed by means of transmissivity. The basic information source used for the creation of digital map of transmissivity was the hydrogeological map of ČSSR in scale 1:200 000 which still provides the most complete information on geological and hydrogeological attributes of the whole territory of Slovakia.

Characteristics of land cover for each catchment were derived from the CORINE Land Cover data-base. Digital spatial data-base of Slovakia represents the actual state of land cover in the years 1989-1992. It contains in total 44 classes (31 out of them were identified in Slovakia) hierarchically arranged to three levels. For our purposes several of the classes were amalgamated at the third level and using GIS the percentage of their area extent within the catchments were computed.

Recenzent: Doc. RNDr. Ľudovít Mičian, DrSc.