

LUBOMÍR SOLÍN<sup>1</sup>**NIEKTORÉ ASPEKTY HYDROLOGICKEJ REGIONALIZÁCIE KRAJINY  
VO SVETLE VÝSLEDKOV VÝSKUMU ODTOKOVÉHO PROCESU**

Tubomír Solín: Some Aspects of the Hydrological Regionalization of Landscape in the Light of the Run-off Process Research. Geogr. Čas., 38, 1986, 1; 23 refs.

The aim of this contribution is to point out some aspects of correlation linkages between the properties of surface courses and the landscape components, namely in the way that they show in the light of the results of the run-off process research. The correlation linkages are the basic assumption for delimitating hydrological regions of the landscape, by means of which it is then possible to utilize the results of investigations of run-off changes in consequence of changes in land use forms realized in experiment drainage areas on a regional level and to assure a rational gathering of hydrological data from a basic observation network.

## ÚVOD

Problematika klasifikácie vo výskume povrchových tokov je úzko spätá so samotným charakterom výskumu povrchových tokov, ktorý je zameraný na výskum vzťahov medzi vlastnosťami prírodného prostredia a vlastnosťami povrchových tokov. Takto zameraný výskum rozširuje naše poznatky o vlastnostiach povrchových tokov a napomáha lepšie sa orientovať pri výbere kritérií, na základe ktorých by sme mohli dospieť k preukazateľným korelačným väzbám medzi vlastnosťami povrchových tokov a komponentmi krajiny. Tieto väzby sú dôležité nielen pre zdokonalenie klasifikácie povrchových tokov (rozpracovanie hierarchie klasifikačných kritérií), ale aj pre vyčlenenie hydrologických regiónov krajiny, prostredníctvom ktorých sa má zabezpečiť efektívne využitie výsledkov hydrologického výskumu. Cieľom práce je poukázať na niektoré aspekty korelačných väzieb medzi vlastnosťami povrchových tokov a komponentmi krajiny tak, ako sa javia vo svetle výsledkov výskumu odtokového procesu.

Základy vedeckého výskumu povrchových tokov, t. j. výskum vzájomných vzťahov medzi prírodným prostredím a vlastnosťami tokov, boli položené už v druhej polovici 17. storočia. V tomto období P. Perrault na základe merania zrážok a prietoku v povodí Aigney le Duc, ktoré je čiastkovým povodím Seiny a tiež Marriote, z analýzy zrážok a odtoku na celom povodí Seiny zistili, že

<sup>1</sup> RNDr. Ľubomír Solín, Geografický ústav SAV, Obrancov mieru 49, 814 73 Bratislava.

odtok tvorí 1/6, resp. 1/7 z celkového úhrnu zrážok. Tieto práce nezvrátne dokázali, že zrážky sú schopné produkovať odtok a vyvrátili dovtedy platiacu koncepciu podzemného hydrologického cyklu, ktorá sa používala od čias antického Grécka. Koncepcia, že rieky sú produktom klímy, objavila sa potom na konci 19. storočia aj v prvej klasifikácii povrchových tokov, ktorú vypracoval A. Vojejkov [21] a rozlíšil v nej osem riečnych typov. Na túto klasifikáciu nadviazal F. Koláček [9], ktorý rozlíšil deväť riečnych typov a niektoré typy ďalej rozdelil na podtypy.

V druhej polovici 19. storočia a začiatkom 20. storočia nastalo v hydrologickom výskume povrchových tokov po predošlom období stagnácie určité oživenie, ktoré bolo spôsobené riešením problémov súvisiacich so zásobovaním vodou, urýchlenou eróziou pôdy a výpočtom dimenzií vodohospodárskych stavieb, ktoré vyvolal rast obyvateľstva, rozvoj sídel a dopravy. Uspokojenie týchto požiadaviek si vyžiadalo zakladanie národných zrážkomerných a vodomerých sietí a orientáciu výskumu povrchových tokov na zistenie vplyvu využívania zeme, najmä však na vplyv lesnatosti povodí na vlastnosti tokov. Tým sa začína nová éra vo výskume povrchových tokov, ktorej základ bol položený na Wagon Wheel Gap (1910—1927) a pokračoval na Coweta Hydrologic Laboratory (od r. 1934) a začiatkom 50. rokov sa začali výskumy na Valdajskej experimentálnej stanici. Po r. 1945 nastala značná explózia výskumu na experimentálnych povodiach, keď výskum sa okrem USA, ZSSR rozvíja aj v ďalších krajinách, najmä však vo východnej Afrike. Tento značný rast výskumu na experimentálnych povodiach a najmä úsilie po koordinácii na medzinárodnej úrovni, bol jedným z dôvodov, ktorý viedol r. 1965 k založeniu IHD (International Hydrological Decade). Výsledky, ktoré sa uvedeným výskumom dosiahli, poukazujú na to, že najmenej diskutabilné sú kvalitatívne zmeny odtoku v dôsledku zmien využívania zeme. V posudzovaní kvantitatívneho účinku zmien odtoku v dôsledku zmien vo využívaní zeme, nie je jednotnosť názorov. H. C. Pereira [15] upozorňuje, že výsledky výskumov musia zostať skôr relatívnym porovnaním prietoku, ako priamymi odhadmi spotreby vody vegetáciou. Podobne J. D. Hewlett, A. R. Hibbert [5], zhodnotiac 20-ročné pozorovania Coweta Hydrological Laboratory, poznamenávajú, že výsledky výskumov na experimentálnych povodiach poskytli dostatok dôkazov, že prietok sa môže zmeniť, ak sa zmení vegetačná pokrývka, ale nebudeme úspešní v predpovedaní kvantitatívnych prírastkov vody vyrúbaním lesa, pokiaľ niekoľko hlavných faktorov ovplyvňujúcich prírastky vody nebude identifikovaných a usporiadaných v poradí ich logického vplyvu na odtok pred a po vyrúbaní lesa.

Napriek prehĺbeniu poznatkov o formovaní odtoku v povodí, klasifikácia povrchových tokov je aj naďalej spojená predovšetkým s analýzou vplyvu klimatických faktorov na režim odtoku [2, 14].

#### KONCEPCIE ODTOKU Z POVODIA

Interpretácia výsledkov z experimentálnych povodí prostredníctvom hydrologických charakteristík pred zásahom do využívania zeme a po zásahu síce poskytuje určitú informáciu o zmene hydrologických charakteristík v dôsledku využívania zeme, ale nehovorí nič o zmene mechanizmu formovania odtoku,

ktorý vyvoláva zmeny hydrologických charakteristik. Objasníť mechanizmus odtoku ako prostriedku na vedecky odôvodnené zásahy do krajiny za účelom zmeny jej odtokového režimu sa pokúsil R. E. Horton [6] vytvorením prvej ucelenej koncepcie odtoku tzv. modelu povrchového odtoku (overland flow model). Podstatu modelu tvorí Hortonova infiltračná teória, podľa ktorej dažď, ktorý spadne na povodie, infiltruje do pôdy a postupne dosahuje hladinu podzemnej vody. Prúdením podzemnej vody do potokov a riek sa formuje podzemný odtok ako základná zložka celkového odtoku riek a potokov. Ak intenzita dažďa presahuje infiltračnú kapacitu pôdy, dažďová voda sa zhromažďuje najskôr na povrchu pôdy a nasledovný odtok sa uskutočňuje po povrchu pôdy najskôr ako plošný odtok, ktorý sa neskoršie koncentruje do potôčikov a potokov, aby vytvoril povrchovú zložku celkového odtoku. Typické rýchlosti prúdenia pre povrchový odtok sa udávajú 200—300 m/h. Na základe tejto teórie sa celkový odtok delí na povrchový odtok a podzemný alebo základný odtok. Uvedený model predpokladá, že na vytváraní odtoku sa zúčastňuje priamo celé povodie.

Spoznanie, že povrchový odtok nie je pozorovaný v mnohých regiónoch sveta, že intenzita dažďa zriedka prevyšuje infiltračnú kapacitu pôdy, že horizontálne prúdenie vody sa môže vyskytnúť aj nad hladinou podzemnej vody, ale pod povrchom pôdy, viedlo k sformovaniu koncepcie podpovrchového odtoku (interflow alebo throughflow model). Podpovrchovým odtokom sa rozumie prúdenie vody, ktoré sa uskutočňuje medzi povrchom pôdy a zónou trvalého nasýtenia. Niektorí autori, napr. M. J. Kirkby [7], obmedzujú podpovrchový odtok len na pôdny profil, na rozhranie pôdneho horizontu A s pôdnym horizontom B. V tejto zóne v dôsledku zníženia priepustnosti pôdy nemôže voda prenikať dostatočne rýchlo do hlbších pôdnych horizontov a nastáva odklon od vertikálneho pohybu smerom k pohybu horizontálnemu. Rýchlosť podpovrchového prúdenia sa udáva 20—30 cm/h. Berúc do úvahy existenciu podpovrchového odtoku, celkový odtok sa delí na povrchový, podpovrchový a podzemný. Uplatnenie povrchovej alebo podpovrchovej formy odtoku závisí od konkrétnych fyzickogeografických podmienok. Podľa [7] rozhodujúca úloha pri výskyte jednotlivých foriem odtoku pripadá vegetácii, ktorá svojim vplyvom na zvýšenie infiltrácie a eliminácie nárazu dažďových kvapiek na povrch pôdy, zabráňuje výskytu povrchového odtoku. Ďalšia forma odtoku — saturation overland flow [7] alebo — return flow [3] vzniká za podmienok dlhotrvajúcich dažďov a prítomnosti podpovrchového odtoku, ktorý nie je schopný dostatočne rýchlo odvádzať prichádzajúcu zrážkovú vodu alebo, ak hladina podzemnej vody je blízko pod povrchom. Za daných podmienok sa hromadí zrážková voda v hlbších vrstvách pôdneho horizontu, a tým postupne nasycuje celý pôdny horizont smerom od spodu, ktoré v prípade, že dosiahne povrch pôdy, spôsobuje povrchový odtok označovaný, ako sme už uviedli, saturation overland flow, alebo return flow.

Koncepcia, že celé povodie prostredníctvom rôznych foriem odtoku sa priamo zúčastňuje na formovaní odtoku v riečnom koryte, ukázala sa ako neudržateľná. Jej nedostatky sa prejavili hlavne pri výskume odtoku zo zrážok, ktorého prejavom je hydrograf prietokovej vlny. Vytvorenie prietokovej vlny bez toho, že by sa pozoroval výskyt povrchového odtoku na prevažnej väčšine povodia, že podpovrchový odtok na základe svojich vlastností v takom krátkom čase nie je schopný vytvoriť prietokovú vlnu, že objem odtoku zo zrážok tvorí

len malý podiel z celkového zrážkového množstva spadnutého na povodie, viedlo k sformovaniu koncepcie prispievajúcich oblastí (contributing areas) [1, 3, 5, 7, 16, 17, 23]. Základom koncepcie je myšlienka, že na formovaní prietokovej vlny v riečnom koryte sa nepodieľa celé povodie, ale len niektoré jeho časti. Uvedená koncepcia sa v súčasnosti najviac uplatňuje pri objasňovaní odtoku zo zrážok. Ktoré plochy povodia prispievajú k vytváraniu zrážkového odtoku? Podľa väčšiny autorov sú to tieto časti povodia: plocha samotných riečnych koryt, oblasti nasýtených alebo takmer nasýtených pôd susediacich s korytom rieky, ostatné plochy povodia, ktoré sú schopné produkovať povrchový odtok v dôsledku špecifických geomorfologických, geologických, hydrologických a pôdnych podmienok. Výskumy ukázali, že tieto plochy nie sú konštantné, ale majú dynamický charakter. Menia sa v závislosti od sezónnosti, medzi jednotlivými dažďami, ako aj počas dažďa v závislosti od jeho intenzity a trvania.

Určitá nejednotnosť názorov existuje na formu odtoku, ktorá sa najviac zúčastňuje na vytváraní zrážkového odtoku. Inými slovami, ktorá forma odtoku je schopná spôsobiť odtok zo zrážok, ktorého prejavom je hydrograf prietokovej vlny. M. J. Kirkby, R. J. Chorley [8, pp. 8] uvádzajú, že „... podpovrchový odtok je schopný produkovať vrcholy prietokovej vlny v odtokovom hydrografe rieky“. M. J. Kirkby [7, pp. 225]: „Voda zo zrážok väčšinou prostredníctvom podpovrchového odtoku je zodpovedná za vysoký a nízky stav v rieke“. J. C. Rodda, R. A. Downing, F. M. Law [16, pp. 141]: „Horské svahy pôsobia ako nádrže, ktoré spôsobujú vznik základného odtoku. Rýchlosť prúdenia cez pôdnu zónu je príliš malá, než aby produkovala odtok zo zrážok“. Na základe výskumu zrážkového odtoku na malom povodí T. Dunne, D. R. Black [3] dospeli k týmto záverom:

1. v horských povodiach Vermontu veľkú časť zrážkového odtoku produkujú odtoky z malých nasýtených plôch v blízkosti potokov,

2. dôležitosť plochy ako zdroja zrážkového odtoku závisí od jej schopnosti produkovať povrchový odtok,

3. veľkosť a všeobecné tvary hydrografov z povodí 1. rádu sú kontrolované zrážkami, ktoré spadnú priamo na tok a na mokré oblasti pozdĺž toku a v jeho pramennej oblasti,

4. keďže tieto oblasti nedovoľujú žiadnu alebo len veľmi malú infiltráciu zrážkovej vody, reakcia odtoku z nich má dve veľmi dôležité charakteristiky: pomer odtoku k zrážkam je blízky číslu jedna a odtok z týchto oblastí je extrémne citlivý na zmeny intenzity zrážok,

5. podpovrchové prúdenie sa ukázalo príliš malé a príliš oneskorené a necitlivé k zmenám intenzity zrážok, než aby vysvetlilo náhly vzrast a pokles prietoku.

Pri interpretácii údajov o odtoku z prietokových hydrografov musíme mať neustále na zreteli, že ako odtok postupuje smerom k ústiu, zásoby vody v koryte hlavnej rieky redukovujú citlivosť odtoku na zmeny zrážok. Individuálne vrcholy hydrografu strácajú svoju totožnosť a výsledný hydrograf je riadený zásobou vody a transformáciou v koryte. Hydrografy z väčších povodí majú jednoduchšie tvary a dlhé klesajúce vetvy odrážajúce odovzdávanie vody z riečného systému, ktorú dodávajú tomuto systému malými odtok produkujúcimi plochami [3, pp. 1310].

Základným predpokladom vyčleňovania hydrologických regiónov krajiny je získanie preukazateľných korelačných väzieb medzi komplexným pôsobením krajinných faktorov a vlastnosťami povrchových tokov. Regióny vyčlenené takýmto spôsobom sú potom prostriedkom pre racionálne rozmiestnenie pozorovacích objektov na tzv. reprezentatívnych povodiach a zároveň vymedzujú priestorovú platnosť korelačných väzieb. Problém korelačných väzieb medzi komplexným pôsobením krajinných faktorov a vlastnosťami povrchových tokov zisťovaných matematickými metódami však nebol doteraz uspokojivo vyriešený. I v krajinách, ktoré doteraz najviac pokročili v rozpracovaní koncepcie celonárodnej siete reprezentatívnych povodí [Austrália [4] a Nový Zéland], vyčlenenie hydrologických regiónov sa neuskutočnilo na základe korelačných väzieb, ale sa pristúpilo k vyčleneniu fyzickogeografických regiónov a k ich charakterizovaniu hydrologickými údajmi. Druh a kvalita hydrologických údajov v prípade Austrálie, hodnoty prietokového hydrografu, boli určené použitím zrážkovo-odtokového deterministického modelu. Na Novom Zélande sa použili priemerné mesačné a ročné prietoky. Posúdenie vplyvu krajiny na vlastnosti povrchových tokov prostredníctvom charakterizovania fyzickogeografických regiónov štatistickými hodnotami prietoku alebo hodnotami vyjadrujúcimi určitú sezónnosť prietokov sa použilo aj v prácach [18, 19]. Takýto trend vedie však k potláčaniu predikčnej funkcie hydrologických regiónov a k orientácii na jednoduché zobrazenie priestorovej diferenciácie vlastností povrchových tokov, pričom genetické väzby sú viacmenej intuitívne predpokladané než explicitne dokázané.

Posúdenie komplexného vplyvu krajinných faktorov na vlastnosti povrchových tokov si vyžaduje získanie korelačných väzieb medzi vlastnosťami krajiny a režimovými a transformačnými charakteristikami povrchových tokov. Relatívne uspokojujúce, preukazateľné korelačné väzby sa získali medzi režimovými charakteristikami povrchových tokov a režimom klimatických prvkov a reliéfom [2, 14]. Problém spočíva predovšetkým v získaní preukazateľných korelačných väzieb medzi transformačnými charakteristikami povrchových tokov (vyjadrujú, aké množstvo zrážok z celkového zrážkového úhrnu spadnutého na povodie odtieklo formou priameho odtoku v povrchových tokoch, aké množstvo sa zadržalo v pôdnom profile, prípadne aké množstvo doplnilo zásoby podzemných vôd) a vlastnosťami krajiny. Určenie týchto charakteristík, ako aj zisťovanie ich podmieňujúcich faktorov logicky vyplýva z postavenia krajiny v hydrologickom cykle, v ktorom krajina plní funkciu transformácie zrážok do odtokového hydrografu. Transformačnú funkciu krajiny môžeme vyjadriť buď podielom priameho odtoku zo zrážok spadnutých na povodie, alebo podielom priameho odtoku na celkovom odtoku. Pre určenie priameho odtoku môžeme využiť metódy spomenuté v prácach R. K. Linsley, M. A. Kohler, J. L. H. Paulhus [10], O. Mendel [12], L. Molnár [13], J. F. Woodruff, J. D. Hewlett [22].

Pri výskume korelačných väzieb medzi podielom priameho odtoku na zrážkovom úhrne, resp. na celkovom odtoku, treba vychádzať z výsledkov výskumu na experimentálnych povodiach, ktorý je zameraný na mechanizmus formovania odtoku zo zrážok v povodí a ktorý vyústil do sformovania koncepcie prispievajúcich oblastí. Základné tendencie uvedeného výskumu sme rozobraji

v predošlej časti príspevku. Využitelnosť výsledkov výskumu na experimentálnych povodiach, zameraného na výskum častkových hydrologických procesov (intercepcia, infiltrácia, evapotranspirácia), resp. na zmeny odtoku v dôsledku zmien foriem využívania zeme je vzhľadom na to, že v regionálnom meradle vychádzame z priemerných denných hodnôt odtokového hydrografu a nie z hodnôt individuálnych prietokových vln, značne obmedzené.

Na základe výsledkov výskumu z experimentálnych povodí, veľkosť priameho odtoku je predovšetkým funkciou zrážok a schopností rôznych plôch povodia produkovať povrchový alebo podpovrchový odtok. V regionálnom meradle korelačné väzby medzi priamym odtokom a jeho podmieňujúcimi faktormi, zistené na experimentálnych povodiach, sú komplikované pôsobením ostatných faktorov prírodného prostredia v dôsledku toho, že povodia sú na rôznom substráte, majú rôzne typy pôd, vegetačné spoločenstvá, rôzny úhrn zrážok, rôznu nadmorskú výšku, sklon atď. Takisto tieto väzby v regionálnom meradle sú značne tlmené i z dôvodu uvažovania priemerných hodnôt odtokového hydrografu namiesto hodnôt individuálnych prietokových vln. Ako však ukazujú výsledky, schopnosť povodia produkovať priamy odtok, vychádzajúci pri určovaní priameho odtoku z priemerných denných hodnôt odtokového hydrografu, v regionálnom meradle je v prvom rade funkciou substrátu. Napríklad J. F. Woodruff, J. D. Hewlett [22] pri výbere podmieňujúcich faktorov, resp. ich charakteristík priameho odtoku a jeho podiele na zrážkovom úhrne, vychádzali predovšetkým z morfolometrických charakteristík povodí. Negatívny výsledok korelácie prekvapil ich samých a dospeli k presvedčeniu, že odtok zo zrážok je síce výsledkom komplexného pôsobenia celého radu prírodných faktorov, ale v regionálnom meradle rozhodujúcu úlohu hrá substrát. Tento názor potvrdzujú aj výsledky našich výskumov zameraných na podiel priameho odtoku na celkovom odtoku (rukopis kandidátskej dizertačnej práce). Pre posúdenie priestorovej diferenciacie podielu priameho odtoku na zrážkach, resp. na celkovom odtoku v rámci rôznych substrátových komplexov, treba vziať do úvahy okrem ďalších faktorov regionálneho významu (napr. zrážky), aj faktory, ktoré sa viažu na samotné povodie (veľkosť a tvar povodia, hustota riečnej siete, formy využívania zeme, sklon povodia, výškové rozptätie, atď.). Z toho potom vyplýva, že k hydrologickým regiónom krajiny, ktoré by odrazili priestorovo diferencovanú schopnosť krajiny transformovať zrážky do odtokového hydrografu, by sa malo dospieť skôr cestou zlučovania povodí do väčších priestorových jednotiek — regiónov, ako cestou rozčleňovania krajiny na menšie priestorové jednotky. Povodie v sebe obsahuje tak faktory regionálneho významu, ako aj faktory týkajúce sa samého povodia, kým pri rozčleňovaní krajiny na regióny vlastnosti povodia sa neberú do úvahy.

## ZÁVER

Vyčleňovanie hydrologických regiónov krajiny na základe komplexného pôsobenia krajinných faktorov na vlastnosti povrchových tokov je spojené so získaním preukazateľných korelačných väzieb medzi vlastnosťami krajiny a režimovými a transformačnými charakteristikami povrchových tokov. V príspevku sme poukázali na to, že transformačné charakteristiky povrchových tokov (podiel priameho odtoku na zrážkach, resp. na celkovom odtoku) na

základe výsledkov výskumu na experimentálnych povodiach je predovšetkým funkciou zrážok a schopnosti povodia produkovať priamy odtok. V regionálnom meradle táto schopnosť je predovšetkým funkciou substrátu. Transformačné charakteristiky povrchových tokov okrem toho, že sú funkciou faktorov regionálneho významu (substrát, zrážky), závisia aj od faktorov týkajúcich sa samého povodia, čo vedie k tvrdeniu, že k hydrologickým regiónom krajiny, ktoré by odrazili priestorovo diferencovanú schopnosť krajiny transformovať zrážky do odtokového hydrografu, malo by sa dospieť cestou zlučovania povodí do väčších priestorových jednotiek.

#### LITERATÚRA

1. BETSON, R. P.: What is watershed runoff? *Journal of geophysical research*, 69, 1964, pp. 1541—1552. — 2. DUB, O.: Všeobecná hydrológia Slovenska. Bratislava 1954. — 3. DUNNE, T., BLACK, D. R.: Partial area contribution to storm runoff in small New England watershed, *Water resources research*, 6, 5, 1970, pp. 1196—1311. — 4. FLEMING, P. M.: The australian representative basin program, *Journal of hydrology* [N. Z.], 13, 1, 1974, pp. 21—31. — 5. HEWLETT, J. D., HIBBERT, A. B.: Factors affecting the response of small watershed to precipitation in humid areas, In: SOPPER, W. E., LULL, H. W. (ed.): *Proc. Int. Symp. on Forest Hydrology*, 1967, pp. 275—290. — 6. HORTON, R. E.: The role of infiltration in hydrological cycle, *Trans. AGU*, 14, 1933, pp. 446—460. — 7. KIRKBY, M. J.: Infiltration, throughflow and overland flow, In: CHORLEY, R. J. (ed.): *Water, earth and man*, Methuen, London 1969. — 8. KIRKBY, M. J., CHORLEY, R. J.: Overland flow, throughflow and erosion, *IASH bul.*, 12, 1967. — 9. KOLÁČEK, F.: Systém vodných toků. Přír. fakulta, Brno 1925. — 10. LINSLEY, R. K., KOHLER, M. A., PAULHUS, J. L. M.: *Hydrology for engineers*, McGraw — Hill Book Co. New York 1958.

11. LVOVIČ, M. I.: Elementy vodnogo režima rek zemnogo šara, *Gidromet*, 1964. — 12. MENDEL, O.: K otázke určenia priameho odtoku separáciou prietokových vln, *Vodohosp. Čas.*, 21, 3—4, 1973. — 13. MOLNÁR, L.: Určenie priameho odtoku z prietokových vln, *Vodohosp. Čas.*, 18, 2, 1970. — 14. PARDE, M.: Fleuves et rivières, Paris 1955. — 15. PEREIRA, H. C.: Research into effect of land use on streamflow, *Proc. and trans. of Rhodesia scientific association*, 1964. — 16. RODDA, J. C., DOWNING, R. A., LAW, F. M.: *Systematic hydrology*, Butterworth and Co, London 1976. — 17. SLUPIK, J.: Rola stoku w kształtowaniu odpływu w Karpatach fliszowych, *Prace geograficzne*, 142, 1981. — 18. SOPPER, W. E., LULL, M. W.: Stream flow characteristics of physiographic units in the Northeast, *Water resources research*, 1, 1, 1965, pp. 115—124. — 19. TARÁBEK, K., MAZÚR, E., PORUBSKÝ, A.: Stanovenie kritérií pre regionalizáciu povrchových a podzemných vôd a vypracovanie máp vo vybraných územných celkoch na Slovensku. Správa za kontrolovateľnú etapu 04, *Geografický ústav SAV*, Bratislava 1984. — 20. TOEBES, C.: The planning of representative and experimental basin networks in New Zealand, In: *Symp. of Budapest. Representative and experimental areas*, vol. 1. IASH publ. 66, 1965, pp. 147—162.

21. VOJEJKOV, A.: *Klimate der Erde*, Jena 1887. — 22. WOODRUF, J. F., HEWLETT, J. D.: Predicting and mapping the average hydrological response for the Eastern United States, *Water resources research*, 6, 5, 1970, 1312—1325. — 23. YASUHARA, M.: Watershed response to a storm rainfall, *Sci. Rept., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba. Sect. A*, 5, 1984.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТА  
В СВЕТЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СТОКА

Проблема классификации при исследовании поверхностных водотоков тесно связана с самым характером исследований поверхностных водотоков, ориентированных на исследование связей свойств природной среды и свойств поверхностных водотоков. Таким образом направленные исследования расширяют наши знания о свойствах поверхностных водотоков и сопутствуют лучшему выбору критериев, на основе которых можно выявить отчетливые корреляционные связи между свойствами поверхностных водотоков и компонентами ландшафта. Эти связи важны не только для усовершенствования классификации поверхностных водотоков (для разработки иерархии классификационных критериев), но и для выделения гидрологических регионов, посредством которых можно обеспечить использование результатов изменений стока в результате изменений форм использования земель в региональном масштабе, а также осуществить рациональное размещение объектов наблюдения основной наблюдательной сети.

Корреляционные связи, выявленные при исследовании изменений стока в результате изменений форм использования земель в экспериментальных бассейнах, в региональном масштабе теряют свою действенность вследствие того, что они усложняются под воздействием остальных факторов природной среды, влияние которых при исследованиях в экспериментальных бассейнах не учитывается. Для осуществления научно обоснованных вмешательств в ландшафт, с целью получения изменений в его сточном режиме, необходимо исследования осуществлять в бассейнах отдельных гидрологических регионов, полученных в результате группирования бассейнов на основе их почвенно-растительной структуры. Таким путем можно было бы осуществить создание общенациональной сети экспериментальных бассейнов. Экстраполяция результатов могла бы осуществляться лишь в рамках отдельных гидрологических регионов.

В связи с внедрением автоматического сбора гидрологических данных возникает проблема рационального размещения автоматических станций и проблема экстраполяции данных на те бассейны, где такие наблюдения не проводятся. Основной предпосылкой для решения данных проблем является подразделение ландшафта на гидрологические регионы, выделенные на основе отчетливой корреляции между комплексным воздействием ландшафтных факторов и свойств поверхностных водотоков. Проблема корреляционных связей между комплексным воздействием ландшафтных факторов и свойствами поверхностных водотоков, выявляемыми статистическими методами, до сих пор не является решенной удовлетворительно. Вследствие этого на практике выделяются физико-географические регионы, охарактеризованные гидрологическими данными. Такое понимание гидрологических регионов, однако, ведет к подавлению их предикативной функции и к ориентировке на простейшее отображение пространственной дифференциации свойств поверхностных водотоков, причем генетические связи являются лишь в большей или меньшей степени интуитивно предполагаемыми, нежели доказанными на деле.

Для оценки комплексного влияния ландшафтных факторов на свойства поверхностных водотоков и для исследования корреляционных связей необходимо осознать, что свойства поверхностных водотоков не являются лишь результатом влияния факторов регионального значения (климатические, растительные, почвенные, субстратные, морфологические), а также результатом влияния факторов, приуроченных к самому бассейну (размер и форма бассейна, площадь снабжающих областей, формы использования земель, густота речной сети и т. п.). Из этого вытекает, что при выделении гидрологических регионов надо идти предпочтительно путем объединения бассейнов в более крупные единицы — регионы, нежели путем разведения на более мелкие пространственные единицы. Бассейн содержит в себе как факторы, касающиеся самого бассейна, так и факторы регионального значения, тем временем как при подразделении (разведении) ландшафта на регионы свойства бассейна не учиты-



ваются. Оказывается целесообразным, чтобы выбор гидрологической характеристики (при исследовании корреляционных связей), отражающей влияние ландшафтных факторов как регионального значения, так и касающихся самого бассейна, исходил из роли ландшафта в гидрологическом цикле, в котором ландшафт выполняет функцию трансформирования осадков до сточного гидрографа. Такой характеристикой является доля прямого стока в суммарном стоке и доля прямого стока в сумме осадков. Отбор обуславливающих факторов или же их характеристик, учитывающий факторы регионального значения так же как и факторы касающиеся собственно бассейнов, должен отвечать современным знаниям формирования стока в бассейнах, т. е. исходить из концепции снабжающих областей.

Перевод: Л. Правлова

Tubomír Solín

## SOME ASPECTS OF THE HYDROLOGICAL REGIONALIZATION OF LANDSCAPE IN THE LIGHT OF THE RUN-OFF PROCESS RESEARCH

The problems of classification in the surface courses research are closely connected with the very character of surface courses research, which is aimed at investigation of relationships between the properties of natural environment and those of surface courses. A research directed in such way extends our knowledge of the properties of surface courses and helps in orientation in choosing criteria, on the basis of which we could arrive at demonstrable correlation linkages between the properties of surface courses and the components of landscape. These linkages are significant not only for improvement of the classification of surface courses (a working out of the hierarchy of classification criteria), but also for delimitation of hydrological regions, by means of which utilization of the results of run-off changes in consequence of changes in land use forms on a regional level as well as rational distribution of the objects of basic observation network should be assured.

The correlation linkages ascertained in investigating the changes in run-off in consequence of the changes in land use forms in experimental drainage areas in the regional level lose their validity in consequence of the fact that they are complicated due to the other factors acting in the natural environment, while in investigations in experimental areas their influence is eliminated. That is why it is necessary to assure investigation in representative drainage areas of the individual hydrological regions of the landscape for scientifically reasonable interventions to be realized in the landscape owing to the change of run-off regime on regional level. These regions can be delimited by grouping of the drainage areas on the basis of their soil-vegetation structure. In this way a whole-territorial network of experimental drainage areas can be made. An extrapolation of results could be realized only within the individual hydrological regions.

In connection with automatic gathering hydrological data the problem of a rational distribution of automatic stations as well as the problem of extrapolating the data gained from the drainage areas monitored in this way to those where observations are missing. The basic assumption in solving the problems mentioned is a landscape divided into hydrological regions on the basis of demonstrable correlation between the complex acting of landscape factors and the properties of surface courses. The problem of correlation linkages between the complex acting of landscape factors and the properties of surface courses ascertained by statistical methods has not yet been solved satisfactorily so far. In consequence of this fact physico-geographical regions are delimited in practice and characterized by hydrological data. Hydrological regions conceived in this way leads, however, to subduing their predictational function

as well as to an orientation to a simple illustration of spatial differentiation of the properties of surface courses, the genetic linkages being more-or-less intuitively presupposed than explicitly proved.

For judging the complex influence of landscape factors on the properties of surface courses and for investigating the correlation linkages it is necessary to be aware of the fact that the properties of surface courses are not only the result of influence of factors of a regional significance (climatic, vegetational, those of soil, substrate, morphological ones), but also the result of factors bound to the drainage area proper (size and shape of the drainage area, size of contributing areas, forms of land use, density of river pattern, etc.). From this it results that the hydrological regions of landscape are delimitable in the way of amalgamating of drainage areas into larger spatial units, i. e. into regions, more than in the way of dividing the landscape into smaller spatial units. A drainage area comprises *in se* both the factors concerning the drainage area proper and those of a regional significance, while in the landscape, when divided into regions, the properties of a drainage area are not taken into consideration. A selection of hydrological characteristics in investigating the correlation linkages, which could reflect the influence of landscape factors of both regional significance and those concerning the drainage proper, should go out from the position of the landscape within the hydrological cycle, in which the landscape exerts a function of transforming precipitation into the run-off hydrograph. Such characteristics are both the share of direct run-off in the total one and the share of direct run-off in the precipitation sum. The selection of conditioning factors, or also that of their characteristics, which takes into consideration both the factors of a regional significance and those concerning the drainage areas proper, should correspond to the present-day knowledge of the run-off being formed within the drainage area, i. e. it should go out from the conception of contributing areas.

Translated by A. Krajčír