

## OBJEKT SUVREMENE HIDROGEOGRAFIJE I BITNI ASPEKTI PROUČAVANJA VODE\*

JOSIP RIDANOVIĆ

### OBJEKT HIDROGEOGRAFIJE JE HIDROSFERA

Suvremeni pojam hidrosfere obuhvaća svu »slobodnu« vodu (Zemlje) koja se može gibati pod utjecajem sile teže i pod uplivom topline Sunca u širokom rasponu od površja (razine) Plašta, to jest Mohorovičićeve plohe diskontinuiteta do najviših slojeva atmosfere. Za gornju granicu atmosfere uzima se visina 2 000 km, ali 90% vlage (vode) je u dijelu do 5 km. Voda u atmosferi<sup>1</sup> prema podrijetlu i ulozi u gibanju<sup>2</sup> također je dio hidrosfere.

Gibanje vode započinje isparavanjem s mora i nastavlja preko zraka do kopna i ponovno dospjeva do mora – objedinjavajući i povezujući međusobno more – s ostalom vodom na kopnu. U hidrogeografiji izučava se stoga cjelovito i u međuzavisnosti more s ostalom vodom na Zemlji.

Hidrogeografija dio je geografije. Kod proučavanja vode polazi se od njenog životnog značenja. Objekt hidrogeografije zasniva se na dva načela: Prvo, sveobuhvatnosti vode (univerzalnost) i drugo, cjelovitosti vode (integralnost).

### NAČELO SVEOBUHVATNOSTI VODE

Načelo sveobuhvatnosti proistječe iz činjenice što je voda univerzalna tvar i nosilac života. Život se na našem planetu očituje u postojanju i održanju organizama uz pomoć vode. Primjerice biljke mogu uspijevati bez tla, ali ne i bez vode. Čovjek može dulje izdržati glad nego žeđ, jer već kod gubitka četvrtine tjelesne tekućine (uglavnom vode) gasi se život i nastupa smrt. Potreba mliječnog goveda kreće se oko 50 litara vode na dan... Sličnih primjera ima vrlo mnogo, ali već navedeni ističu uvjerljivo da je voda najznačajnija prehrambena sastojina, posebice za ljude, a zatim i za sve ostale organizme. Sveobuhvatnost vode najbolje dolazi do izražaja u životnim procesima, jer tamo gdje je voda, tamo je i život...

### NAČELO CJELOVITOSTI VODE

Voda je u prirodi vrlo različito raširena, ima je na površini kopna, u podzemlju, na svim geografskim širinama i u svim agregatnim stanjima, u morskim bazenima, u mlakama, zatim u ledenjacima i u atmosferi, dakako i u tekućicama. Iz takvog razmještaja i različitih agregatnih stanja vode proistječu specifična pojavljivanja vode. To je vjerojatno utjecalo da se hidrosfera definira »kao isprekidani omotač« (L'vovič, M.I., 1974). Bez obzira na razmještaj, položaj, udaljenost i agregatno stanje pojavljivanje vode je u stalnoj međusobnoj vezi i odražava cjelovitost, koja se uspostavlja grandioznim procesom trajnog gibanja vode. Cjelovitost vode potvrđuje se i njenim univerzalnim svojstvom, to jest, mogućnostima promjene agregatnih stanja (tekuće, kruto i plinovito) bez ikakvih gubitaka. Geografski smisao u proučavanju (istraživanju) vode očituje se u cjelovitosti vode, kao integralnom sastavnom dijelu života.

**Metode proučavanja** (istraživanja) u suvremenoj hidrogeografiji obuhvaćaju kompleksan prikaz vode u relacijama i korelacijama, to jest, povratnoj sprezi međusobnih odnosa s jedne strane između vode i elemenata prirodne podloge i s druge strane između vode i činitelja društveno-povijesnog i gospodarsko-političkog razvitka, kao i njihovih pojedinačnih ili zajedničkih utjecaja na vodu (Sl. 1.).

Klima utječe na vodu, ali i voda utječe na klimu. Voda utječe na reljef, ali i reljef utječe na vodu; toliko iz sfere prirode. Voda utječe na stanovništvo i obrnuto stanovništvo utječe također na vodu, voda utječe na privredu, odatle naziv vodoprivreda, ali privreda i te kako utječe na vodu; to bi bili reprezentativni primjeri iz sfere društveno-ekonomskih djelatnosti...

U hidrogeografiji daje se sveobuhvatan pregled vode u službi planskog gospodarstva za potrebe suvremenog društva. U hidrogeografskim radovima preuzimaju se hidrološke veličine i pomoću njih valorizira voda u odgovarajućim geografskim krajolicima.

\* Recenzent prof. dr. Tomislav Segota

Utjecaj vode na preobrazbu pojedinih dijelova Zemljine površine vrlo je značajan, ali njihovo odlučujuće – životno – značenje dolazi do izražaja u svakodnevnim potrebama sve brojnijeg pučanstva. Opskrba pitkom vodom stalno rastućeg stanovništva i mnogih novih industrija postali su imperativ današnjice i jedan od najvećih zadataka, ponekad i briga, suvremenog društva. Težište je u istraživanju onog dijela vode u podzemlju koja se upotrebljavaju za opskrbu ljudi (populacije) i industrije. S tim u vezi nameće se nužnost hidrološke regionalizacije, ali na geografskim osnovama i regionalnom principu, jer se na taj način može geografski najadekvatnije i u praksi najsvrhovitije pristupiti rješavanju gorućih teškoća današnjice.

Prema gotovo svim standardima geografske metodologije voda spada u grupu elemenata prirodne osnove, ali voda je izravno i cjelovito povezana sa životom na Zemlji, ponajviše uz stanovništvo i tako je od šireg društvenog interesa, jer ima prvorazredno socio-ekonomsko značenje. Voda se ne bi smjela više smatrati samo kao element, to jest, kao dio tzv. fizičke geografije, a niti je se smije uključiti jednostavno u društveno-ekonomski dio geografije. **Voda je integralni dio geografije**, jer širinom ili svestranošću objekta i bezbrojnim mogućnostima primjene odražava kompleksnost ili sveobuhvatnost, a svojom cjelovitošću optimalan je dokaz i najbolji primjer jedinstvenosti suvremene geografije (Ridanović, J., 1968).

## BITNI ASPEKTI SUVREMENE HIDROGEOGRAFIJE

U hidrogeografiji na sadašnjem stupnju društveno-ekonomskog razvitka postavlja se težište na svrhovitijem gospodarenju vodom. Poželjno je stoga upoznati glavne aspekte proučavanja (istraživanja) suvremene hidrogeografije.

### 1. HIDROMETEOROLOŠKI ASPEKT

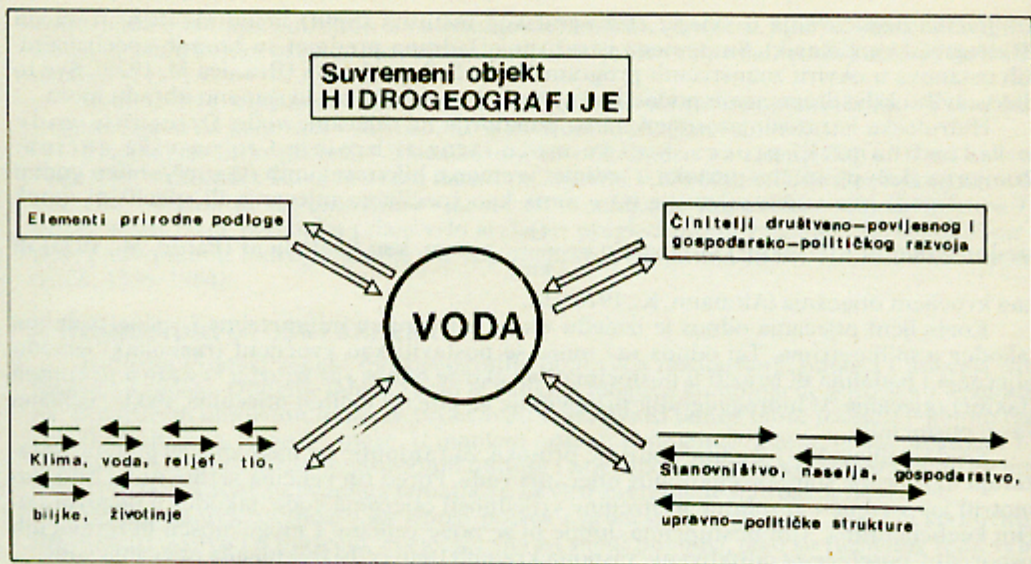
Hidrometeorološki elementi (kiša, snijeg, tuča . . .) prvotan su i glavni izvor vode. Mjerenjem i mjerenjem u meteo- i klimatološkim stanicama dobivaju se kvantitativne vrijednosti hidrometeoroloških elemenata. (Meteorološki godišnjak I i II). Za »standardni period« prihvaćeno je 30-godišnje razdoblje. Najčešće se daju podaci za posljednji vremenski projek, primjerice 1931–1960, ali poželjna je usporedba i s prošlim razdobljem (1901–1930). Temeljni elementi su padaline, temperature, zračenje (radijacija), vjetar . . . S hidrometeorološkog stajališta voda u atmosferi je od posebnog značenja. Uputno je zbog toga razmotriti ponajprije raspodjelu srednje godišnje količine padalina za dulji niz vremena u milimetrima. Potom raspodjelu padalina u hladnom i u toplom dijelu godine. Srednji odnos ljetnih prema zimskim padalinama i u postocima. Taj odnos važan je za bolje razumijevanje otjecanja i posebice za izračunavanje bilance vode. Nadalje važan je udio snijega u količini padalina. Potrebno je razlikovati sušno razdoblje u klimatološkom od padalinama siromašnog razdoblja u meteorološkom smislu (Keller, R., 1978). Površinska raspodjela padalina u postocima i razlike između pomenutih razdoblja (1931–1960 i 1901–1930) određuju najbolje količinu padalina, štoviše ukazuju na tok i ritam daljnjih zbivanja.

Na količinu vode utječu i ostali elementi, izravno i posredno.

Raspodjela srednjih temperatura zraka u °C (1931–1960) može poslužiti kao čvrsta osnovica za sigurniju procjenu isparavanja, osobito tamo gdje se ne vrše mjerenja zračenja. Ukupna radijacija, oblaci, magla i ostale pojave utječu također na isparavanje. Isparavanje je vrlo značajna veličina u temeljnim hidro-obrascima za određivanje količine vode. Mimo mjerenja s odgovarajućim instrumentima ili računanja posredno iz jednadžbe bilance vode razvile su se nove metode (Henning, D., Liebscher, H-J., 1979) . . . Srednje godišnje isparavanje u milimetrima, prema postupku bilance vode, je razlika između srednjih godišnjih padalina i srednjeg godišnjeg otjecanja. Moguće (potencijalno) isparavanje u milimetrima izračunava se iz klimatoloških podataka, Penman postupak. Za određivanje sadašnjeg isparavanja upotrebljava se obrazac Albrecht-a (Hydrologischer Atlas BRD, Textband, 1979).

Značajne su još pojave koje nastaju kao posljedica pokretljivosti zračnih masa i klimatskih fronti, te smjene ciklona i anticiklona u trajnom gibanju (strujanju) atmosfere (Šegota, T., 1976). Takve pojave mogu se zbivati u najrazličitijim kombinacijama.

Zanimljiv je stjecaj okolnosti koji se dogodio krajem godine 1964, točnije u vrijeme katastrofalne poplave grada Zagreba (Ridanović, J., 1964). Listopad mjesec poznat je općenito po ciklonalnoj aktivnosti u doba koje vjetrovi sa Sredozemnog mora donose intenzivne kiše za zapadnim dijelovima Jugoslavije. Tada nadiru ciklone ustaljenom putanjom V b (Van Bebbe-



Shema savremenog objekta hidrogeografije

A scheme of the contemporary object of hydrogeography

ra) od Kvarnera prema unutrašnjosti Savsko-dravskog međuriječja. Za samo 19 dana listopada mjeseca tim je »koridorom« u valovima prošlo 11 ciklona. Fronte tih ciklona bile su vrlo aktivne, jer su uvjetovale izdašne kiše koje su obilato natopile tlo. Svaki novi val kiša utjecao je na povišenje inače visokih vodostaja; tlo i stjenovita podloga bili su već zasićeni vodom, pa su se tekućice (Sava s pritocima) morale izljevati iz svojih korita i plaviti okolne krajeve otječući ulicama grada Zagreba.

Poplava je vrlo kompleksna pojava, jer na nju utječu brojni činitelji. Pomenuti primjer bio je uvjetovan, mimo ostalih uzroka, iznimnom hidrometeorološkom situacijom (Lang, S., Probal, F., 1964).

## 2. HIDROLOŠKI ASPEKT

U hidrološkom aspektu hidrogeografije težište je na otjecanju i ostalim veličinama koje su nužne za ocjenu vrednovanja vode.

Glavne hidrološke veličine su: **Vodostaj** (cm), **protoka** ( $m^3/s$ ) i **specifično otjecanje** ( $l/s/km^2$ ).

Vodostaj je temeljna jedinica, jer se pomoću njega izračunavaju ostale veličine otjecanja vode.

Kvantitativni podaci osnovnih hidroloških veličina bilježe se u odgovarajućim publikacijama. Takva dokumentacija za našu zemlju objavljuje se u redovitim izdanjima Hidrološkog sektora Saveznog hidrometeorološkog zavoda SFR Jugoslavije u Beogradu (Hidrološki godišnjak). U sklopu Odjela za hidrološku mrežu i statistiku obrađuju se potrebni podaci koji se potom predočavaju kao karta »Osnovne mreže hidroloških stanica Jugoslavije« u mjerilu 1:1 000 000. Ta karta dragocjen je prilog hidrološkom godišnjaku, jer donosi najnoviji pregled razmještaja i opremljenosti mjernih stanica na tekućicama i jezerima. Obrada hidroloških podataka usklađuje se s međunarodnim standardima i vrši se uglavnom elektronskim prenosom. Osim uobičajenih veličina od godine 1975. objavljuje se i količina ukupnog pronosa riječnog lebdećeg nanosa na pojedinim hidrometričkim profilima.

Prva hidrološka stanica u Jugoslaviji osnovana je godine 1817. u Hrvatskoj na rijeci Savi kod Stare Gradiške, dok prvi zapisi o visini vodostaja potječu još iz polovice 17. stoljeća (Pofak, V., 1979).

U Pomorskom meteorološkom centru (Split), Republičkog Hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske, vrše se sustavna motrenja i mjerenja Jadranskog mora (Grakalić, M., 1979). Hi-

drografska proučavanja u sklopu Hidrografskog instituta (Split) imaju još dužu tradiciju (Hidrografski godišnjak). Suvremena istraživanja Jadrana predmet su brojnih specijaliziranih ustanova u okviru znanstvenih programa i stručnih projekata (Branica M, 1979). Sve to predstavlja obilje dragocjenih podataka koji trebaju poslužiti za suvremenu obradu mora.

Hidrološka istraživanja usmjerena su ponajprije na otjecanje vode. Otjecanje vode je hidrodinamički proces, koji se može izraziti brojem i to na više načina. Primjerice, kao prosječna protoka u jedinici vremena, bilo u sekundi ( $Q = m^3/s$ ) ili u godini ( $V = m^3/god$ ) kao visina otjecanja ( $Q = mm$ ), kao specifično otjecanja ili specifični dotok

srednje vode ( $q = l/s/km^2$ ) odnosno  $q = \frac{Q}{Fkm^2}$ , potom, kao koeficijent (Pardé, M., 1933) ili

kao kvocijent otjecanja (Altmann, K., 1978) itd.

Koeficijent otjecanja odnos je između visine otjecanja u milimetrima i visine padalina također u milimetrima. Taj odnos «a» može se postaviti kao kvocijent (razlomak) između otjecanja i padalina ili izraziti u postocima (%). ako se odnos «a» izrazi u % naziva se činitelj (faktor) otjecanja. U hidrogeografiji primjenjuje se obično činitelj otjecanja, dakle, veličina «a» u postocima.

Srednje mjesečne i srednje godišnje protoke, za razdoblje od najmanje 20 godina, odražavaju najvjernije stanje sveukupnog otjecanja vode. Pored tih veličina svrhovito bi bilo razmotriti još srednje i apsolutne ekstremne vrijednosti otjecanja vode, također u odgovarajućim koeficijentima. Tim postupcima dobile bi se nove veličine s mogućnošću bezgraničnih usporedbi, posebice za određivanje raspona krajnjih (najvećih) fluktuacija otjecanja vode.

Upotreba predočenih hidro-obrazaca zavisit će u prvom redu od postavljenih zadataka prakse u službi suvremenog gospodarenja vodom.

### 3. HIDROGEOLOŠKI ASPEKT

U hidrogeološkom aspektu hidrogeografije polazi se od utjecaja vode na geološku osnovu (strukturu) terena, a razmatra se i utjecaj geološke osnove (strukture) terena na vodu.

Geološka osnova (struktura) terena obuhvaća litološki sastav, stratigrafski položaj i posebice tektonski odnos stijena (Herak, M., 1957).

Odnos vode prema stijenama mnogostruko je važan. U doticaju s vodom otapa se i razara svaka stijena. Ti će procesi biti znatno pojačani s povećanjem tlaka i s povišenjem temperature, kao i s prisutnošću ugljične kiseline i kisika. Takvi uvjeti su u stjenovitoj kori Zemlje (Tučan, F., 1949).

Stijene se razlikuju prema vodi na manje ili više propusne. Osnovna hidrofizička svojstva stijena utječu bitno na gibanje zapravo na poniranje vode. Propusnost je pri tome važnija od poroznosti (šupljivosti) stijena. Primjerice glina ima poroznost više od 50% a spada u stijene koje najmanje i najsporije propuštaju vodu. Od sastava i stupnja propusnosti stijena zavisi da li će voda otjecati površinom kopna ili će ponirati u dublje dijelove podzemlja. Vapnenci, dolomiti, gips i sol ubrajaju se među stijene koje se lakše i brže otapaju u vodi. U tim stijenama, za razliku od svih ostalih, voda se posebno giba, redovito ponire i nastavlja otjecanje ovisno o veličini i prohodnosti pukotina; najčešće pod tlakom i bez obzira na razinu mora (Roglić, J., 1958). Posljedice tih specifičnosti su dalekosežne, jer su uzročnik oskudice vode na površini kopna što se odražava na izgled krajolika i gustoću hidrografske, posebice riječne mreže. Tako je to u predjelima Krša. Gibanje vode u Kršu vrši se dakle u skladu s litološkim svojstvima prevladavajućih stijena i tektonskim značajkama terena, a bez obzira na reljef površja. Najizrazitiji i najviši dijelovi Dinarskog gorja, planinski masivi Velebita, Dinare, Kamešnice i ostali visovi ne mogu zaustaviti (spriječiti) otjecanje vode prema Jadranskom moru. U Kršu je zbog toga potrebno odrediti hidrogeološku, to jest, podzemnu razvodnicu, jer topografska ili površinska razvodnica prema najvišim vrhovima ima ograničeno značenje i ne prikazuje stvarno stanje.

U okviru hidrogeološkog aspekta suvremene hidrogeografije razmatraju se još odnosi i veze između vode, tala i biljki (Herrmann, R., 1977).

Vodno-zračni režim u tlu je od izuzetnog značenja za agrarnu proizvodnju. Smatra se, da je optimalno stanje vlage u tlu do 40 cm za razvitak biljke ako količina vlage se kreće između 55 % - 75 % poljskog kapaciteta tla. Poljski kapacitet tla za vodu prema Kostjakovu, A. N., predstavlja stanje vlažnosti tla u kojem nema više slobodne vode, koja bi mogla iz njega istjecati pod utjecajem sile teže. Ta veličina je značajna, jer od nje zavise hidrotehničke melioracije tala. U krajevima s viškom vode nužno je odvodnjavanje (drenaža), a tamo gdje

vode nema dovoljno, potrebno je natapanje tla i kultura (umjetne kiše . . .) barem do dubine tla od 40 cm u kojem prostoru je najrazvijenije korijenje većine ratarskih kultura (Pušić, B., i ostali, 1971).

Voda u tlu i stijenama značajan je činitelj otapanja i razaranja minerala, ali tlo i biljni pokrov utječu na kemizam vode osobito u podzemlju (Keller, R., 1980).

I zaključno hidrogeološke značajke utječu odlučujuće na razmještaj, ali i na kakvoću vode. Hidrogeološka karta SRH-a u listovima, mjerilo 1:200 000, izdanje Geološkog zavoda iz Zagreba – kojom je već pokriveno više od 80 % teritorija Republike – objedinjava sve, jer pruža bogat izvor podataka i daje vrlo svrhovit pregled bitnih značajki hidrogeološkog aspekta suvremene hidrogeografije na regionalnim primjerima iz SR Hrvatske (Šarin, A., i ostali, 1976–1984).

#### 4. HIDROMORFOLOŠKI ASPEKT

Hidromorfološki aspekt hidrogeografije obuhvaća razmatranje odnosa i utjecaja između vode i reljefa. Obujam zahvata vrlo je veliki, a moguće kombinacije gotovo su bezgranične. U najširem obuhvatu može se proučavati (istraživati) odnos more (ocean) – kopno (georeljef) ili obratno, kopno – more. U manjem opsegu primjerice, jezera, mlake, tekućice i ledenjaci u sklopu njihovih međusobnih odnosa i utjecaja, a u sprezi s odgovarajućim elementima reljefa, također su poželjna tematika u okviru suvremene hidrogeografije.

Uzajamnu uvjetovanost i zavisnost pojava i procesa između vode i reljefa svrhovito je promatrati u slivu i u porječju. Porječje i sliv su slični pojmovi, iako su različitog reda veličine. Porječje je prostor odakle se tekućica opskrbljuje vodom. Sliv je obično širi, ali može biti i uži pojam; to je prostor odakle voda priteče jezeru, moru ili oceanu. Prednosti tih cjelina očituju se u njihovim strukturama koje omogućavaju, preko sastavnih dijelova i pojedinih elemenata, da se odredi način ustrojstva, čak i kvantitativni izraz odgovarajućih hidroloških pojava i procesa.

Porječje za tekućice, a sliv za jezera, mora i oceane može se razmatrati (istraživati) daleko, kao sustav različitog reda veličine. Svaki sustav podrazumijeva ulaz (input), prenos i preradu (throughput), te izlaz (output) zapravo izdavanje tvari i energije u okoliš (Dyck, S., 1978).

Osnovicu porječja kao hidromorfodinamičkog sustava predstavlja riječna mreža, a njegovo okosnicu čini glavna tekućica s pritocima. Pritok je malen dio, ali ima ključno značenje u cjelokupnom sustavu. Grupiranjem pritoka međusobno i posebice određivanjem njihovog stupnja (ranga) i položaja prema glavnoj tekućici dobivaju se, prema odabiru željenih metoda za gradaciju rijeka, različite strukture porječja ili sliva, koje imaju važnog utjecaja na hidrodinamičke procese i pojavu vode (Riđanović, J., Počakal, M., 1985).

Između hidroloških pojava i morfolodinamičkih procesa postoje određene zakonitosti koje se mogu istražiti, ustanoviti i brojčano izraziti, ako se matematičkim putem obrade odgovarajuće veličine strukturnih elemenata porječja u njihovoj uzročno-posljedičnoj povezanosti. Za pojašnjenje treba navesti par primjera kakvi sve odnosi mogu postojati između pojedinih promjenljivih veličina porječja. Veze su mnogostruke, ponajprije između promjenljivosti oblika, potom između promjenljivosti procesa i usporedno između oblića i procesa. Za promjenljivost oblika mogu se primjerce obraditi kvantitativno ove varijable: duljina, opseg, površina, oblik, reljef, grupiranje tekućica, gustoća riječne mreže . . . Za promjenljivost procesa u porječju poželjno bi bilo istražiti veze (odnose) između padalina i intercepcije, evaporacije, transpiracije, infiltracije (procjeđivanja), otjecanja i transporta nanosa; zatim, veze između reljefa i gustoće riječne mreže, ili između velike vode te površine i oblika porječja . . . Na taj način mogu se ustanoviti veze (odnosi) između prevladavajućih oblika i hidrodinamičkih procesa u porječju ili slivu (Schmidt, K.-H., 1984).

Mimo kabinetskog rada za određene varijable, kao što je pregled mreže tekućica, potrebno je izvršiti kartiranje pojava na terenu. Ta metoda istraživanja vrlo je dobra, ali joj je slaba strana što oslikava trenutačno stanje i daje statički prikaz, dok je tekuća voda (ipak) dinamički element. Svrhovito je zbog toga kartirati tekućice kod različitih vodostanja, primjerce u doba kopnjenja snijega, nakon dulje suše, poslije trajnijih kiša . . . da bi se potpunije i bolje prikazala stvarna situacija riječne mreže.

Hidrografska mreža obuhvaća pregled vode u određenom prostoru. Na orohidrografskim podlogama predočeni su voda i reljef u različitim mjerilima (od 1:25 000 do 1:200 000). Na tim kartama moguće je odrediti najveći broj varijabli porječja ili sliva, dakako u odgovarajućim mjerilima već prema objektu istraživanja. Istraživačko iskustvo pokazalo je da je

najbolje, ako se izmjerene (obrađene) veličine na kartama u kabinetu provjere i potvrde, ukoliko je izvedivo, izravno na terenu.

Voda i reljef predmet su višegodišnjih hidrogeografskih istraživanja na Geografskom zavodu PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Istraživanjem vode povezano s osnovnim reljefom u okolini Zagreba izdvojeni su ključni elementi posebice hidromorfološki bazen Crne Mlake i čitav niz detalja odakle su izvedeni brojni praktični i znanstveno-teoretski zaključci (Ridanović, J., 1968).

Za reljef porječja teško je pronaći odgovarajući brojni pokazatelj, koji bi zorno odrazio bogatstvo različitosti oblića. Ponudena su ipak dva postupka (Gardiner, V., 1974). To su: indeks reljefa i relativni reljef. Indeks reljefa ( $H_E$ ) izračunava se kao razlika između najviše ( $H_{\max}$ ) i najniže ( $H_{\min}$ ) kote u porječju. Relativni reljef ( $R_r$ ) dobiva se podjelom indeksa reljefa ( $H_E$ ) kroz duljinu porječja ( $L_E$ ). Upotrebom predloška visina (hipsometrijske karte), energije reljefa i karte nagiba može se postići (dobiti) daleko vjernija slika reljefa. Najveći napredak u istraživanju hidromorfodinamičkih pojava i kvantitativnom izražavanju reljefa postignut je u suvremenom razdoblju (Gregory i Walling, 1973), daljinskim istraživanjima pomoću satelitskih snimaka (Donassy, V., Oluić, M., Tomašegović, Z., 1983), posebice digitalnom obradom terenskog uzorka »trodimenzionalno snimanje oblića« (Gossmann, H., 1983).

Porječje (sliv) je hidromorfodinamički sustav u širokom rasponu od najvećeg do najnižeg reda veličine. Geografska struktura porječja (sliva) daje velike mogućnosti za ekstenzivna, ali i intenzivna istraživanja.

## 5. HIDROSOCIOLOŠKI ASPEKT

Hidrosociološki aspekt hidrogeografije predstavlja sintezu svih kombinacija utjecaja i odnosa između vode i suvremenog društva. Povezanost između vode i ljudskih aktivnosti može se razmatrati s brojnih stajališta i kroz različite razvojne etape. U ranijim fazama razvitka društva ljudi su bili vrlo ovisni o vodi posebice o tekućicama, da bi razvojem tehnike još jače naglasili značenje vode za život suvremenog čovječanstva.

Podizanjem mostova preko rijeka i gradnjom prometnica označeno je početno razdoblje. Nastavak je slijedio pregrađivanjem tekućica bilo za potrebe proizvodnje električne energije ili izgradnju spremnika za vodu mnogostruke namjene. Hidromelioracije su pospješile natapanje kultura i odvodnjom tla unapredile kvalitetu obradivih površina. Regulacijom rijeka održava se plavnost i povećavaju prometne mogućnosti.

U okviru hidrosociološkog aspekta istražuje se još svrhovitost opskrbe vodom (Ridanović, J., 1965.), primjerice naselja i stanovništva (Ridanović, J. 1980), industrije i poljoprivrede, kao i geografske značajke kakvoće vode (Ridanović, J., 1979) – sve do modela (»Mathematische Flussgebietsmodelle«, 1975) i različitih sustava (Keller, R., 1980) suvremene obrade gospodarenja vodom.

Mногоstruke ljudske aktivnosti u porječju (slivu) uvjetuju promjene kvantitativne, ali i kvalitativne prirode. Ti se učinci gomilaju tako i toliko, da što je voda veće površine ili dulja tekućica, to su promjene kritičnije i lošije se odražavaju na sveukupnu kakvoću vode i okoliša. Zbog toga više nisu dovoljna promatranja pojedinačnog utjecaja, kao što je upuštanje otpadne vode na jednom mjestu rijeke ili u moru (jezeru), već bi se ti utjecaji trebali istraživati potpunije u smislu teorije sustava (Dyck, S., 1976; Herrmann, R., 1977). To znači da je istraživanja potrebno usmjeriti u njihovom vremenskom slijedu primjerice, tijekom mjeseca, polugodišta, godine ili druge vremenske jedinice i prostornom razmještanju (uzduž tekućice, u primorju, okolišu jezera...) povezano s ostalim utjecajima i pojavama u okviru porječja-sliva (Naef, F., 1977).

## ZAKLJUČAK

Porječje (sliv) je optimalna prostorna cjelina ponajprije za prirodno-geografska istraživanja, ali također je pogodna, štoviše poželjna, osnovica za bilo koju suvremenu geografsku studiju.

## BILJEŠKE

- 1 Voda u atmosferi javlja se u sva tri agregatna stanja; ponajviše u plinovitom stanju; vodena para ima posebno značenje.
- 2 Pod pojmom gibanja vode podrazumijeva se i prelaz vode iz jednog u drugo agregatno stanje.

## LITERATURA

- L'vovič, M. I., 1974: Mirovie vodnie resursi i ih buduščee. Moskva.
- Ridanović, J., 1968: Geografski aspekti proučavanja voda. Zbornik VIII kongresa Geografa SFRJ. Skopje.
- Keller, R., i suradnici, 1978: Hydrologischer Atlas BRD. Atlasband. Boppard
- Henning, D., Liebscher, H.-J., 1979: Hydrologischer Atlas BRD. Textband.
- Segota, T., 1976: Klimatologija za geografe. Školska knjiga. Zagreb.
- Ridanović, J., 1964: Katastrofalna poplava Zagreba u listopadu 1964. Geografski glasnik. 26. Zagreb.
- Lang, S., Probald, F., 1964: Inondation catastrophique a Zagreb en automne 1964. Budapest.
- Pofak, V., 1979: Razvoj i djelatnost hidrologije u SR Hrvatskoj. Zagreb. Republički Hidrometeorološki zavod SRH. M 6-6 551.5 (091)
- Grakalić, M., 1979: Pomorsko-meteorološka djelatnost. Zagreb, Republički Hidrometeorološki zavod SRH. M 6-6 551.5 (091).
- Branica, M., 1979: Sažeti prikaz istraživanja i zaštite mora od zagađivanja u okviru projekta »Zaštita čovjekove okoline u Jadranskoj regiji Jugoslavije« (1972-1976). Grupa 3: MORE. Konferencija o zaštiti Jadrana. Prva knjiga. Hvar.
- Pardé, M., 1933: Fleuves et rivières. (Armand colin). Paris.
- Altman, K., 1978: Umrechnung zwischen Werten des Abflusses, der Abflussspende und der Abflusshöhe. DGM 22
- Herak, M., 1957: Geološka osnova nekih hidrogeoloških pojava u dinarskom kršu. II. kongres geologa Jugoslavije. Sarajevo.
- Tučan, F., 1949: Voda i njezini saradnici u stjenovitoj kori. Priroda, God. XXXVI. Broj 7. Zagreb.
- Roglić, J., 1958: Odnos morske razine i cirkulacije vode u kršu. II. kongres speleologa Jugoslavije. Split.
- Herrmann, R., 1977: Einführung in die Hydrologie. Teubner. Stuttgart.
- Pusić, B., Vidacek, Z., 1971: Prikaz općih potreba i mogućnosti navodnjavanja u dolini Save. Savjetovanje o Posavini. Poljoprivredni fakultet. Zagreb.
- Keller, R., 1980: Hydrologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt.
- Sarin, A., i ostali, 1980: Hidrogeološka karta SRH-e u listovima, mjerilo 1:200 000. Geološki zavod. Zagreb.
- Dyck, S., i ostali, 1978: Angewandte Hydrologie. Teil 2: Der Wasserhaushalt der Flussgebiete. Berlin.
- Ridanović, J., Počakal, M., 1985: Porječje kao predmet suvremenih hidrogeografskih istraživanja na primjeru Bednje. Novi Sad (u tisku).
- Schmidt, K.-H., 1984: Der Fluss und sein Einzugsgebiet. Steiner. Wiesbaden.
- Ridanović, J., 1968-a: Hidromorfološke značajke zagrebačke okolice. Radovi Geografskog instituta. Sv. 7 Zagreb.
- Gardiner, V. 1974: Drainage Basin Morphometry. Technical Bull. 14. Norwich.
- Gregory, K.J., Walling, D. E., 1973: Drainage Basin. Form and Process. London.
- Donassy, V., Olujić, M., Tomašević, Z., 1983: Daljinska istraživanja u geoznanosti. JAZU. Zagreb.
- Gossmann, H., 1983: Erfassung und Darstellung des Reliefs der Erde durch Weltraumbilder. Geökodynamik. Band 4. Darmstadt.
- Ridanović, J., 1965: Opskrba vodom grada Zagreba. Geografski glasnik. God. 1965: Broj 25. Zagreb.
- Ridanović, J., 1980: Geografske specifičnosti u opskrbi vodom gradskog stanovništva SFR Jugoslavije na primjeru SR Hrvatske. Spomen-Zbornik. Zagreb.
- Ridanović, J., 1979: Geografski aspekt kvalitete voda na tekućicama u Srednjoj Hrvatskoj. Graphica Slovenica 9. Ljubljana.
- Mathematische Flussgebietemodelle, 1975. Bonn.
- Keller, R., 1980: Op. cit.
- Dyck, S., i ostali, 1976: Angewandte Hydrologie. Teil 1: Berlin. Berechnung und Regelung des Durchflusses der Flüsse.
- Herrmann, R., 1977: »Ein mathematisches Modell zur Vorhersage und Simulation von Abflussganglinien bei Berücksichtigung der naturräumlichen und kulturräumlichen Ausstattung der Einzugsgebiete«. Teubner. Stuttgart.
- Naef, F., 1977: Ein Vergleich von mathematischen Niederschlag-Abfluss-Modellen. Zürich.

## Summary

## THE OBJECT OF CONTEMPORARY HYDROGEOGRAPHY AND ESSENTIAL ASPECTS OF THE STUDY OF WATER

by  
Josip Riđanović

The object of hydrogeography is the hydrosphere. The modern concept of the hydrosphere covers all »free« waters that can move under the influence of the force of gravity and the warmth of the sun in a wide range from the Mohodiscontinuity, to the highest layers of the atmosphere.

In hydrogeography the sea is studied as a whole and in interaction with the rest of the Earth's water.

Hydrogeography is a part of geography. The subject of hydrogeography is based on two principles: First, the universality of water and second, the integrality of water. The principle of universality comes from the fact the water is a universal substance and a giver of life. The universality of water is the most prominent in the life processes, because wherever there is water, there is life. The integrality of water is established with the grandiose process of permanent water movement and is confirmed by its universal properties, i.e. the possibilities of change in aggregate state without any loss. The geographic purpose to studying (research of) water is evidenced in the integrality of water as an integral composite part of life.

The method for studying (researching) contemporary hydrogeography is founded on a complex description of water in relations and correlations, i.e. in a cyclical complex of interrelations on the one hand between water and the elements of the natural basis and on the other between water and the factors of sociohistorical and managerial-political development as well as their individual and joint influence on water. Water according to almost all standards of geographical methods belongs to a group of elements of natural basis, but water is directly and entirely related to life on Earth, especially for the population and so it is of extended social interest, because its socioeconomic importance is of the first order. Water should no longer be considered merely an element, that is, a part of what we call physical geography, nor can it be covered simply in the socioeconomic part of geography. Water is an integral part of geography, because with the breadth of the subject and the innumerable possibilities of application it reflects complexity or universality, while with its integrality it is the optimal and best possible example of the inclusivity of modern geography.

In hydrogeography in the current level of socioeconomic development a point is made for a more deliberate management of water. It is therefore important to get to know the central aspects of the study (research) of modern hydrogeography.

The hydrometeorological aspect covers hydrometeorological elements (rain, snow, hail...) which are the primary and central source of water. Other phenomena that come about as a consequence of the mobility of the air masses and climate fronts, and succession of cyclones and anticyclones in the permanent movement (airflow) of the atmosphere. Such phenomena can happen in the most varied possible combinations.

In the hydrological aspect of hydrogeography the focus is on flow and other quantities which are essential for evaluating water. The main hydrological quantities are: water stage (cm), water run-off ( $m^3/s$ ) and discharge ( $l/s/km^2$ ). Water flow is a hydrodynamic process that can be expressed by a figure, in several ways... Which hydro-form should be used depends on the tasks at hand in the service of modern water management.

The influence of water on the geological structure and vice versa are considered for the hydrogeological aspect of hydrogeography.

The hydromorphological aspect of hydrogeography covers consideration of the interaction and influence between water and relief. The mutual conditionality and dependence of phenomena and processes between water and relief are useful to observe with drainage basins and drainage area. Drainage basin and drainage area are similar phenomena, although they vary in magnitude. A drainage basin is the watershed area that supplies the water. A drainage area is usually wider, but it can be a more narrow concept; it is the area from where water flows to a lake, sea or ocean. The advantages of these entities is evidenced in their structures which allow, through composite parts and certain elements, to determine the way the system works, even a quantitative expression of corresponding hydrological phenomena and processes. The drainage basin is a hydro-morphodynamical system in a broad range from the highest to the lowest order of magnitude. The geographical structure of a drainage basin provides the great possibilities for extensive and intensive research.

The hydrosociological aspect of hydrogeography represents a synthesis of all combinations of influence and relations between water and contemporary society. The water drainage basin is an optimum spatial unit for natural-geographic study, but it is also suitable, more appropriately, as a basis for any contemporary geographic study.