

OTO DUB

VZŤAH HYDROLÓGIE K FYZICKEJ GEOGRAFII

Dans l'article, l'auteur apprécie la collaboration actuelle de la géographie physique, dans la sphere ou elle a des buts communs avec l'hydrologie, ainsi que les possibilités de cette coopération dans l'avenir, tenant compte de la direction d'évolution des deux disciplines.

Na VI. zjazde čs. geografov v Smoleniciach 1955 som hovoril o vzťahu hydrológie k fyzickej geografii. Povedal som okrem iného: „Zámerné plánovité pôsobenie človeka na prírodu, pri ktorom má voda jednu z najdôležitejších úloh, znamená vplývať na veku trvajúci proces vzájomného pôsobenia vody a prostredia, ktoré ju obklopuje. Podmienkou úspechu je poznanie tohto procesu v celej súvislosti, nie teda na základe oddeleného štúdia jednotlivých činiteľov. Nutným predpokladom je preto priestorové chápanie problematiky, vyjadrujúce poznanie geografického prostredia s celým komplexom súvislostí a vzťahov. Preto hydrológia, obohatená o hlbšie fyzikálne poznanie javov a o nové metódy bádania, venuje znova pozornosť priestorovému rozdeleniu vody a jej útvarov a hľadá zonálnu platnosť hydrologických zákonov v súvislosti s geografickým rozdelením rozhodujúcich činiteľov.

V hydrológii tak dochádza k syntéze smeru geografického a geofyzikálneho, k používaniu fyzikálnych rozborov vzniku a vývoja hydrologických javov so zreteľom na prostredie ako k dialektickému poznaniu zákonov o obehú vody v prírode. Toto stanovisko približuje dnešnú hydrológiu k moderne chápanej fyzickej geografii, ktorá rovnako obohacuje svoju metodológiu o aplikáciu matematiky a fyziky.

Z uvedeného je myslím zrejmé, že cesty, sledované vedami, z ktorých fyzická geografia študuje zemepisné prostredie a hľadá objektívne zákonitosti jeho pretvárania a hydrológia, ktorá jej dáva k tomu bohatý materiál a zákonitosti poznané vlastnými prostriedkami, si musia byť bezprostredne blízke a dokonca sa snáď aj navzájom križovať“.

Myslím, že vývin fyzickej geografie potvrdil správnosť uvedeného. Postačí len prezrieť štúdie fyzických geografov; zasahujú do všetkých vedných odborov, ktoré sa špeciálne zaoberajú prírodnými útvarmi a javmi. Opäť tu poukazujem na hydrológiu, resp. na niektoré vybrané príklady z nej. Veľmi závažnými prírodnými útvarmi v geografii sú iste vodné útvary ako more, rieky, jazerá alebo aj umelé nádrže. Nejde pritom iba o opísanie týchto útvarov, ich polohy, ale aj o ich ďalšie vlastnosti: rieka mení svoju trasu, jej šírka závisí od prietoku a ten spoločne s druhom prostredia (vrátane jeho sklonu) rozhoduje o jej prietokovom profile. Prietok sa však nepretržite mení a s ním aj prietokový profil, šírka a sklon. Ak teda chcem definovať rieku, opísať jej základné vlastnosti, nemôžem obísť ani uvedené skutočnosti. Musím definovať aspoň stav, za kto-

rého som útvár opísal, napr. tak, že vzťahujem opis na určitý prietok, (dlhodobý priemerný prietok). Môžem si vybrať hodnoty určené hydrologickou službou ako priemery za určitý rad rokov (1930—1960 a pod.), čím obdržím aspoň materiál homogénny, hoci nedokonale. Ide tu prirodzene o náhodný výber a na rozsiahlom území môže mať veľkosť priemerného prietoku z takto definovaného obdobia rozličnú závažnosť; pokiaľ ide o pravdepodobnostné hodnotenie — v rozličných riečnych systémoch by sa mohlo od seba odlišovať.

Pochopiteľne zaujímajú geografa aj iné vlastnosti rieky, ktoré majú značnú hospodársku závažnosť; myslím na extrémne prietoky minimálne a maximálne. Doplňujú nielen charakteristiku rieky, ale aj jej hospodársky význam. Minimálne prietoky svedčia o vodohospodárskej obmedzenosti možnosti využitia rieky, ale pri rieke určitej vodnosti, danej priemerným prietokom, sú aj ukazovateľom obdobia nízkych vodností v povodí, zvyčajne sprevádzaného biologickým suchom. Ich výskyt, ale aj intenzita a trvanie majú opäť rozličnú pravdepodobnosť, ale aj rozličnú náhodnosť časového stretnutia v rozličných riečnych systémoch. V historických obdobiach sú také časové súhlasné výskyty charakterizované hladomorom. Opäť tu stojí pred nami otázka definície extrémnosti danej intenzity a trvania javu, napr. pravdepodobnosťou výskytu, ak sa opäť neuspokojíme opisným údajom hydrologickej služby s príslušným vysvetlením.

Nemenej zložitý je problém maximálnych prietokov alebo povodní. Predovšetkým si musíme uvedomiť rozličnosť pojmov. Povodeň môže nastať bez ohľadu na prietok zahataním toku (ľadová záпча a pod.), ale aj vysokým prietokom. Jedno aj druhé má svoju odlišnú pravdepodobnosť výskytu (resp. prekročenia), môže (ale nemusí) mať podobné negatívne hospodárske dôsledky. Prietokové povodne sa vyskytujú pozdĺž veľkej časti toku a môžu významne zmeniť aj krajinu. Postačí uviesť povodeň z roku 1813 a jej dôsledky pre doliny Váhu a Hnilca, vrátane dedín a miest, ktoré sa tam nachádzajú. Geografia, ak nechce byť vedou len opisnou, ich prirodzene nemôže iba vziať na vedomie. Rovnaké dôsledky však môže mať aj povodeň s nepohybujúcou sa vodou, napr. z jazier. Trvalým topením snehu môže dôjsť k zvýšeniu objemu vody v jazere a rozsiahlemu zatopeniu krajiny so všetkými zhubnými dôsledkami. Ale aj tieto katastrofy (hoci majú presnú fyzikálnu príčinu) sú výsledkami náhodných javov a ich výskyt môže byť preto vyjadrený pravdepodobnosťou. I tu ostáva otázka, do akej miery sa má geograf uspokojiť iba so zberaním historických údajov. Ale nepodceňujem ani túto činnosť. Známy francúzsky geograf M. P a r d é zhrnul mnoho historických údajov o extrémnych hydrologických javoch. V rámci Medzinárodnej hydrologickej dekády sa zostavila dokonca pracovná skupina, ktorá zbiera údaje o týchto extrémnych javoch na svetových riekach. Ukrajinský hydrológ G. I. Š v e c sa pokúsil (a úspešne) zostaviť z historických záznamov o výške hladiny Dnepra, vybraných z najrozličnejších prameňov, dlhý rad najvyšších hladín a z nich odvodených prietokov, aby spresnil údaj o maximálnom prietoku vzácné pravdepodobnosti prekročenia. Z toho vyplýva, že aj opísanie, resp. súpisy historických udalostí, príp. zmien v prírode môžu byť významným prínosom. O tom nás môže presvedčiť ďalší príklad.

Koryto rieky sa vytvára dynamickým pôsobením toku striedajúcej sa vodnosti na poddajné prostredie, v ktorom tečie. Pôsobí na seba vzájomne a za spolupôsobenia ďalších činiteľov mení koryto smer, svoju trasu, pokiaľ jej v tom nezabráni činnosť človeka, ktorý sa bráni zmenám, ak sú neželateľné. Prirodzene sú tieto zmeny dôsledkom fyzikálnych dejov, ale tak zložitých, že sú vopred ťažko určiteľné. Uvediem prostý príklad. Predstavme si plochú, plytkú, mierne naklonenú nádobu, vyplnenú homogénnym, jemným pieskom. Keď opakovane púšťame v tom istom mieste malé množstvo vody, aby v tomto materiáli voľne tiekla, vytvorí sa malý jarok, ktorý bude mať pri

každom opätovnom pokuse najrozličnejší, aj keď podobný priebeh. Zachovali sme rovnaké podmienky, no výsledky boli rozdielne. Nepochybujeme o ich fyzikálnych príčinách, ale tie sú pre nás v celej svojej zložitosti nepredvídateľné. Aplikujeme tento modelový pokus v prírode.

Volne tečúce rieky v nížinách meandrujú a prekladajú postupne svoje korytá. Letecká snímka nám poskytne obraz splete opustených ramien. Pozoruhodné pritom je, že hoci toky menia dost podstatne priebeh, možno zbadať, že zmenené trasy ich korýt prechádzajú pritom určitými stálymi „uzlovými“ bodmi. Ak by sme sa rozhodovali o výstavbe mosta a nemohli z akýchkoľvek dôvodov (hospodárskych, či iných) fixovať koryto, urobili by sme správne, ak by sme most situovali do tohto uzlového bodu. Tieto zmeny trasy koryta sú iste zmenami zemepisného útvaru, koryta rieky, zachyteného geografom opakovaným mapovaním územia.

Mohol by som pokračovať vo vymenovávaní spoločných problémov, spájajúcich fyzickú geografiu a hydrológiu, ale to nie je jediným cieľom článku. Ide o to, nájsť hranice obidvoch disciplín, pričom prirodzene chápeme, že tak, ako medzi inými susednými vedami, vznikne aj tu dost široký pás spoločného hraničného záujmu. Dnes sa dokonca kladie na tieto medzné odbory zvýšený dôraz, lebo často poskytujú nový podnet, vedú k progresívnejším metódam alebo poznatkom. Nie je teda užitočné zamedzovať toto vzájomné dopĺňovanie sa susedných disciplín. Môžeme sa preto iba venovať úvahe, ako ďaleko by mala prenikať jedna do druhej.

Nesporne je spoločným predmetom hydrológie a fyzickej geografie obeh vody v prírode, a to bez ohľadu na fázy tohto obehu, či ide o atmosféru, litosféru alebo hydrosféru. Hydrológia sleduje zákonitosti tohto obehu, pričom sa v zásade uberať dvomi cestami. Sleduje genézu, fyzikálnu podstatu a priebeh javu, alebo iba hodnotí jeho výsledok tam, kde si uvedomuje, že množstvo činiteľov znemožňuje odpoveď na všetky otázky o priebehu javu. Prvú metódu zahrňujeme zvyčajne pod pojem deterministickej hydrológie (parametrickej, dynamickej, fyzikálnej a analytickej). Ide o to, aby sme modelovaním rozličného druhu (modelom fyzikálnym, t. j. laboratórnym, matematickým alebo analytickým) napodobnili prírodný dej a odvodili hľadaný produkt, pričom podľa metódy a jej možnosti zaraďujeme určitý počet činiteľov v poradí podľa dôležitosti, ktoré ovplyvňujú dej. Pôsobenie týchto činiteľov môže byť rozličné aj s prihliadnutím na intenzitu výsledného javu, časové zaradenie (predstih); môže byť tlmené a vzťah nemusí byť lineárny, ako pre zjednodušenie často uvažujeme. Alebo sa vôbec nezaujímate o vzájomný sklad či pôsobenie činiteľov, iba ich zoradíme bez nároku na modelovanie komplexnej podobnosti celého systému, pričom nám ide len o porovnávanie „vstupných“ údajov a „výstupného“ výsledku. V najprostejšej podobe si môžeme tento spôsob demonštrovať „jednotkovým hydrogramom“ v jeho pôvodnej jednoduchosti, kde sa tak pri určovaní efektívneho dažďa, ako aj pri jeho transformácii jednotlivé činitele neanalyzujú, ale posudzuje sa iba vplyv ich komplexu na výsledok z prostého rozboru už uplynulých prípadov.

Bolo by nemysliteľné riešiť zložitejšie prípady bez rýchlo počítacích strojov. Nespornú výhodu pritom má rýchlosť opakovaného výsledku rovnakej povahy, napr. zobrazovanie hydrogramu, čo má predovšetkým význam pre hydrologické predpovede. Toto je azda hlavná prednosť zavedenia moderných počítačov do hydrológie, lebo nie som presvedčený o tom, že sa v tomto úseku podstatnejšie zlepšili výsledky domyselných postupov „staršej“ hydrológie, kde sa uplatnila predovšetkým dobre premyslená a zdôvodnená metóda odvodenia postupu a realizoval výsledok iba pomocou tabuliek, logaritmickeho pravítka a pod. Výber a špecifikovanie uvažovaných vonkajších činiteľov sa prevažne robil spôsobom bežným vo fyzickej geografii a nie je náhodou, že nemalý počet z gene-

rácie hydroológov, autorov týchto metód vyšiel z radov geografov. Nemyslím, že by bol v tomto smere vývin hydrologie uzatvorený.

Podstatne závažnejšiu úlohu zohrala matematika v druhom smere hydrologie, v hydrologii štatistickej. Veľké množstvo činiteľov, či už zemských alebo aj kozmických sa stretáva v nespočetne možných náhodných (celkom alebo čiastočne nezávislých) kombináciách a my alebo meriame, či konštatujeme konečný výsledok, napr. významný prietok, ročný objem odtečených množstiev a pod., s určitou pravdepodobnou následnosťou (hovoríme o stochastickej hydrologii), alebo iba konštatujeme pravdepodobnosť jeho výskytu (pravdepodobnostná hydrologia). Pri zavádzaní do hydrologie narazili tieto metódy na prudký odpor preto, že sa vzdávali myšlienky hľadať a objavovať fyzikálne dôvody javov (o ktorých prirodzene niet pochýb) a uspokojovali sa s cielavedomým usporadúvaním už zmeraných hodnôt javu a s rozborom takto získaných radov. Nesporná prednosť metódy je v tom, že umožnila určovať veľkosti hodnôt podľa pravdepodobnosti ich výskytu alebo prekročenia a možnosti stretávania sa javov rozličných radov, čo umožňuje hospodárne normovanie bezpečnosti stavieb, resp. hospodárne využitie vodných zásob. Počiatočný odpor proti používaniu týchto štatistických metód v hydrologii bol prekonaný aj tým, že i v mikrosvete sa môžu definovať mnohé javy i v tzv. exaktných vedách len ako pravdepodobné (v atomistike), ale aj tým, že tieto metódy pomáhali nakoniec určovať závažnosti činiteľov aj v deterministickej hydrologii, odhaľovať vzťahy medzi nimi, vysvetľovať smer vývoja javov, dopĺňať chýbajúce údaje a pod.

Cesta, ktorú urazila stochastická hydrologia za posledné roky, je bohatšia o nové výsledky vďaka rozvoju matematiky, ktorá sa stala vlastne jej chrbticou a možno dokonca povedať, že hydroológ tu zasahuje prevažne iba pri formulácii problému a jeho fyzikálno-logickom rozbere, lebo prirodzene nemožno pripustiť korelácie vzájomne fyzikálne nesúvisiacich pochodov. Hydroológ môže ovládnuť matematickú štatistiku natoľko, že prispeje k jej rozvoju i pri jej špeciálnom použití. Ale pravdepodobne dnes, ako aj v najbližších rokoch matematici nemenej prispejú k rozvoju tohto odvetvia hydrologie, kde ešte nebolo povedané posledné slovo. Už toto konštatovanie hovorí o tom, že pre geografa budú zaujímavé takto získané výsledky, ktoré mu pomôžu k presnejšej charakteristike vodného útvaru, ktorým sa zaoberá. To pravda nevylučuje možnosť, aby aj on používal tieto metódy.

Veľmi tesná spolupráca môže byť v oblasti globálnej vodnej bilancie a v štúdiu hydrosféry vôbec. Aj v tomto prípade bude pomocníkom najnovší odbor inej disciplíny, tentoraz nukleárnej fyziky. Určenie okamžitej vodnej bilancie je záležitosťou globálnej hydrologie a stalo sa aj predmetom spoločného riešenia v rámci Medzinárodnej hydrologickej dekády. Vieme však, že hydrosféra prešla mnohými geologickými obdobiami, v ktorých sa menil cyklus obehu vody charakterizovaný rozličným priebehom hydrologických dejov, jednoducho, že hydrosféra má svoju históriu. Okamžitý stav obehu vody nám pomáha spresniť testovanie vzdušných zrážok trítium a meranie transportu trítia do mora ústiacimi riekami. Trítium je ale súčasne s inými rádioizotopmi tiež ukazovateľom rannohistorických udalostí, sledovaných paleohydrologiou a chronologickou hydrologiou. Možnosť rozšíriť poznatky fyzickej geografie v tomto smere je iste významná.

ZÁVER

Z predmetu záujmu fyzickej geografie, ktorým sú všetky formy vonkajšieho obalu Zeme (atmosféry, litosféry a hydrosféry), ako aj z jeho syntetickej metódy vyplýva

úzky vzťah fyzickej geografie ku všetkým prírodným vedám. Hydrológiu obyčajne zaradujeme podľa predmetu a metód jej štúdia medzi vedy geofyzikálne alebo podľa najväčšieho záujmu o jej výsledky medzi vedy technické. V obidvoch vedných skupinách je spoločným základom fyzika. Voda v prírode obieha všetkými formami zemského obalu, obeh vody je javom od týchto foriem neodlučiteľným, vtláča im určité špecifické kvality, a preto je z hľadiska komplexnosti nutne aj predmetom záujmu geofyziky. Hľadiac na vec z druhej strany pochopíme, že na obeh vody v prírode vplyva prostredie, v ktorom sa deje, a preto hydrológ nemôže tento jav študovať (čo je vlastne hlavným predmetom jeho záujmu) oddelene v jeho jednotlivých fázach a v časovom rozčlenení bez toho, aby študoval vplyv tohto prostredia na obeh vody. Rozsah náplne fyzickej geografie vedie jeho pracovníkov k tomu, aby sa podľa vlastného záujmu venovali hlbšiemu štúdiu tej alebo inej forme zemského obalu (pri zohľadnení komplexnosti), a preto je logické, že v mnohých fyzických geografoch nachádzame výdatných spolupracovníkov hydrológie. Zvýšená matematizácia hydrológie ich núti prehlbovať svoje pracovné metódy aj týmto smerom, predovšetkým tak, že si osvojujú už aplikované formy matematiky tak, ako hydrológia. Mohol by som to dokumentovať na spoločných vedeckovýskumných prácach, resp. na ich publikovaných výsledkoch. Táto spolupráca vedie k obohateniu obidvoch vedných disciplín, takže môžem s uspokojením konštatovať, že sa uberala cestami, ktoré som pred pätnástimi rokmi naznačil. Naproti tomu sú vopred odsúdené k neúspechu tendencie (našťastie ojedinelé) použiť vychytený jediný prvok ako ukazovateľ celého zložitého prírodného javu, napr. závislosť úrodnosti iba od sumy slnečného žiarenia, určenej expozíciou a pod. Fyzický geograf tu zrádza základnú povahu vlastného predmetu, ktorá je práve v komplexnosti jeho nazerania.

Do redakcie došlo 10. 11. 1970

Oto D u b

RELATION OF HYDROLOGY TO PHYSICAL GEOGRAPHY

In the article the author discusses the existing cooperation of physical geography in the sphere where it has common amis with hydrology, as well as the possibilities of this cooperation in the future, considering the direction of the development of the both disciplines. This cooperation is considered to be most useful where physical geography maintains its essential feature, i. e. its complexity. A physical geographist, when using matematical-physical methods applied for special hydrological purposes, becomes a hydrologist, and physical geography only remains his fundamental preeducation.