
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

45

1993

1

*Ján Hanušin**

ANALÝZA VÄZIEB V SUBSYSTÉME HYDROLOGICKÉHO CYKLU MALÉHO POVODIA (SO ZRETEĽOM NA INDIKAČNÚ FUNKCIU HODNÔT ELEKTRICKEJ VODIVOSTI POVRCHOVEJ VODY)

Ján Hanušin: Analysis of the relations within hydrological cycle subsystem of small watershed (with regard to indicative function of electrical conductivity (EC) values of surface waters). Geogr. čas., 45, 1993, 1, 1 table, 1 fig., 7 refs.

On the basis of measured data (EC, discharge) and other parameters of hydrological, morphometrical and land cover nature, a correlation matrix was set up. Analysis of this matrix was concentrated to EC value as an indicator of geochemical erosion in watershed. The parameters closely correlated to EC value refer to the relation between velocity of outflow and dissection of relief to geochemical erosion within the watershed. An equation for EC - discharge relation was set up. A polynomic nature of relation of EC on discharge has been proved.

Key words: hydrological cycle, small basin, landscape structure, regime of electrical conductivity of surface waters

ÚVOD

Predpokladaná štúdia nadväzuje na našu predchádzajúcu prácu (Hanušin 1992), ktorej cieľom bolo porovnanie režimu elektrickej vodivosti (EC) na dvoch sledovaných tokoch

*Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

modelového územia a stanovenie základných stavových a režimových charakteristík *EC* vo väzbe na vybrané vlastnosti krajinej štruktúry.

V ďalšej etape výskumu, ktorého výsledky prezentujeme, sme sa zamerali na analýzu tých väzieb v rámci subsystému hydrologického cyklu malého povodia, ktoré podľa nášho názoru môžu ovplyvňovať nejakým spôsobom hodnotu *EC*. Za skúmané územie sme si zvolili časť povodia Rybnického potoka v k.ú. Bzince pod Javorinou, okr. Trenčín. Bližšiu charakteristiku územia podávame v štúdií (Hanušín 1992). V našom výskume sme sa zamerali na odlesnenú, prevažne poľnohospodársky využívanú časť povodia s rozlohou 6,3 km², prislúchajúcu Rybnickému potoku v dĺžke 5 850 m od ústia. Geomorfologicky územie náleží k Bošáckym bradlám (podcelok Bielych Karpát) a k Bielokarpatskému predhoriu (podcelok Považského podolia).

NÁČRT PROBLEMATIKY

Pojem hydrologický cyklus je relatívne ustálený, rôznia sa zväčša len názory na vertikálnu dimenziu krajinej sféry, v ktorej prebieha. Všeobecne sa pod pojmom hydrologický cyklus rozumie neustále premiestňovanie vody na Zemi, prebiehajúce pod vplyvom slnečnej radiácie a gravitačných sil (Spiridonov et al. 1980). Hydrologický cyklus môžeme považovať za systém vzájomne prepojených hydrologických procesov, kde médiom prenosu energie a hmoty je voda v rôznych skupenstvách (Hanušín 1983). Problematika predkladanej štúdie sa viaže len ku časti hydrologického cyklu, k jeho subsystému, ohraničenému v priestore zhora vegetačným krytom (charakter land cover) a zdola bližšie nedefinovanou úrovňou v hydrogeologickom komplexe, nad ktorou existuje pohyb podzemnej vody potenciálne dopĺňajúcej povrchový tok. Vzhľadom na technické i metodické problémy sme vynechali úhrn zrážok ako jeden z významných, v tomto prípade nie však rozhodujúcich procesov hydrologického cyklu; z tohto dôvodu hovoríme o subsystéme hydrologického cyklu.

V našej predchádzajúcej štúdií (Hanušín 1992) uvádzame, že hodnoty *EC* sú jednoznačne závislé od vlastností krajiny, sú jedným z indikátorov jej vlastností. V čom predpokladáme indikačnú funkciu hodnôt *EC*? Všeobecne sa hodnota *EC* považuje za jeden zo základných hydrochemických ukazovateľov, umožňujúci približne stanoviť množstvo minerálnych látok rozpustených vo vode.

Výsledky chemických analýz prírodných povrchových vôd v sledovanom území preukázali veľmi tesnú závislosť medzi hodnotou *EC* a hodnotou odparku, ktorá je súčtom hmotnosti rozpustných látok (*RL*) a nerozpustných látok (*NL*) vo vode. Rozdiel medzi *RL* a *NL* pritom závisí od spôsobu filtrovania (Pitter 1981). Z tejto skutočnosti vyplýva, že hodnota *EC* je výrazne skorelovaná s množstvom *RL* a *NL* vo vode, a preto ju možno považovať za pravdepodobného indikátora procesov chemického (geochemického) a mechanického odnosu v povodí. Sme si vedomí viacerých komplikácií spojených s predošlým tvrdením. Pod geochemickým odnosom, denudáciou (niekedy prirodzená chemická denudácia) rozumieme odnos chemických prvkov z pôdneho a horninového prostredia. Veľkosť geochemického odnosu sa vyjadruje množstvom *RL* vo vode (*dissolved load*). Hodnota *EC* nameraná v toku však okrem hodnoty prirodzeného geochemického pozadia často odráža aj druhotné, antropogénne geochemické pozadie hydrologického cyklu, spôsobené napr. znečistenými zrážkami, aplikáciou umelých hnojív a

pesticidov v poľnohospodárskej krajine alebo vypúšťaním odpadových vôd. Napríklad Maruszczak et al. (Kotarba 1992) uvádza podiel prirodzenej geochemickej denudácie na celkovom množstve odtečených *RL* pre oblasť stredného Poľska na 60-70 %. Viacerí autori považujú geochemickú denudáciu v oblasti miernej klímy v Európe za významnejšiu a intenzívnejšiu než mechanickú denudáciu (Kotarba 1992).

V rámci sledovaného územia z rôznych dôvodov nemožno identifikovať podiel antropogénneho geochemického pozadia na výslednej hodnote *EC* v toku, avšak nepriamo, na základe len stredne významného koeficientu korelácie medzi hodnotami *EC* a podielom ornej pôdy v čiastkových povodiach (kde predpokladáme najväčší potenciálny odnos agrochemikálii) nôžeme vplyvy agrochemikálii na hodnotu *EC* v tokoch a tým aj na geochemický odnos považovať za menej významné. Takisto nepredpokladáme významnejší vplyv znečistených zrážok, lebo pri náhodných opakovaných meraniach hodnota *EC* zrážkovej vody neprekročila $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, čo je asi štvrtina najnižších hodnôt nameraných na povrchových tokoch v sledovanom území. Z týchto dôvodov môžeme v našom prípade hodnotu *EC* povrchových tokov považovať za indikátora geochemického odnosu z povodia.

Komplikovanejší a menej jednoznačný je vzťah medzi hodnotou *EC* a veľkosťou mechanického odnosu, ktorá sa vyjadruje množstvom *NL* v jednotkovom objeme vody (suspended load). Množstvo *NL* nemôžeme väčšinou stotožňovať s veľkosťou mechanického odnosu. Mechanický odnos je v podstate súbor čiastkových procesov s dynamikou diferencovanou v čase a v priestore. Patria sem rôzne svahové a korytové geomorfologické a hydraulické procesy, ktorých identifikácia je často problematická a nie je ani cieľom našej štúdie. Nakoľko v tejto fáze výskumu sme priamo nemerali množstvo *NL* v toku, opäť sme použili nepriame dôkazy na vyšetrovanie vzťahu medzi *EC* a *NL*. Väčšina z nich poukazuje na neexistenciu takéhoto vzťahu. Predovšetkým počas silných dažďov spôsobujúcich eróziu sa vo zvýšenej miere všeobecne uplatňuje povrchový odtok s prevažne nízkou mineralizáciou. Dochádza tu k nárastu objemu *NL* v toku, avšak hodnota *EC* nemá tendenciu narastať. Počas odtoku v erózných ryhách sme namerali hodnoty *EC* okolo $300 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, čo je v daných podmienkach nízka hodnota, reprezentujúca asi 70 % hodnoty *EC* povrchového toku pritekajúceho z flyšových častí povodia. Navyše, pri experimentoch s násilným mechanickým rozvírením dnových sedimentov (umelé zvýšenie množstva *NL* v toku) sa hodnoty *EC* v porovnaní s ustáleným stavom prakticky nezmenili. Z týchto dôvodov nepovažujeme hodnotu *EC* za indikátora veľkosti mechanického odnosu, považujeme ju však za indikátora geochemického odnosu z povodia.

METODIKA VÝSKUMU

Východiskom pre získanie základných údajov (*EC*, prietok) boli ambulantly merania priamo v teréne. Sledovaná časť povodia bola rozdelená siedmimi mernými profilmi na príslušné čiastkové povodia. (Charakteristiku čiastkových povodí pozri v tabuľke). Čiastkové povodia príslušné k jednotlivým profilom sa vykreslili do mapy 1:10 000, kde sme na ďalšie analýzy vyčlenili odtokové plochy (mikropovodia) nižšieho rádu. Na sledovanom území ich bolo spolu 36, z toho 17 na ľavej a 19 na pravej strane hlavného toku. Z jednotlivých merných profilov sme mali k dispozícii súbor meraní *EC* z r. 1988-1990, doplnený o základné chemické rozbery vody vo vybraných profiloch. Na

Tab. I. Parametre čiastkových povodí

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ústie	242	57,4	618	-1,1	594	-1,6	55,6	0,26	10,3	53	27,4	49,4	1,7	5,6	1,0	51,8	90	0	0
limnigraf	260	100,4	627	-0,3	611	-3,6	52,9	1,08	6,8	138	39,5	39,3	2,5	21,6	21,5	68,2	68	19,4	19,0
Ižavky	279	113,7	634	0,3	638	-1,2	44,8	0,68	7,9	142	73,9	66,7	2,0	26,6	24,0	83,1	73	73,4	65,3
Štefánikovci	292	181,1	630	3,4	646	3,5	40,4	0,46	4,9	130	92,0	50,0	2,0	31,2	16,9	67,9	37	74,5	41,7
Bojtári	322	110,2	584	4,1	593	5,2	33,5	0,44	5,2	181	47,9	43,5	3,5	24,9	22,6	85,3	77	15,3	14,5
Podvišňové	264	66,1	530	2,7	531	6,3	28,2	1,90	20,2	165	23,0	34,8	4,4	30,4	66,7	20,4	31	14,0	21,4
pion. tábor	395	253,0	508	-	487	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1 - nadmorská výška (m n.m.)

2 - rozloha (ha)

3 - priemerná krátkodobá hodnota $EC-EC_k$ ($\mu S.cm^{-1}$)4 - zmena $EC-EC_k$ na 100 m dĺžky toku ($\mu S.cm^{-1}$)5 - priemerná dlhodobá hodnota $EC-EC_d$ ($\mu S.cm^{-1}$)6 - zmena EC na 100 m dĺžky toku ($\mu S.cm^{-1}$)7 - priemerný prietok ($l.s^{-1}$)8 - zmena prietoku na 100 m dĺžky toku ($l.s^{-1}$)9 - špecifický odtok ($l.s^{-1}.km^2$)

10 - rozdiel max. a min. nadmorskej výšky v povodí (m)

11 - plocha konkávných mikropovodí (ha)

12 - podiel konkávných mikropovodí (ha)

13 - zmena spádu dna koryta na 100m dĺžky toku - S_{100} (m)

14 - rozloha lesov (ha)

15 - podiel lesov (%)

16 - rozloha ornej pôdy (ha)

17 - podiel ornej pôdy (%)

18 - rozloha redzín (ha)

19 - podiel redzín (%)

uvedených siedmich profiloch sa v období r. 1991-1992 vykonalo 5-krát meranie prietokov a *EC*. Prietoky sa merali hydrometrovaním, meranie *EC* prenosným konduktometrom. Merania sa vykonali v období marec-jún, nakoľko prietoky v období do marca boli ovplyvnené topením sa snehu v lesnatých polohách nad 800 m n.m. a v období po júni dochádzalo k rapidnému znižovaniu prietokov, preto na niektorých profiloch nebolo možné použiť hydrometrické krídlo. Minimálne prietoky až vysychanie toku na jeseň znemožňovali meranie prietokov v tomto období. Z týchto dôvodov sa Rybnický potok na dané účely ukázal ako nie veľmi vhodný. Obdobie marec-jún možno považovať za jediné vhodné, keď sú na jednej strane vytvorené podmienky na meranie na všetkých profiloch a na druhej strane hodnoty namerané v jednotlivých profiloch relatívne najlepšie odrážajú autochtonné procesy v priľahlých čiastkových povodiach. Z týchto dôvodov všetky závery týkajúce sa vzťahu *EC* a sledovaných procesov, resp. vlastností krajiny sú časovo limitované uvedeným obdobím jarneho štvrťroka. Z hydrologického hľadiska je to obdobie medzi ukončením topenia sa snehu a nástupom letných miním, zachytávajúce v našom prípade asi 80 % z ročného odtečeného množstva.

Z elementárnych údajov získaných terénnym meraním (*EC*, prietok) sa pre každé čiastkové povodie, (resp. príslušný merný profil) stanovili ostatné údaje, ktoré spolu s údajmi získanými z mapy 1:10 000 tvorili základ pre zostavenie korelačnej matice. Týchto údajov bolo pre každé čiastkové povodie prislúchajúce k mernému profilu 18. Vybrali sa na základe úvahy o potenciálnom vzťahu medzi hodnotou príslušného javu (procesu) a veľkosťou *EC*. Podľa charakteru by sme ich mohli rozdeliť takto:

- hydrologické parametre (EC_k - priemerná hodnota *EC* získaná z krátkodobých meraní v r. 1991-1992, EC_d - priemerná hodnota *EC* získaná z dlhodobých meraní v r. 1988-1991, ΔEC_{100k} - priemerná zmena hodnoty *EC* na 100 m dĺžky toku za obdobie 1991-1992, ΔEC_{100d} - tá istá hodnota za obdobie 1988-91, Q - priemerný prietok, Q_{100} - zmena prietoku na 100 m dĺžky toku, q - priemerný špecifický odtok),

- morfologetrické parametre (rozdiel max. a min. nadmorskej výšky v čiastkovom povodí, plocha konkávných mikropovodí v % rozlohy a v ha, S_{100} - spád dna koryta toku na 100 m dĺžky),

- parametre využitia zeme a pôdny parameter (celková rozloha, rozloha lesov v ha, podiel lesov v %, rozloha ornej pôdy v ha, podiel ornej pôdy v %, rozloha rendzín v ha, podiel rendzín v %).

Hydrologické parametre vychádzajú z údajov nameraných v teréne. Relatívne údaje o zmene parametru na 100 m dĺžky toku by mali vyjadrovať intenzitu daného javu (procesu) v príslušnom čiastkovom povodí a poodhalit' tak dynamiku hydrologického cyklu. Priemerný špecifický odtok sme vypočítali z rozdielu prietokov na susedných profiloch a zo známej plochy príslušného čiastkového povodia.

Morfologetrické parametre - plocha konkávných mikropovodí poukazuje na stupeň koncentrácie odtoku v rámci čiastkového povodia. Hodnota S_{100} spolu s rozdielom max. a min. nadmorských výšok indikuje potenciálnu rýchlosť odtoku z územia. Parametre využitia zeme a pôdny parameter boli získané z leteckých snímok, pozemného mapovania, resp. z údajov komplexného prieskumu pôd (KPP) vykonaného v prvej polovici 60. rokov. Rozlohu, resp. podiel lesov a ornej pôdy sme vybrali z dôvodu kontrastnosti týchto kategórií využitia zeme z hľadiska vplyvu na odtok v prírodnej krajine. K dispozícii sme mali aj údaje o priemernom obsahu pôdnych častíc menších ako 0,01 mm podľa jednotlivých pôdnych typov, ale vzhľadom na ich veľkú homogenitu sa ukázali pre naše ciele

málo preukazné, preto sme tento parameter ďalej neuvažovali. Nedostatkom, brániacim širšiemu využitiu hodnôt nameraných v toku na merných profiloch je fakt, že nemožno rozlíšiť kvalitu ani kvantitu procesov a javov na pravej, resp. ľavej strane povodia hlavného toku, ktoré sú často odlišné a rôzne ovplyvňujú sledované hodnoty. Takisto nemožno automaticky prenášať hodnoty namerané alebo odvodené z hodnôt nameraných na merných profiloch rovnomerne na celú plochu prislúchajúceho čiastkového povodia, v ktorom možno s istotou predpokladať priestorovú diferenciáciu vo výskyte a dynamike týchto javov.

Vzťahy medzi nameranými a odvodenými parametrami, ktoré podľa našich predpokladov ovplyvňujú hodnotu EC , sme skúmali pomocou korelačných vzťahov v korelačnej matici. Získali sme symetrickú korelačnú maticu 18×18 s 324 hodnotami. Nevýhodou pre stanovenie korelačných závislostí bol malý rozsah základného súboru, preto sme dolnú hodnotu korelačného koeficientu (r_{xy}), pri ktorej predpokladáme významný vzťah medzi parametrami, stanovili na 0,8. Korelačná matica udáva vzťahy pre jednotlivé závislosti v rámci celého sledovaného povodia, nerozlišuje vzťahy v čiastkových povodiach.

DISKUSIA K ZÍSKANÝM VÝSLEDKOM

Analýza korelačných vzťahov čiastočne potvrdila, ale do istej miery aj transformovala a spresnila naše predstavy týkajúce sa väzieb medzi hodnotou EC a príslušnými parametrami povodia. O tom, že výber parametrov vzhľadom na ich vplyv na EC bol v rámci daného súboru optimálny, svedčí aj najvyššia hodnota súčtu absolútnych hodnôt r_{xy} v stĺpcoch (riadkoch) korelačnej matice práve pre parameter EC_k , ktorý bol stredom nášho záujmu.

Najvyššiu tesnosť vzťahu mala hodnota EC_k s parametrom S_{100} . V tomto prípade išlo o nepriamu závislosť ($r_x = -0,93$), tzn. že s relatívnym rastom spádu dna koryta klesala hodnota EC_k . Parameter S_{100} súvisí s hodnotou EC_k cez rýchlosť odtoku vody z územia, teda čím rýchlejší odtok, tým je hodnota EC_k (a súčasne aj geochemický odnos) menšia v dôsledku kratšej doby zdržania odtokovej vody v povodí. Rýchlosť odtoku ako hlavný faktor, na ktorom závisí zloženie odtoku, uvádza aj Pačes (1983). Na prípadné potvrdenie širšej platnosti tejto závislosti bude potrebné vykonať ďalšie merania v odlišných podmienkach.

Ďalším parametrom s významným vzťahom k EC_k , takisto nepriamo závislým, je podiel lesov v povodí ($r_{xy} = -0,83$) čo znamená, že zvýšený podiel lesov znižuje hodnotu EC_k , a tým aj geochemický odnos z povodia. Tento vzťah však vzhľadom na významnú závislosť medzi S_{100} a podielom lesa ($r_{xy} = 0,86$) môže byť aj sprostredkovaný, nakoľko les je typický vegetačný kryt pre územia s vyššou energiou reliéfu, a tým aj pravdepodobne vyššou hodnotou S_{100} .

Na hranici konvenčne stanovenej významnej závislosti s parametrom EC_k je aj parameter špecifického odtoku ($r_{xy} = -0,79$), čím sa dopĺňa a potvrdzuje naša predstava o zmenšovaní hodnoty EC_k (geochemického odnosu) s narastaním dynamiky a rýchlosti odtoku.

Všimnime si bližšie vzťah parametra EC_k k jednej zo základných hydrologických hodnôt k priemernému prietoku - Q . Vzájomná závislosť je vzhľadom na stanovené podmienky pod limitnou hodnotou ($r_{xy} = 0,77$). Ak však ďalej skúmame závislosť medzi EC_k a Q v jednotlivých meraniach na merných profiloch, dostávame pri súbore 35 meraní

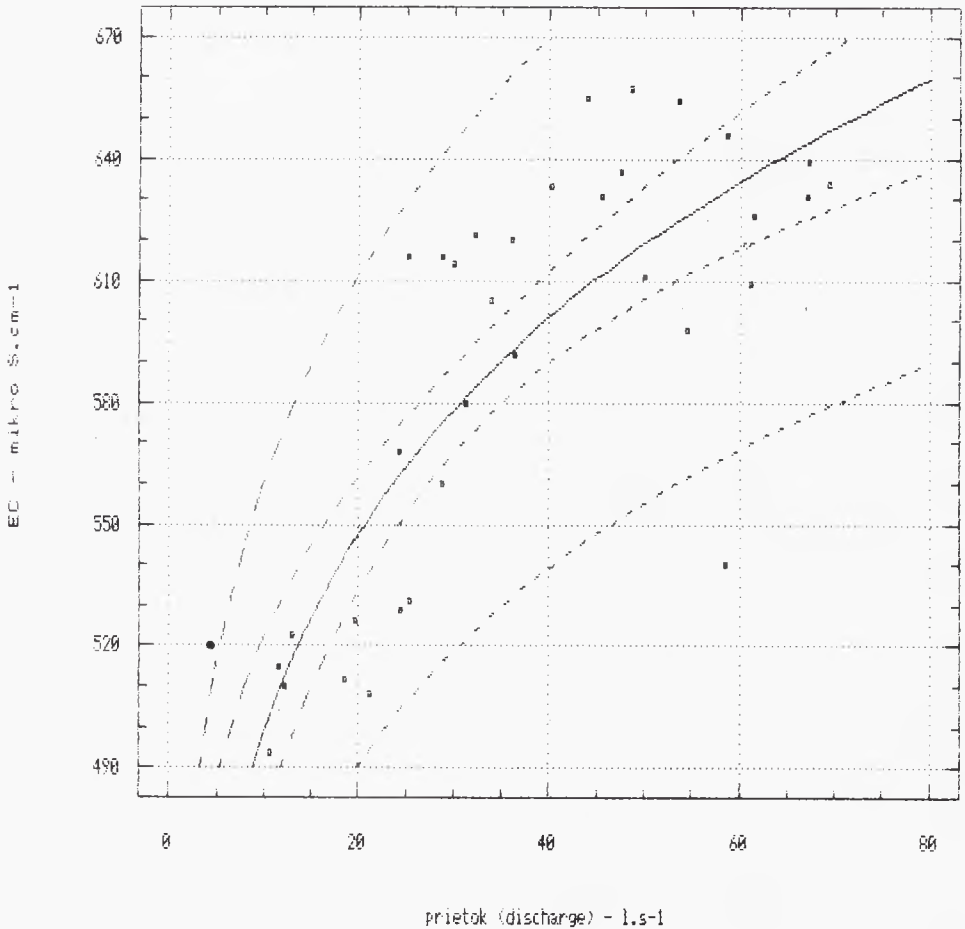
hodnotu r_{xy} v rozmedzí od 0,74 do 0,81 (podľa charakteru závislosti). Pre najvyššiu hodnotu r_{xy} má vzťah polynomickej rovnice

$$y = 366 \cdot x^{0,133}, \quad (1)$$

kde $x = Q \text{ (l.s}^{-1}\text{)}$,

$y = EC_k \text{ (}\mu\text{S.cm}^{-1}\text{)}$.

Z grafu rovnice (1) (Obr. 1) je zrejmé, že pre Q s hodnotou 0-60 hodnota EC rastie. Problematická je opätovne širšia platnosť uvedeného vzťahu, ktorý je v tomto konkrétnom prípade do istej miery zdeformovaný skutočnosťou, že horná časť sledovaného územia Rybnického potoka s najnižším Q je totožná s minerálne najchudobnejšou flyšovou časťou skúmaného povodia, čo môže v konečnom dôsledku vytvárať formálnu závislosť medzi EC_k a Q .



Obr. 1. Závislosť medzi prietokom a EC.

Najmenej významné závislosti vo vzťahu k EC_k majú parametre rozloha lesov ($r_{xy} = -0,28$) a podiel rendzín ($r_{xy} = 0,35$), čo je najmä v druhom prípade prekvapujúce. Rendziny ako pôdny typ viazaný na minerálne bohaté karbonatické horniny mali podľa našich pôvodných predstáv výraznejšie indikovať prítomnosť karbonatických hornín v povodí. V tomto prípade bude potrebné buď verifikovať vstupné údaje a metodiku, alebo v konečnom dôsledku pozmeniť naše predošlé tvrdenia, o priamej závislosti medzi hodnotou EC a podielom karbonatických hornín v povodí.

Do ďalšej skupiny patria tie parametre, ktorých hodnota r_{xy} dosiahla 0,6-0,8. Vzhľadom na korektnosť pri danom rozsahu súboru nemôžeme o nich nateraz hovoriť ako o parametroch významne ovplyvňujúcich hodnotu EC_k , ale je predpoklad, že ďalšími meraniami sa vzájomná závislosť môže potvrdiť, najmä ak ide o parametre, pri ktorých z hľadiska logiky procesov možno očakávať významnú závislosť. Sú to parametre Q_{100} , ($r_{xy} = -0,71$), rozloha ornej pôdy ($r_{xy} = 0,70$) a podiel konkávných tvarov v povodí ($r_{xy} = 0,66$).

Hodnota ΔEC_{100k} vykazuje nepriamu závislosť na Q ($r_{xy} = -0,86$). Znamená to, že počas väčších prietokov sú zmeny hodnôt EC_k menšie a naopak, väčšie množstvo odtécenej vody vyrovnáva hodnoty geochemického odnosu. S väčšinou ostatných parametrov nie je ΔEC_{100k} vo významnom vzťahu, isté náznaky možno nájsť pri parametri rozdiel max. a min. výšky v povodí ($r_{xy} = 0,72$) a pri parametri rozloha lesov ($r_{xy} = 0,71$), čo by tiež poukazovalo na energiu reliéfu ako významný faktor ovplyvňujúci charakteristiky hodnôt EC .

Závislosti medzi ostatnými sledovanými parametrami, ktoré nemajú vzťah s EC v predkladanej štúdií neanalyzujeme, hoci sú v mnohom zaujímavé.

Na záver sa krátko zastavíme pri hodnotení sumy hodnôt r_{xy} jednotlivých parametrov v riadkoch (stĺpoch) korelačnej matice. Podľa Coleho a Kinga (1970) je táto hodnota tým vyššia, čím je väčší všeobecný vzťah daného parametra k ostatným. V našom prípade popri vyššie spomínanej najvyššej hodnote sumy r_{xy} pre parameter EC_k ($\Sigma = 10,67$), vysokú sumárnu hodnotu má aj parameter S_{100} ($\Sigma = 10,38$) a podiel rozlohy lesov ($\Sigma = 9,68$). Na opačnej strane sú parametre s najnižšou r_{xy} : podiel rozlohy rendzín ($\Sigma = 6,30$), EC_{100k} ($\Sigma = 6,95$) a rozdiel max. a min. nadmorskej výšky v povodí ($\Sigma = 7,16$). Tieto výsledky sa pomerne dobre zhodujú s hodnotami r_{xy} jednotlivých parametrov vo vzťahu k hodnote EC_k .

ZÁVER

Predložená štúdia analyzovala väzby v subsystéme hydrologického cyklu malého povodia so zreteľom na indikačnú funkciu hodnôt EC . Hodnotu EC_k považujeme v podmienkach sledovaného povodia za indikátora geochemického odnosu. Zo študovaných parametrov najvýznamnejšiu väzbu na hodnotu EC_k preukázal parameter S_{100} a parameter podielu lesov v povodí. Blízko stanovenej hranice významnej závislosti je parameter špecifického odtoku. Keď vychádzame z týchto zistení, môžeme konštatovať, že veľkosť geochemického odnosu v danom území v období jarných maxim vodnosti je nepriamo závislá od rýchlosti odtoku, od podielu lesov v povodí a od veľkosti špecifického odtoku.

LITERATÚRA

- COLE, J.P., KING, C.A.M. (1970). *Quantitative geography*. London (J. Wiley and Sons Ltd.)
- HANUŠIN, J. (1983). Hydrogeografická diferenciácia krajiny ako výsledok vzťahu krajinná štruktúra-hydrologický proces. *Geografický časopis*, 35, 65-77.
- HANUŠIN, J. (1992). Režim elektrickej vodivosti ako prejav niektorých vlastností krajinnéj štruktúry na príklade modelového územia Bzince. *Geografický časopis*, 44, 188-198.
- KOTARBA, A. ed. (1992). System denudacyjny Polski. *Prace geograficzne*, Nr 155. Wrocław (Wyd.PAN).
- PAČES, T. (1983). *Základy geochemie vod*. Praha (Academia).
- PITTER, P. (1981). *Hydrochemie*. Praha (SNTL).
- SPIRIDONOV, A.I. et al. (1980). *Čtyřechjazyčný encyklopedičeský slovar terminov po fyzickéj geografii*. Moskva (Lzd. Sovetskaja encyklopedija).

Ján H a n u š i n

ANALYSIS OF THE RELATIONS WITHIN HYDROLOGICAL CYCLE
SUBSYSTEM OF SMALL WATERSHED WITH REGARD TO INDICATIVE
FUNCTION OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY (EC) VALUES
OF SURFACE WATERS

This study is aimed at the analysis of those relations within the hydrological cycle subsystem which, according to our opinion, can influence EC value of the surface waters in the main stream. The investigation and measurement were done in part of the watershed of the brook Rybnický potok (Western Slovakia), namely in its deforested middle and lower parts. The area covers 6.3 km², for more detailed characteristics see our previous study (Hanušín 1992).

Under the term hydrological cycle we understand a permanent displacement of the water on Earth, caused by solar and gravitation energy. In our study we consider only a part of the hydrological cycle - its subsystem in which we omit precipitation, because of its limited importance in this context. EC value is considered an indicator of geochemical erosion.

The principal data concerning discharge and EC were measured in situ during spring period (March-June) 1991-1992. The data were collected 5 times from 7 measuring profiles in the main stream. Each partial watershed corresponding to individual measuring profile was characterized by 18 parameters (hydrological, morphometric and land cover). From these data a correlation matrix was set up, to analyse relations among the investigated parameters. The analysis has shown that EC values are significantly reversely correlated to the parameter of channel bed gradient on 100 m length ($r_{xy} = -0,93$), and parameter of share of the forests within watershed ($r_{xy} = -0,83$). Close to formal limit of significant correlation is parameter of specific discharge ($r_{xy} = -0,79$). High level of correlation was proved also by the parameters of the change of the discharge on 100 m length of the stream, area of arable land and finally, the share of concave-shaped microwatersheds. The parameters significantly correlated to EC values, refer to the relation between the velocity of outflow and dissection of relief to geochemical erosion within the watershed.

Special attention was paid to the relation between EC value and discharge for the whole set of measured data. Between these two parameters a relation expressed by polynomial equation: $y = 366 \cdot x^{0,133}$ exists, where $x =$ discharge ($l \cdot s^{-1}$), $y =$ EC value ($\mu S \cdot cm^{-1}$).

Fig. 1. Dependence between discharge and EC.