

GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

49

1997

3-4

*Anna Grešková**

DIGITÁLNA MAPA TRANSMISIVITY HORNINOVÉHO PROSTREDIA

Anna Grešková: The digital map of transmissivity of rock environment. *Geografický časopis*, 49, 3-4, 1997, 1 fig., 1 tab., 7 refs.

The author presents the digital map, partial result of the project "Hydrogeographic regional typification of Slovakia in GIS environment" worked on in the Institute of Geography of the Slovak Academy of Sciences in Bratislava. The transmissivity map is one of the digital thematic layers of the data base of physical-geographical characteristics currently compiled for the hierarchically structured network of the river basins of Slovakia. The basic information source was the hydrogeologic map in scale 1:200 000.

Key words: transmissivity, digital map of transmissivity, hydrogeographical regional typification

ÚVOD

Príspevok približuje jeden z čiastkových výsledkov riešenia vedeckého projektu "Hydrogeografická regionálna typizácia Slovenska s využitím technológie GIS", realizovaného na pôde Geografického ústavu SAV v Bratislave.

Uvedený projekt vznikol na podporu rozvíjajúcej sa koncepcie hydrogeografickej regionálnej typizácie v prostredí GIS, ktorá je založená na vytvorení základnej siete priestorových jednotiek (povodí), ktoré sú charakterizované súborom fyzickogeografických charakteristík. Hydrogeografická regionálna typizácia sa uskutočňuje agregáciou základných povodí do regionálnych typov na základe fyzickogeografických

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

charakteristík, rozhodujúcich z hľadiska priestorovej variability danej hydrologickej charakteristiky. Identifikované fyzickogeografické regionálne typy povodí musia splňať predpoklad ich vlastnej vnútornej homogenosti a vzájomnej heterogenosti z hľadiska vybranej hydrologickej charakteristiky (Solín 1993).

VÝCHODISKÁ A METÓDY

Moderné prístupy k riešeniu problému hydrogeografickej regionálnej typizácie s rozsiahlou údajovou základnou si nevyhnutne vyžadujú nové exaktné postupy, rýchle spracovanie dát, možnosť integrácie (syntetizácie) poznatkov, ako aj kvalitné mapové výstupy - riešenie týchto problémov umožňuje technológia GIS.

Digitálna databáza fyzickogeografických charakteristík, ktoré rozhodujú z hľadiska priestorovej variability hydrologických charakteristík, vstupujúca do procesu hydrogeografickej regionálnej typizácie bude obsahovať pre základné povodia viaceré informačné vrstvy, napr. charakteristiky reliéfu (priemerné hodnoty sklonu, max., min. a priemernú hodnotu nadmorskej výšky, disekciu reliéfu), priemerného úhrnu zrážok, transmisivity, využitia zeme a pod.

Naším cieľom bolo pripraviť mapu transmisivity v digitálnej forme, ktorá bude slúžiť v rámci tvorby databázy fyzickogeografických charakteristík ako jeden z tematických podkladov pre digitálnu hierarchicky štrukturovanú základnú sieť povodí Slovenska v prostredí GIS.

Základným zdrojom informácie bola pre nás hydrogeologická mapa ČSSR v mierke 1: 200 000.

Územie Slovenska je zachytené na 12 jednotlivých listoch (Bratislava, Znojmo, Zlín, Nitra, Trnava, Lučenec, Banská Bystrica, Žilina, Poprad, Košice, Michalovce a Svidník). Topografický podklad jednotlivých listov je z rokov 1971-1980. Tematický obsah hydrogeologických máp bol spracovaný kolektívom autorov v rokoch 1976-1990.

Hydrogeologická mapa 1: 200 000 nám poskytuje celý rad cenných priestorových údajov o geologických a hydrogeologických atribútoch územia Slovenska. V danej mierke a rozlišovacej úrovni boli zachytené areály s veľkosťou do 0,5 km².

V základnej hydrogeologickej mape 1 : 200 000 sú jednotlivé prvky mapy, ktoré majú priestorový charakter, zobrazené týmto kartografickým spôsobom:

- stratigrafická príslušnosť I. zvodneného horizontu je vyjadrená farbou plochy;
- litologický charakter prvého významného zvodneného horizontu pod povrchom je znázornený druhom (typom) šrafáže;
- základný typ hydrogeologickej štruktúry (panvový typ alebo zvrásnené systémy) sa rozlišuje smerom šrafáže;
- kvantita zvodnenia prvého zvodneného horizontu je znázornená farbou šrafáže (rastru).

Základným kritériom na stanovenie zvodnenia je prietoknosť zvodneného horizontu vyjadrená jednotkovou špecifickou výdatnosťou.

TRANSMISIVITA

Transmisivita - prietochnosť, je vlastnosť celej zvodnenej vrstvy prepúšťať vodu. Pri väčšom počte zvodnených vrstiev platí pre najvrchnejšiu z nich.

Koeficient transmisivity je súčinom dvoch priamo určených hodnôt - koeficienta filtrácie - k a mocnosti zvodnenej vrstvy - M .

$$T = k \cdot M,$$

pričom k - koeficient filtrácie ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), M - hrúbka zvodnenej vrstvy (m).

Pri regionálnom hodnotení transmisivity za predpokladu existencie priestorovej heterogenity sa odporúča jednoduché štatistické hodnotenie súborov hodnôt transmisivity.

Okrem veľkosti transmisivity je účelné rátať aj s jej variabilitou. Napríklad malá variabilita transmisivity je typická pre kvartérne fluvialné sedimenty. Väčšia variabilita transmisivity môže odrážať nielen zmeny charakteru hydrogeologického prostredia (filtračná rôznorodosť), ale aj mocnosti zvodnenej vrstvy. Aj pomerne malý pokles hladiny podzemnej vody môže znamenať výrazné zmenšenie prietochnosti. Prietochnosť pripovrchovej zóny podlieha tak časovej, ako aj priestorovej variabilite. Skutočná prietochnosť je funkciou priemernej hĺbky prvej zvodnenej vrstvy a citlivo odráža rozdiely v hĺbkach hladiny podzemnej vody v priestore a čase (Jetel 1990).

Pri spracúvaní hodnôt transmisivity sa odporúča v zmysle Jetela (1970) a Krásneho (1986) používať logaritmickú modifikáciu parametra vyjadrujúceho transmisivitu (najlepšie indexu transmisivity Y), vzhľadom na obvyklé logaritmicko-normálové rozdelenie súboru hodnôt transmisivity.

Odporúčaný index transmisivity Y , je logaritmickou transformáciou špecifickej výdatnosti q , ktorá je približným ekvivalentom koeficientu transmisivity T .

METÓDY STANOVENIA PRIETOČNOSTI

Stav metodiky získania regionálnych charakteristík hydraulických vlastností hornín, akou je aj transmisivita, odráža doterajšie zameranie hydrogeologických prác hlavne na vyhľadávanie využiteľných zdrojov podzemných vôd v jednotlivých lokalitách, ktoré poskytovali predovšetkým bodové výsledky.

Použitie priamych metód stanovenia prietochnosti a ďalších hydraulických parametrov hornín z údajov získaných z odberovej skúšky na vrtoch závisí od kvality vstupných dát. Tam, kde takéto údaje chýbajú, treba na získanie informácií o regionálnych charakteristikách prietochnosti použiť nepriame metódy, predovšetkým odhad koeficientu prietochnosti prostredníctvom aproximatívneho (porovnávacieho) logaritmického parametra - indexu prietochnosti Y , odvodeného z mernej (špecifickej) výdatnosti (Jetel 1985, 1993).

Praktickým používaním tohto parametra sa získali za posledné roky početné metodické skúsenosti, ktorých uplatnenie zvyšuje hodnovernosť a spoľahlivosť prepočtov daného aproximatívneho parametra na koeficient prietochnosti, čím sa skvalitňujú možnosti regionálneho hodnotenia i vo vzťahu k charakteru vstupných údajov, ktoré sú k dispozícii.

Prvým krokom je stanovenie mernej (špecifickej) výdatnosti. Merná (špecifická)

výdatnosť q predstavuje podiel odoberanej výdatnosti (pri čerpacej skúške) Q a príslušného zníženia hladiny s vo vrte:

$$q = Q / s.$$

Výdatnosť sa spravidla vyjadruje v l.s^{-1} , (alebo v $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$), takže po dosadení zníženia v metroch môžeme memú (špecifickú) výdatnosť vyjadriť v $\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ (alebo v $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$).

Porovnávacím (aproximatívnym) parametrom prietochnosti odvodeným z mernej výdatnosti je index prietochnosti Y (Jetel 1993), teda

$$Y = \log (106 q) = 6 + \log q.$$

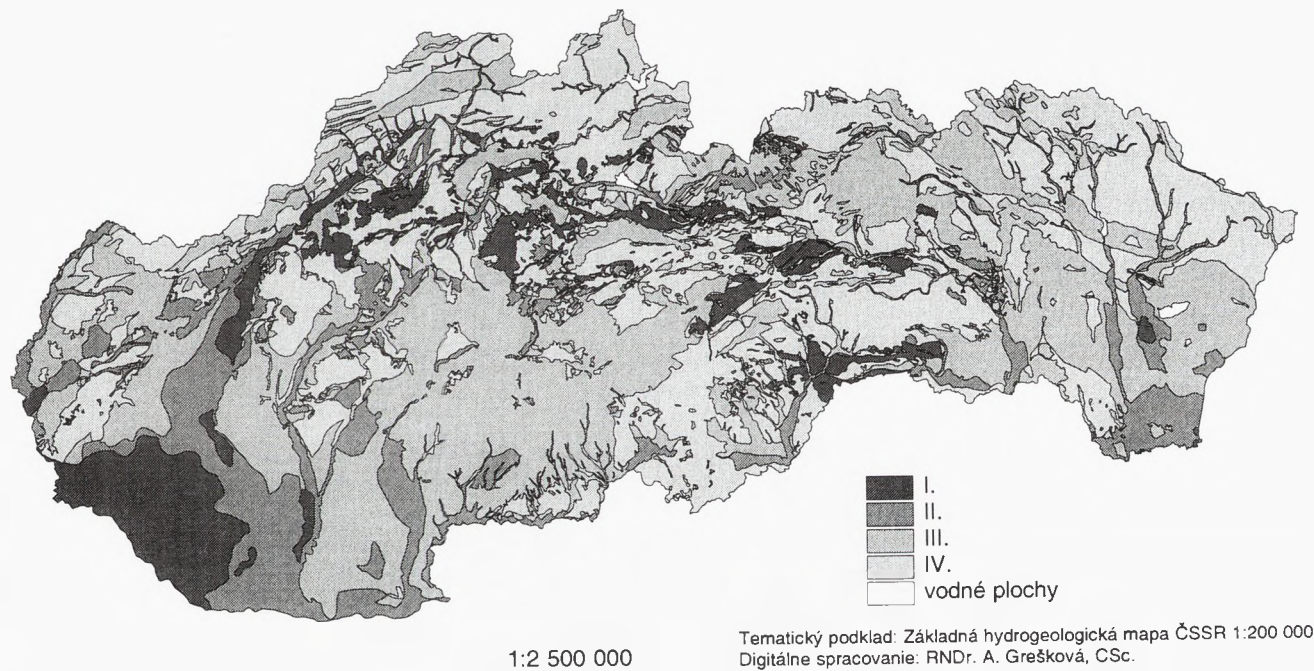
Tab. 1. Kvantitatívne kritériá na rozlíšenie stupňa zvodnenia - transmisivity (podľa: Melioris et al. 1986)

Zvodnenie (označenie T horninového prostredia (farba rastra)	Základné kritérium	Hlavné odvodené kritériá		Stupeň transmisivity
	Koeficient prietochnosti $T=k.M (\text{m}^2 \text{s}^{-1})$	Jednotková špecifická výdatnosť q $(\text{l.s}^{-1}.\text{m}^{-1})$	Index T $Y=\log (10^6 q)$	
Veľmi vysoké (fialová)	nad 1.10^{-2}	nad 10	nad 7	I.
Vysoké (modrá)	1.10^{-2} až 1.10^{-3}	10 až 1	7 až 6	II.
Stredné (zelená)	1.10^{-3} až 1.10^{-4}	1 až 0,1	6 až 5	III.
Nízke (sivá)	pod 1.10^{-4}	pod 0,1	pod 5	IV.

DIGITÁLNA MAPA TRANSMISIVITY HORNINOVÉHO PROSTREDIA

Ako prostredie pre digitalizáciu sme použili program TOPOL. Predmetom digitalizácie boli hranice areálov transmisivity, ktoré boli prekreslené zo základnej hydrogeologickej mapy 1 : 200 000 na fólie, zmenšené do formátu A4 a zoskenované. Vo vrstve TRANSMIS.BLK sú zverktorizované hranice transmisivity. Celý postup bol pomerne prácny a náročný na presnosť i čas. Vektorovou digitalizáciou sme získali uzatvorené polygónové plošné objekty, ktorým prislúcha určitá hodnota transmisivity.

Plochovaním bol každý plošný polygónový objekt vyplnený a bola mu prisúdená konkrétna hodnota transmisivity. Pri farebnom kartografickom výstupe sme kvantitu zvodnenia vyjadrili farebne, tak ako na pôvodnej hydrogeologickej mape. Zvodnenie veľmi vysoké-fialovou, vysoké-modrou, stredné-zelenou a nízke-sivou farbou. Pri



Obr. 1. Stupeň transmisivity horninového prostredia.

čierno-bielom mapovom výstupe boli farby nahradené rastrom odrážajúcim gradáciu kvantity zvodnenia horninového prostredia.

Priestorové rozloženie reálnych hodnôt transmisivity zobrazuje mapová príloha (obr. 1). Veľmi vysokú transmisivitu vykazujú najmä mezozoické súvrstvia s prevahou vápencov a dolomitov, ako aj kvartérne sedimenty veľmi dobre zvodnených nívnych území, významnejších terás a náplavových kužeľov. Vysokú transmisivitu majú dobre zvodnené sedimenty nívnych území, významnejších terás a náplavových kužeľov. Strednú transmisivitu nachádzame najmä v neogénnych súvrstviach ílov, slieňov a pieskov, v neovulkanitoch, žulách a kryštálických bridliciach. Nízku transmisivitu majú paleogénne súvrstvia pieskovcov a ílovcov, ďalej paleozoické bridlice, kremence a zlepenice. Najväčšie priestorové zastúpenie má stredná transmisivita, potom nízka, vysoká a najmenšiu plochu zaberá horninové prostredie s veľmi vysokou transmisivitou.

ZÁVER

Našou úlohou v rámci riešenia v úvode spomínaného projektu bude stanoviť priemernú hodnotu transmisivity pre každé vyčlenené elementárne povodie z vytvorenej digitálnej siete povodí SR. Priemernú transmisivitu každého elementárneho povodia získame jednoduchým štatistickým spracovaním ako aritmetický priemer jednotlivých tu sa vyskytujúcich hodnôt transmisivity zaberajúcich určitú plochu. Vzniknutá mapa ako jedna z tematických vrstiev v rámci tvorby databázy fyzicko-geografických charakteristík pre základnú sieť povodí, vstupuje do procesu hydrografickej regionálnej typizácie.

Význam a prínos digitálnej mapy transmisivity vidíme nielen v procese hydrografickej regionálnej typizácie a v napĺňaní GIS o území Slovenska, ale aj v jej potenciálnom využití v ďalších geovedných disciplínach.

Podakovanie

Na tomto mieste si dovoľujem poďakovať RNDr. L. S o l í n o v i, CSc. za cenné rady a konzultácie, ako aj Mgr. T. C e b e c a u e r o v i za prípravu mapy (obr. 1) do tlače.

Daný príspevok vznikol na Geografickom ústave SAV v rámci riešenia projektu 2/4065/97 za podpory grantovej agentúry VEGA.

LITERATÚRA

- JETEL, J. (1970). Mapy filtračných parametrov a potenciální produktivity. *V. hydrogeologická konferencia*. Gottwaldov (Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost), pp. 69-83.
- JETEL, J. (1985). Využití vztahu mezi specifickou vydatností vrtu a koeficientem průtočnosti při hydrogeologických výpočtech. *Geologický průzkum*, 27, 42-45.
- JETEL, J. (1990). Praktické důsledky priestorovej neuniformity prietocnosti pripovrchovej zóny v hydrogeologickom masíve. *Geologický průzkum*, 32, 42-46.
- JETEL, J. (1993). *Stanovenie hydraulických parametrov hornín pre regionálne prognózy*. Bratislava (GÚDŠ).
- KRÁSNÝ, J. (1986). Klasifikace transmisivity a její použití. *Geologický průzkum*, 28, 177-179.

- MELIORIS, L., MUCHA, I., POSPÍŠIL, P. (1986). *Podzemná voda - metódy výskumu a prieskumu*. Bratislava (Alfa).
- SOLÍN, L. (1993). Hydrogeografické regionálne typy Slovenska z hľadiska priemernej ročnej odtokovej výšky. *Geografický časopis*, 45, 251-263.

Anna Grešková

THE DIGITAL MAP OF TRANSMISSIVITY OF ROCK ENVIRONMENT

Part of the project "Hydrogeographic regional typification of Slovakia in GIS environment" are single thematic layers of the data base of physical-geographical characteristics currently compiled for the hierarchically structured network of the river basins of Slovakia. The transmissivity map is one of the digital thematic maps entering the process of hydrogeographical regional typification of Slovakia in GIS environment.

The basic information source used for the creation of the map was the hydrogeologic map in scale 1:200 000.

Transmissivity-discharge is the property of the whole aquiferous layer. If there are several aquiferous layers the uppermost of them is decisive.

Coefficient of transmissivity is the product of multiplication of two directly identified values: coefficient of filtration k and the thickness of the aquiferous layer M ,

$$T = k \cdot M,$$

where k - coefficient of filtration ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), M - thickness of the aquiferous layer (m).

TOPOL computing programme was used for digitization. The subject of digitization were the limits of transmissivity areas redrawn of the basic hydrogeological map 1:200 000 on foils, reduced, and scanned. Closed polygon area objects with the corresponding values of transmissivity were obtained by vector digitization. In a coloured cartographic output the single quantities of water born were expressed by colour as it is in the original hydrogeological map i.e. very high in violet, high in blue, medium in green, and low in grey colours. The spatial distribution of the real transmissivity values is depicted in the enclosed map.

The importance and contribution of the digital map of transmissivity is mainly in its use in the process of hydrogeographical regional typification, but also in completion of GIS concerning the territory of Slovakia. Digital map of transmissivity is a valuable information source at a new qualitative level for a wide number of potential users active in geo-sciences.

Fig. 1. Degree of transmissivity of rock environment.

Tab. 1. Quantitative criteria distinguishing the degree of born water/transmissivity.

Translated by H. Contrerasová