

Tvorba priestorových databáz a moderné informačné technológie pri výskume krajiny

Kočický, D.: Creation of Spatial Databases and Modern Information Technologies in the Landscape Research. *Životné prostredie*, 2013, 47, 1, p. 32 – 37.

The use of modern information technologies is dependent on the quantity and quality of available data which are important for derivation the parameters controlling the various spatial processes. It is known that it is the quality of available data used to derive the parameters of models, which is often the limiting factor of this model accuracy and hence its applicability in the several branches of the landscape research. Based on the previous written, the aim of the work is analysis of techniques used to derive consistent spatial database using geographic information systems. Construction of spatial database, described in this paper was based on system approach to the landscape, and it implied that the regular vertical relations must be respected so that generated units would be internally consistent. Landscape-ecological complex were generated by using a sequential map overlay (relevant analytical base), but also using lead factor method. That means to prefer the landscape element, which spatial differentiation is high, fairly observed and reliable acquired, also there exists considerable correlation between such element of spatial differentiation and other considerate elements of spatial differentiation. The conditions noted above satisfy georelief at best, that is represented by morphographical-morphometric types of georelief. This method provide spatial and contentual incontrovertibility of formerly inconsistent input data layers and their harmonization with the topographic base and enable to précising expression of spatial distribution of various geosystem elements.

Key words: geographic information system, spatial database, geosystem

Priestorová variabilita je typickou vlastnosťou zemského povrchu, resp. jeho trojrozmerného výrezu. Tento trojrozmerný výrez zemského povrchu tvorený jednotlivými zložkami a vzťahmi medzi nimi nazývame krajina, krajinná sféra alebo geosystém. Podľa Miklósa, Izakovičovej (1997) je geosystém definovaný ako funkčný a dynamický celok priestoru, polohy, georeliéfu a všetkých ostatných prírodných, aj človekom vytvorených hmotných prvkov (objektov) geografickej sféry (geologického podkladu a pôdotvorného substrátu, vodstva, pôdy, ovzdušia, rastlinstva a živočíšstva, výtvorov a produktov človeka), ich atribútov a vzájomných vzťahov. Podľa Krcha (1991) vlastnosti jednotlivých prvkov v geosystémoch sú charakterizované ako stavové veličiny. Ich hodnoty určujú aktuálny stav prvkov, subsystémov, aj celého systému. Geosystémová koncepcia je potom modelom reálnej krajiny vytvoreným na základe systémovej teórie. Hmotnou podstatou vzťahov v geosystéme sú energetické a materiálové toky medzi jednotlivými prvkami geosystému. Energetické a materiálové toky (procesy v geosystémoch) sa určujú a charakterizujú podľa zmeny stavu stavových veličín jedného prvku na základe zmeny stavu iných prvkov geosystému v rôznych časových okamihoch T (Krcho, 1991).

Každý prvok krajinnnej sféry (areály rôznych hodnôt stavových veličín) má určitú priestorovú diferenciaciu a tieto areály sú priestorovo usporiadané. Toto priestorové usporiadanie sa obvykle nazýva *štruktúra krajiny* alebo *krajinná štruktúra* a je možné vyjadriť ju formou analytických tematických máp alebo v prostredí geo-

grafických informačných systémov (GIS) ako digitálne priestorové vrstvy s príslušnou geometriou a atribútovou zložkou v závislosti od povahy vyjadrovaného prvku, resp. stavových veličín, ktorými je prvok charakterizovaný. *Tematická mapa je potom konkrétnou účelovou vizualizáciou priestorovej vrstvy alebo kombinácie priestorových vrstiev.* Súbor digitálnych priestorových vrstiev a vzájomných vzťahov medzi nimi tvorí digitálnu priestorovú databázu územia a predstavuje viac-menej *komplexný digitálny model krajinnnej štruktúry.* Účelom tvorby digitálnych priestorových databáz nie je len následná tvorba tematických máp názorne približujúcich ich čitateľovi priestorovú diferenciaciu krajinnnej štruktúry, ale slúžia aj ako údajový základ analýz a modelovania s využitím nástrojov GIS. Ich výstupom môže byť aj nepriestorová informácia vo forme agregovaných údajov o území, časových radov alebo komplexných reportov, ktoré by musel používateľ zložito získavať analýzou analógových tematických máp. S istou dávkou zjednodušenia je teda možné povedať, že digitálna priestorová vrstva je pre počítačový nástroj alebo algoritmus tým istým ako tematická mapa pre svojho čitateľa. Predstavujú vstupné údaje pre následnú analýzu, interpretáciu a pod. v štruktúre a forme vhodnej pre spôsob ľudského vnímania a myslenia (v prípade mapy), resp. pre spôsob spracovania údajov výpočtovou technikou (v prípade digitálnej priestorovej vrstvy), z čoho vyplývajú viaceré rozdiely a špecifiká v požiadavkách na tieto formy vyjadrenia priestorovej diferencie krajinnnej sféry.

Priestorová diferenciacia krajinnnej sféry podlieha

zákonitostiam určeným vzájomnými vzťahmi medzi jednotlivými prvkami geosystému. Zákonitosti priestorovej diferenciacie je možné študovať širokým spektrom metód, ktoré sú doménou jednotlivých odvetvových vedných disciplín, zaoberajúcich sa príslušným prvkom geosystému: klimatológia, geomorfológia, pedológia, geológia atď. alebo komplexných syntetizujúcich disciplín: geografia, geoekológia. Na základe takto získaných znalostí je potom možné modelovať priestorovú diferenciaciu stavových veličín charakterizujúcich jednotlivé prvky krajiny sféry a odvodzovať analytické, syntetické alebo interpretované digitálne priestorové vrstvy.

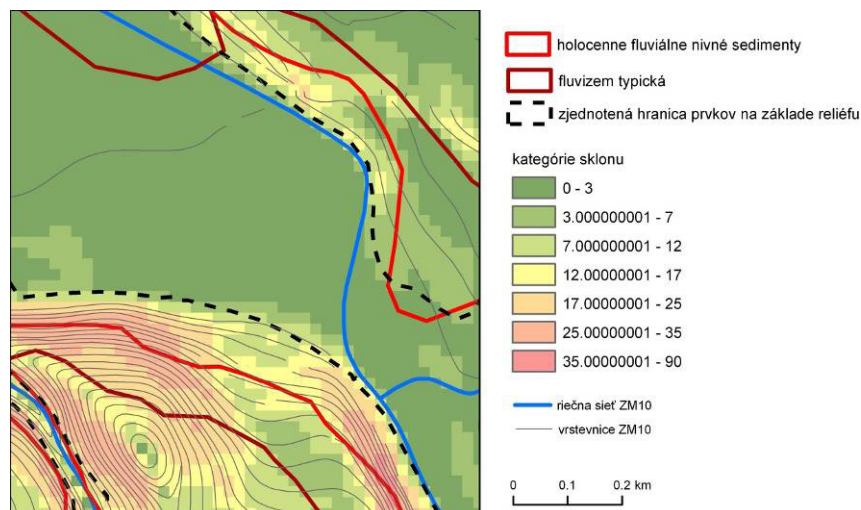
V článku sa ďalej zaoberáme možnosťami a prístupmi, ktoré poskytujú moderné informačné technológie pri modelovaní priestorovej diferenciacie jednotlivých prvkov krajiny sféry a tvorbe priestorových databáz. Poukazujeme takisto na viaceré problémy súvisiace s metódami tvorby a kvalitou priestorových databáz.

Vzájomná nerozpornosť a konzistentnosť údajov v priestorovej databáze

Kardinálnym problémom, ktorý sa vyskytuje pri tvorbe priestorových databáz, je nekonzistentnosť a vzájomná vertikálna rozpornosť jednotlivých digitálnych priestorových vrstiev. Tento problém sa vyskytuje často aj v prípade, že sú používané podkladové údaje zo zdrojov rovnakých mierok. Je to zapríčinené rôznymi faktormi, sú to predovšetkým:

- rôzna metodika tvorby obsahu mapy;
- povaha mapovaného javu;
- rôzna podrobnosť mapovania;
- rôzny stupeň generalizácie;
- rôzne kartografické zobrazenie a topografický odklad;
- rôzna presnosť zakreslenia;
- náhodné a systematické chyby.

Tento problém je do istej miery ešte umocňovaný základnou filozofiou väčšiny GIS, kde prevláda modelovanie krajiny vo forme vrstiev, pričom každá vrstva predstavuje tematický prvok krajiny alebo jeho stavovú veličinu. Výsledkom môže byť pre daný bod prakticky ľubovoľná, v skutočnosti neexistujúca, kombinácia vlastností jednotlivých prvkov krajiny, napr. určitý pôdny typ v kombinácii s istým sklonom a geologickým podkladom (obr. 1).



Obr. 1. Porovnanie priebehu hraníc geologického podkladu z geologickej mapy 1 : 50 000 a hraníc pôdných typov z Komplexného pôdoznaleckého prieskumu. Zdroj: Kočický (2012)

Vysvetlivky: Hranice zobrazených jednotiek oboch prvkov by mali byť totožné a zároveň by sa mali viazať na morfolofický typ poriečnej nivy (prerušovaná línia), ktorej sklon zväčša nepresahuje 3°. Naložením týchto vrstiev bez úpravy vznikajú neexistujúce kombinácie atribútov.

V prípade, ak je tematická mapa interpretovaná odborníkom, nemusí byť tento problém taký zásadný (odborník pri interpretácii mapy využíva svoje znalosti o zobrazovanom fenoméne, resp. o spôsobe vzniku mapy a nechápe mapu „striktne“). Počítačový algoritmus však interpretuje údaje „doslovne“ a v prípade ich nekonzistentnosti alebo rozpornosti poskytuje skreslené výsledky. Riešenie uvedeného problému je možné buď na strane algoritmu, keď do analýzy zahrnieme aj stupeň neurčitosti a nepresnosti vstupných údajov, alebo je potrebné jednotlivé vrstvy priestorovej databázy priestorovo a atribučne homogenizovať, to znamená odstrániť vnútorné rozpory. Tento proces je závislý od mierky modelovania a rozsahu spracovaného územia. V prípade veľkých mierok a nie príliš rozsiahleho územia je ideálnym riešením verifikácia a úprava podkladov na základe terénneho prieskumu.

So zväčšovaním modelovaného územia sú metódy celoplošného účelového terénneho prieskumu z ekonomického a časového hľadiska ťažko použiteľné. V tomto prípade sa javí ako účelné využiť existujúce koncepcie komplexnej geoekologickej regionalizácie ohraničovania relatívne homogénnych komplexných (fyzicko-geografických) areálov v krajine, ktoré obsahujú v sebe viacero prístupov, od algoritmicky najjednoduchšieho spôsobu nakladania máp (prekrývanie, superpozícia), cez metódu vedúceho prvku až po metódu geoekologického gradientu na báze zložitých matematických algoritmov s využitím digitálneho modelovania. Podrobne o jednotlivých metódach a o možnostiach ich využitia pojednávajú práce Minára (1998), Minára a kol. (2001) a iné.

Obsahová a priestorová detailnosť vstupných údajov

Ďalším problémom priestorových databáz je, že primárne vstupné dáta používané na odvodenie priestorových vrstiev nedosahujú potrebnú priestorovú a obsahovú detailnosť. Pri modelovaní procesov v krajine je potrebné vychádzať z požiadaviek na primárne GIS databázy, najmä na priestorovú podrobnosť (mierku), rozsah uvažovaných priestorových a časových zmien, ktoré závisia od cieľa výskumu. Zvyčajne platí, že veľké časopriestorové zmeny skúmaného javu vyžadujú vysoké rozlišovacie úrovne (Cebecauer, Hofierka, Šúri, 2000).

Priestorová distribúcia stavových veličín jednotlivých prvkov krajiny mapovaná v príliš malých mierkach vyjadruje skôr prevládajúci charakter istého regiónu, pričom v rámci mapovanej jednotky sa môžu vyskytovať aj všetky ostatné prípustné hodnoty. Jedná sa teda o modálnu hodnotu. Z tohto hľadiska sa ako veľmi užitočná javí viacmierková analýza procesov a údajov – v rôznych mierkach (rozlíšeníach) sú prejavy procesov a výsledky modelovania odlišné. Výsledky takejto analýzy určujú, ktoré rozlíšenia a úrovne detailu zodpovedajú požadovanej miere presnosti a cieľom modelovania (Cebecauer, Hofierka, Šúri 2000).

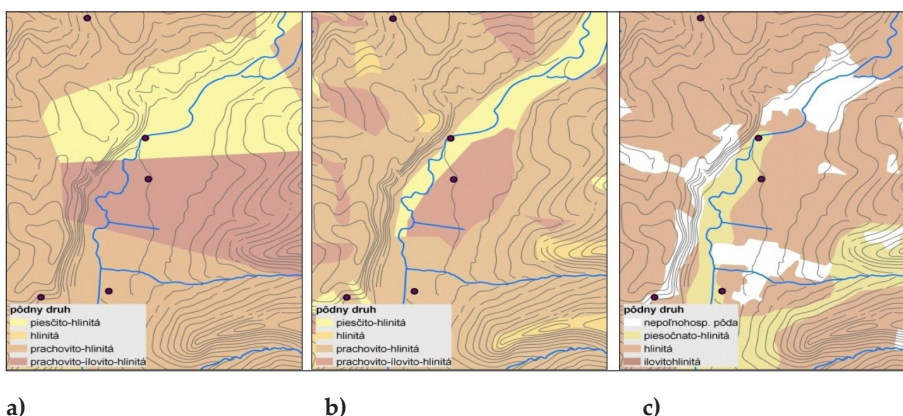
Častá je situácia, keď sa získava veľmi presná informácia (priame meranie hodnôt stavových veličín, napr. koeficient filtrácie pôdy), avšak použitý je nesprávny spôsob extrapolácie, nezohľadňujúci hustotu výskumných bodov a zákonitosti priestorovej diferenciácie krajinného pokryvku (obr. 2a). Obrázok 2b dokumentuje možnosti extrapolácie bodových údajov s využitím znalostí o priestorovej distribúcii diferenciálnych faktorov mapovanej charakteristiky. V tomto prípade sa jedná o vlastnosti georeliéfu, ktorý je zmapovaný podrobnejšie a je dokladovaný jeho jednoznačný vplyv na zrnitostné zloženie pôdy.

Vyššie spomínané princípy sú využívané aj v geoš-

tatistických metódach (napr. *cokriging*, *geograficky vážená regresia*). Ako príklad uvádzame metódu geoštatistického odvodenia gridových vrstiev percentuálneho obsahu zrnitostných frakcií v pôde (piesok, prach, íl) na základe vzoriek z pôdoznaleckých sond (24 736 sond) aplikovaných na celom území Slovenska (Kočícký, 2012). Vychádzajúc z geosystémového chápania krajiny, v ktorom pôda tvorí zložitý otvorený systém vo vzťahu k ostatným prvkom a považuje sa za zrkadlo všetkých ostatných prvkov (Miklós, Izakovičová, 1997), bola pre zvolené riešenie prijatá nasledovná hypotéza: priestorová distribúcia obsahu jednotlivých zrnitostných frakcií v pôde je determinovaná vlastnosťami georeliéfu vyjadrenými relevantnými morfometrickými parametrami, vlastnosťami pôdotvorného substrátu (geologického podložía) a procesmi, ktoré prebiehajú v pôdnom profile v rôznych pôdnych typoch a je teda možné využiť tieto vlastnosti na spresnenie máp zrnitosti pôdy. Na odvodenie výsledných vrstiev bola použitá viacnásobná lineárna regresia a interpolácia v geograficky homogénnych oblastiach s dostatočnou hustotou vstupného bodového poľa. Ako vysvetľujúce premenné pre viacnásobnú lineárnu regresiu boli z viacerých testovaných faktorov vybrané: geologicko-substrátový komplex, pôdny subtyp, sklon svahu a dĺžka svahu, ktoré pri korelačnej analýze vykazovali najtesnejšie väzby s vysvetľovanými premennými. Obrázok 3 dokumentuje vplyv týchto diferenciálnych faktorov na priestorovú distribúciu vysvetľovanej premennej na príklade jednej z výstupných priestorových vrstiev (percentuálny obsah piesku).

Jedno z riešení vyššie uvedených problémov poskytuje metódy geografickej typizácie, regionalizácie a predovšetkým krajinnokoekologickej syntézy. Ide vo všeobecnosti o vytváranie komplexných priestorových krajinných jednotiek rôzneho rádu s čo možno najkomplexnejším obsahom. Vyčleňované jednotky sú kvázi homogénne (na danej úrovni podrobnosti) z hľadiska uvažovaných

ukazovateľov krajiny, a teda je možné predpokladať ich homogenitu aj z hľadiska procesov a geosystémových väzieb. Syntéza podľa vertikálnych väzieb je výsledkom rozčlenenia územia na relatívne homogénne areály s presne určeným súborom vlastností (majú rôzne označenie: fyzickogeografické komplexy, geotopy, prírodné komplexy, ekotopy, fácie a pod.). Ak zahrnieme aj výsledky aktivít človeka v krajine, ktorých prejavom je predovšetkým súčasná krajinná pokrývka, nazývajú sa tieto jednotky obvykle krajinnokoekologické komplexy (KEK).

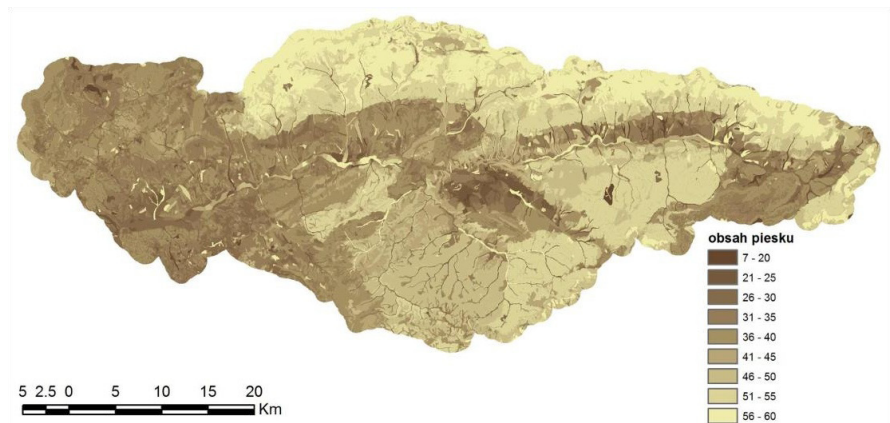


Obr. 2. Porovnanie máp zrnitosti pôdy v mierke 1 : 25 000 odvodených rôznymi postupmi: a) mapa vytvorená na základe bodových meraní jednoduchou extrapoláciou (thiessenove polygóny); b) mapa vytvorená z rovnakých podkladových dát extrapoláciou rešpektujúcou morfologický charakter územia; c) mapa odvodená z bonitovaných pôdnoekologických jednotiek. Zdroj: Kočícký (2012)

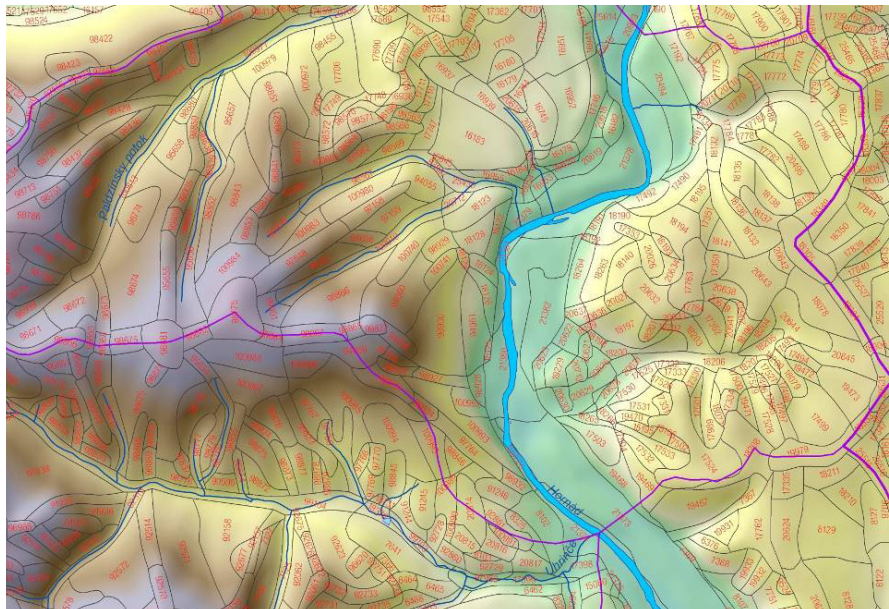
Ako príklad uvádzame vytvorenie priestorovej databázy podkladových údajov na odvodenie parametrov distribuovaného hydrologického modelu pre územie Slovenska (Kočícký, 2012).

Pri spracovaní priestorovej databázy KEK sme vychádzali zo systémového prístupu ku krajine, z čoho vyplýva, že musia byť rešpektované zákonité vertikálne väzby medzi jednotlivými prvkami krajiny tak, aby vytvorené jednotky boli vnútorne konzistentné. KEK boli vytvárané postupnou superpozíciou relevantných analytických podkladov, ale pri súčasnom využití tzv. metódy vedúceho faktora, čo znamená preferovanie prvku krajiny, ktorého priestorová diferenciácia je vysoká, ľahko pozorovateľná, získavaná vierohodným spôsobom. Existujú významné korelácie medzi priestorovou diferenciáciou tohto prvku a priestorovou diferenciáciou parametrov ďalších uvažovaných prvkov. Všetky uvedené predpoklady najlepšie spĺňa georeliéf. O významnosti georeliéfu pre úlohu najspoločnejšieho vedúceho prvku (popri krajinnnej pokrývke) a o úlohe georeliéfu ako diferencičného faktora krajinnno-ekologických procesov pojednávajú mnohé práce: Hrnčiarová, Miklós (1991); Midriak (1999); Mosimann (1984); Miklós (1991); Miklós, Matečný, Kozová (1991); Minár, Tremboš (1994); Minár a kol. (2001) a iné.

V prvom kroku bola zostrojená mapa morfograficko-morfometrických typov georeliéfu – kvázi homogénnych jednotiek z aspektu nasledovných parametrov georeliéfu: morfograficko-polohový typ formy, geometrická forma (horizontálna a normálová krivosť), sklonitosť svahov, expozícia svahov. Mapa morfograficko-morfometrických typov georeliéfu bola zostrojená počítačom, podporovanou vizuálnou interpretáciou vrstevnicového poľa základných topografických máp JTSK v mierke 1 : 10 000, pričom parametre georeliéfu boli odvodené z digitálneho modelu reliéfu generovaného z uvedeného mapového podkladu. Podrobnosť spracovania v mierke 1 : 10 000 vyplýva z nemožnosti zachytenia niektorých tvarov georeliéfu, určujúcich vlastnosti ostatných prvkov kraji-



Obr. 3. Percentuálne zastúpenie zrnitostnej frakcie piesku v jemnozemi (výrez – povodie Horný Hron). Zdroj: Kočícký (2012)

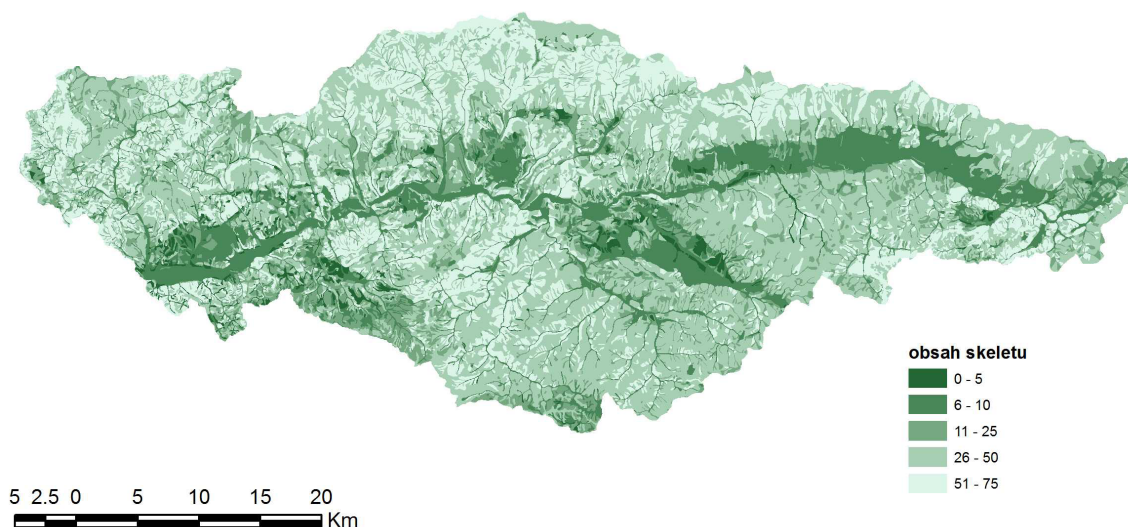


Obr. 4. Výrez z mapy krajinnnoekologických komplexov. Zdroj: Kočícký (2012)
Vysvetlivky: Každý areál je popísaný súborom parametrov.

ny, významných z hľadiska riešenej problematiky, v menej podrobnej mierke. Následne boli spracované digitálne vrstvy primárnych vstupných vrstiev geologicko-substrátového komplexu, hydrogeologická mapa, mapa pôdnych subtypov a pôdnych druhov. Tieto boli spracované na základe dostupných podkladov v celoslovenskej mierke. Ich informačná hustota zodpovedala približne mierke 1 : 50 000.

Krajinná pokrývka bola spracovaná na základe interpretácie satelitných snímok LANDSAT s rozlíšením 30 m, máp v mierke 1 : 10 000 a digitálnych podkladov o druhovom zložení lesa.

Na základe týchto podkladov bola superpozíciou s využitím metódy vedúceho faktora konštruovaná mapa KEK – kvázi homogénnych priestorových jednotiek z hľadiska všetkých uvažovaných parametrov,



Obr. 5. Percentuálne zastúpenie skeletu v humusovom horizonte. Zdroj: Kočický (2012)

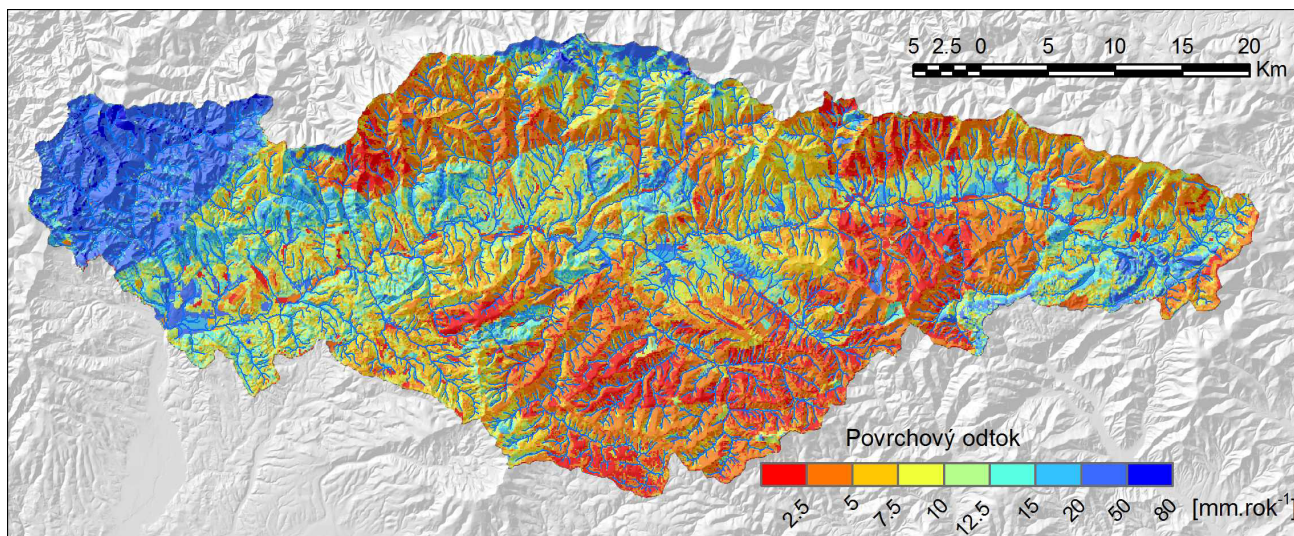
vlastností prvkov štruktúry krajiny, ako aj procesov a javov prebiehajúcich v hraniciach týchto jednotiek. Výslednou syntetickou jednotkou sú KEK (obr. 4), ktoré sú popísané atribútmi relevantnými z hľadiska hydrologických procesov v povodí. Sú základnou pracovnou homogénnou jednotkou vyvolávajúcou rovnakú hydrologickú odozvu. Ohraničené priestorové jednotky sú základnými objektmi GIS a sú na ne viazané jednotlivé uvažované parametre použitého hydrologického modelu.

Základné vlastnosti KEK vo vzťahu k hydrologickému modelovaniu:

- sú definované zákonitou vertikálnou štruktúrou jednotlivých prvkov krajinnnej štruktúry (georeliéf, geologické podložie, pôda, voda, klíma, využitie krajiny), čo umožňuje identifikovať a revidovať nelogické kombinácie atribútov;
- v hraniciach KEK je možné príslušnými metódami stanovovať jednotlivé hodnoty parametrov hydrologického modelu riadiace jednotlivé čiastkové hydrologické procesy, pričom prijímame predpoklad, že tieto hodnoty sú konštantné v rámci celej jednotky;
- je jednoduché spätne odvodiť analytické mapy na základe jednotlivých atribútov alebo ich kombinácií, pričom tieto vrstvy sú vzájomne nerozporné;
- jednotlivé typy takto vyčlenených jednotiek majú rovnakú hydrologickú odozvu, čo umožňuje redukovať množstvo parametrov charakterizujúcich každú zložku krajiny na parameter popisujúci správanie KEK ako celku;
- je jednoduché reštrukturalizovať dáta do rastového formátu pre zrážkovo-odtokové modely založené na gridovom prístupe, ako aj odvodzovať jednotky vyššieho rádu, resp. charakterizovať celé povodia;
- umožňujú stanoviť nielen vplyv jednotlivých zložiek krajiny na odtokový proces, ale aj ich synergické spolupôsobenie.

V rámci KEK boli s využitím vyššie uvedených vlastností prehodnotené nelogické kombinácie atribútov a bolo spresnené vyjadrenie priestorovej diferenciácie vlastností prvkov krajinnnej štruktúry s menšou informačnou hustotou a vierohodnosťou primárnych vstupných dát. Takto boli spracované pre každý typ KEK atribúty skeletnosti, hĺbky pôdy, hladiny podzemnej vody a pod. Obrázok 5 dokumentuje priestorovú vrstvu percentuálneho zastúpenia skeletu v humusovom horizonte odvodenú na základe vlastností KEK determinujúcich skeletnosť pôdy. Ako hlavné diferenciačné kritérium pre obsah skeletu v pôde uvádzajú viacerí autori pôdotvorný substrát (geologicko-substrátový komplex v KEK) (Mičian, 1977; Šály, 1998). Ďalej sme predpokladali, že priestorová diferenciácia obsahu skeletu v pôde je riadená vlastnosťami georeliéfu, z ktorých sme za diferenciačné považovali: priemerný sklon, morfograficko-polohový typ a geometrickú formu. Na základe týchto faktorov sme modifikovali hodnoty obsahu skeletu pre každý typ KEK. Takto vytvorená priestorová databáza je vnútorne konzistentným podkladom na odvodenie konkrétnej sady parametrov pre použitý hydrologický model. Jednotlivé priestorové výstupy z modelovania sa potom môžu spätne integrovať do komplexnej priestorovej databázy a výrazne rozširujú možnosti ďalších interpretácií v krajinnnoekologickom výskume. Príkladom takýchto digitálnych vrstiev sú vrstvy zobrazujúce priestorovú distribúciu jednotlivých zložiek odtoku (povrchový, hypodermický, podzemný). V tomto prípade sa jedná o výstupy z hydrologického modelovania, kalibrované na základe meraného prietoku v záverečnom profile povodia (obr. 6).

Priestorové analýzy a modelovanie v prostredí GIS sú v súčasnom období, aj vďaka dostupným technologic-



Obr. 6. Priestorová distribúcia priemerného ročného úhrnu povrchového odtoku (priemer za desaťročné obdobie). Zdroj: Kočický (2012)

kým možnostiam, veľmi efektívnym nástrojom výskumu krajiny a určujú trend v oblasti geovedných disciplín. Matematizácia vo výskume krajiny umožňuje vývoj a využitie čoraz komplexnejších modelov, ktoré dokážu zohľadniť priestorovú heterogenitu procesov v krajine a vplyv vlastností jednotlivých prvkov krajinnej sféry na modelovanie priestorovej a časovej diferenciácie javov a procesov v krajine. Výstupy takýchto modelov môžu poskytnúť veľmi názorné podklady, v prostredí GIS ľahko kombinovateľné s inými priestorovými vrstvami. Tieto modely sú však veľmi náročné na množstvo a kvalitu vstupných dát potrebných na odvodenie parametrov kontrolujúcich jednotlivé procesy v krajine a stupeň sofistikovanosti modelov často presahuje reálne možnosti získania potrebných údajov.

Viaceri autori sa zhodujú v názore, že práve kvalita dostupných údajov použitých na odvodenie priestorových parametrov modelov je najčastejšie limitujúcim faktorom ich presnosti a tým aj ich použiteľnosti pre jednotlivé oblasti výskumu krajiny. Z tohto dôvodu sa v článku snažíme upozorniť práve na význam tvorby konzistentnej priestorovej databázy, ktorá integruje všetky relevantné vlastnosti krajinnej štruktúry a načrtávame riešenie niektorých špecifických problémov súvisiacich s jej tvorbou.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov, ITMS: 26220220066, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

Literatúra

Cebecauer, T., Hofierka, J., Šuri, M.: Vplyv kvality údajov na modelovanie povrchového toku vody. In: Lacika, J. (ed.): Zborník

- referátov, 1. konferencia ASG pri SAV. Bratislava: ASG pri SAV, 2000, s. 27 – 34.
- Hrnčiarová, T., Miklós, L.: Morphometric Indices in the Interpretation of Water and Material Motion Dynamics Illustrated on the Example Dolná Malanta. *Ekológia (ČSFR)*, 1991, 10, 2, p. 187 – 221.
- Kočický, D.: Parametrizácia hydrologických procesov v distribuovanom modelovaní odtoku. Dizertačná práca. Bratislava: Stavebná fakulta STU, 2012, 130 s.
- Krcho, J.: Georelief as a Subsystem of Landscape and the Influence of Morphometric Parameters of Georelief on Spatial Differentiation of Landscape-ecological Processes. *Ekológia (ČSFR)*, 1991, 10, 2, p. 115 – 158.
- Mičian, L.: Všeobecná pedogeografia. Skriptá. Bratislava: PríF UK, 1977, 154 s.
- Midriak, R.: Ekologická únosnosť vysokohorských oblastí z hľadiska morfológických procesov. *Životné prostredie*, 1999, 33, 1, s. 42 – 45.
- Miklós, L.: Morphometric Indices of the Relief in the LANDEP Methods and their Interpretation. *Ekológia (ČSFR)*, 1991, 10, p. 159 – 186.
- Miklós, L., Izakovičová, Z.: Krajina ako geosystém. Bratislava: Veda, vydavateľstvo SAV, 1997, 152 s.
- Miklós, L., Matečný, I., Kozová, M.: Interpretation of the Morphometric Relief Indices for Spatial Differentiation of Microclimatic Conditions. *Ekológia (ČSFR)*, 1991, 10, 2, p. 223 – 226.
- Minár, J.: Georeliéf a geoekologické mapovanie vo veľkých mierkach. Habilitačná práca. Bratislava: PríF UK, 1998, 166 s.
- Minár, J., Tremboš, P.: Analýza georeliéfu ako podklad pre komplexný krajinnokoekologický výskum (modelové územie „Rudno“). *Acta facultatis rerum naturalium Universitas Comenianae, Geographica*, 1994, 35, p. 35 – 49.
- Minár, J. a kol.: Geoekologický (komplexný fyzickogeografický) výskum a mapovanie vo veľkých mierkach. Zborník Geografické spektrum 3. Bratislava: PríF UK, 2001, 210 s.
- Mosimann, T.: Methodische Grundprinzipien für die Untersuchung von Geoökosystemen in der topologischen Dimension. *Geomethodica, Veröff. 9. Basler Geometh. Coll., Bd. 9*, 1984, p. 31 – 65.
- Šály, R.: Pedológia. Skriptá. Zvolen: TU vo Zvolene, 1998, 177 s.

Mgr. Dušan Kočický, PhD., kocicky@esprit-bs.sk
ESPRIT, s. r. o., Pletiariska 2, 969 27 Banská Štiavnica