

Digitální model krajiny

Kolejka, J.: Digital Landscape Model. *Životné prostredie*, 2013, 47, 1, p. 38 – 42.

The surrounding world is being depicted with an enormous number of thematic maps, characterized by certain variability geometry and format. If these data layers are overlaid many false parameter combinations originate. The digital landscape model (DLM) is an example of a new style of fully integrated database reducing such data errors for efficient application in research and territory management. The DLM structure and construction principles are presented.

Key words: digital landscape model, multi-parametric data layers, logical data integration, integrated database

Modelování objektů a jevů v území je předmětem dlouhodobého zájmu prakticky všech vědeckých a technických disciplin. Umožňuje totiž vystihnout hlavní vlastnosti zájmového útvaru a demonstrovat je uživateli modelu tak, aby byly zřejmé a neztrácely se ve zmeti ostatních, relativně méně důležitých parametrů a současně vyhovovaly potřebě dostatečné přesnosti a funkčnosti. Děje se tak od nejstarších dob lidské kultury a mezilidské komunikace. V průběhu věků každodenní potřeby a nakonec i touha po poznání a přenosu vědomostí vedly k vytvoření nepřehledného spektra modelů rozmanité reality. Mezi takové modely tak patří i *modely krajiny*. Vzhledem k tomu, že krajina patří mezi nejsložitější objekty, modely zabývající se vlastnostmi okolního světa nutně vyžadují účelová zjednodušení a formalizaci. Veškeré modely krajiny se však potýkají se specifickým problémem. Zatímco tematicky užší modely v ostatních vědách a oborech lidské činnosti se *umí* náležitě abstrahovat od prakticky neomezené rozmanitosti reálného světa a *vypíchnout* a separovat klíčové vlastnosti *své problematiky*, na modely krajiny je tradičně kladen požadavek na *komplexnost*.

Tradiční modely krajiny

Modelováním se rozumí přibližná reprodukce nejcharakterističtějších vlastností originálu, přičemž tímto originálem může být libovolný předmět, proces nebo jev v reálném světě. Model je tak zjednodušeným znázorněním reálné skutečnosti, vytvářeným pro názornou představu o jejích vlastnostech (Hagget, 1979). Lze tedy modelovat vzhled, stavbu, stav a dílčí části zkoumaného objektu, tak libovolný proces nebo posloupnost stavů a procesů v něm.

Podle prostředků použitých k modelování lze odlišit následující základní způsoby modelování:

- numerické modelování (matematické či statistické);
- grafické modelování (symbolické).

Při studiu krajiny připadají v úvahu následující modely:

- (1) Modely vlastní krajiny (2D, 3D, 4D statické, dyna-

mické modely aj. dávající do souvislostí zjištěné prostorové, funkční a časové vztahy mezi proměnnými podle formalizovaných poznatků);

- (2) Modely krajinných studií (formalizované návody na úpravu, obsah, členění studií, úpravu dokumentace, citace pramenů, atd.);
- (3) Modely krajinářského výzkumu (návody pracovních postupů, myšlenková schémata, rozhodovací procesy, *flow charts* atd.).

Modely vlastní krajiny lze rovněž podrobněji klasifikovat podle technologie tvorby a použitých výrazových prostředků:

- ikonické modely krajiny (mezi ně patří kresby, náčrty, malby i dokonalé „portréty“ krajiny z tvorby umělců, snažící se vystihnout tu část reality, kterou umělec považuje za důležitou, naopak fotografie a jiné digitální záznamy pohledů již poskytují objektivní data, která však umělec může následně modifikovat, kartografické modely mají snahu podávat realitu s maximálně možnou přesností (pokud nejde o „okrasnou mapu“), zpravidla však jde o dvou- a vícerozměrné zmenšeniny krajiny libovolné dimenze: profily, mapy, blokdigramy, počítačové modely, virtuální realita;
- abstraktní modely krajiny (tyto modely s vysokou mírou schematičnosti zdůrazňují především souvislosti mezi složkami, prvky, procesy a jevy v krajině, elementy modelu jsou představovány geometrickými či jinými obrazy často zcela bez lokalizace v konkrétním prostoru);
- symbolické modely krajiny (vlastnosti krajiny jsou prezentovány formou matematických výrazů a operací, tyto modely mohou být deterministické nebo stochastické).

Obecně modely krajiny umožňují nahradit komplikovanou realitu určitou zjednodušenou zkratkou. Děje se tak sice na úkor dokonalé přesnosti, avšak s možností velice efektivního opakovatelného využívání, obzvláště u digitálních modelů. Z hlediska názornosti jsou nejpřijatelnějšími ikonické modely, ať již v jejich pozadí stojí či nestojí formalizované (matematicky abstrahované) poznatky. Je zřejmé, že k dosažení stavu *komplexnosti* všem modelům něco, či velmi

mnoho chybí. Digitální geoinformační technologie však dávají jistou naději se postupně blížit k jinak stále vzdálenému ideálnímu stavu, co se týče jak datových zdrojů, tak nástrojů konstrukce a manipulace s modelem.

Východiska k tvorbě plně integrované databáze o území

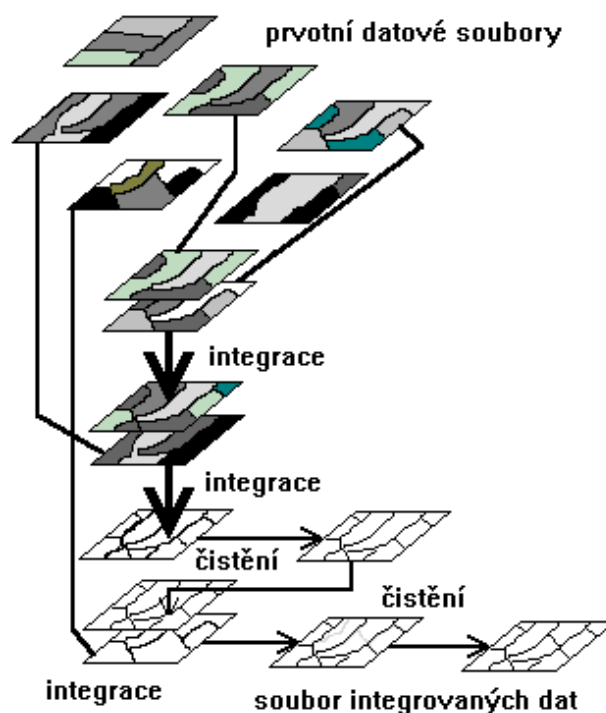
Vědní a technické disciplíny, pracující v krajině (území), pořizují data potřebná pro rozhodování ve svém oboru. Většina disciplin přistupuje k území z ryze analytického hlediska, čili specializuje se na relativně úzkou problematiku. Analytický přístup dovozuje jít do značné hloubky a podrobnosti studia specificky analýzou vymezeného předmětu. Zcela běžně se stává, že podklady z produkce různých, např. přírodovědných disciplín, se teritoriálně neshodují (nelicují), byť mapují třeba tentýž objekt. Obrisy téhož objektu podle vidění různých disciplín se tak nekryjí a v případě *naložení* analytických tematických map různého původu pak vzniká ohromné množství nereálných kombinací, jaké v přírodě a ani v humánní nadstavbě krajiny nemohou existovat. Je jasné, že pokud taková data vstupují do zpracovatelského systému, který se opírá o údaje spektra různých disciplín, je třeba reálně počítat s tím, že již od počátku bude výsledek poznamenán nemalou chybou vyplývající právě z nesouladu dat.

Bohužel hojně používané moduly (softwarové balíky orientované na řešení rozmanitých úkolů – eroze, odtok apod. – za využití multiparametrické informace) v GIS se kvalitou dat nijak nezabývají, jde pouze o naplnění jejich datových požadavků. Komplexněji pojímané a jednající disciplíny, mající mj. otázku syntézy poznatků v náplni práce (např. nauka o krajině, geoekologie, krajinná ekologie, environmentalistika), nemohou jít do takové hloubky znalostí, jak to dělají analytické vědy. Ve své práci se opírají i o takové znalosti, ale zobecňují je a dávají do věčného a územního souladu, jak je tomu v reálné krajině.

Česká republika (a podobně i Slovensko) patří mezi státy, které disponují tematicky velice širokou a přitom dostatečně podrobnou územní mapovou dokumentací. Prakticky o všech složkách přírody (u ekonomických a sociálních parametrů krajiny jsou naopak jisté rezervy) byly v minulosti sestaveny v průběhu jednotlivých mapovacích akcí kvalitní mapy. Na vstup do tematických zpracovatelských modulů v GIS je však zapotřebí komponentní data plně integrovat. Plná integrace tak zahrnuje nejen sladění všech potřebných tematických vrstev (tematických map) do jednoho měřítka, formátu, zobrazení a souřadnicového systému, ale také jejich tematického obsahu do vzájemného věčného souladu. Zatímco geometrické úpravy lze řešit běžnými nástroji GIS, pro plnou logickou (věcnou) integraci dat je zapotřebí poznatková základna krajináře. Výsledkem integrace se tak stává jednovrstevná multitematická digitální mapa se sítí homogenních areálů (polygonů).



Obr. 1. Závislostní pyramida přírodních složek krajiny jako návod pro postupnou integraci dat



Obr. 2. Schéma postupné integrace dat v GIS s průběžným čištěním dvojice integrovaných map představující referenční vrstvu pro integraci s další analytickou mapou

Každý polygon je pak popsán vektorem, který má tolik souřadnic, kolik analytických vrstev prodělalo při její tvorbě logickou integraci. V případě přírodní krajiny tak jde o vytvoření syntetické digitální mapy přírodní krajiny se sítí homogenních přírodních krajinných jednotek – přírodních geosystémů. Jednotlivé souřadnice vektoru pak budou popisovat jen takové vlastnosti jednotlivých přírodních komponent krajiny, jež jsou v daném polygonu reálné.

Vlastní logickou integraci komponentních dat je vhodné organizovat postupně po jednotlivých krocích,

ať již jde o manuální sjednocení analytických vrstev s následnou digitalizací (a vektorizací) dat, nebo semi-automaticky *on-screen*, tedy podobným způsobem, avšak na obrazovce počítače, nebo zcela automatizovaně řízenou či neřízenou klasifikací (např. pravděpodobnostním počtem či shlukováním). Integrovaná schéma lze opřít o tzv. závislostní pyramidu přírodních složek krajiny (při integraci dat o přírodních složkách krajiny), která (obr. 1) může být použita ke stanovení referenční vrstvy pro každý další krok (obr. 2).

Postupnou integrací dat jsou vytvářeny multiparametrické digitální vrstvy, které reprezentují jednotlivé prostorové struktury současné krajiny: přírodní, ekonomickou (land use a navázané údaje na parcely) a humánní (prostorové rozmístění zájmů a omezení). K humánní struktuře lze provizorně řadit údaje o spirituální struktuře krajiny (územně diferencované percepce ploch a objektů v krajině).

Také v zahraničí se pracuje na plném propojení analytických datových vrstev do logického souboru. Relativně nejlepších bylo zatím dosaženo v hydrologickém modelování, kde se používají homogenní územní jednotky REA – *Relative Elementary Area* (Sivapalan, Kalma, 1995) nebo HRU – *Hydrological Response Unit* (Flügel, 1995). Podobně byl vyvíjen tzv. ekologický bilanční model (Haber, Schaller, 1988), který se snaží postihnout vztahy mezi složkami a prvky krajiny. Německý *Landschaftsmodell* (Zölitz-Möller, 2002) je naproti tomu reprezentován pouze mnohovorstevným, logicky však neslícovaným souborem tematických a topografických map, vč. digitálního modelu terénu.

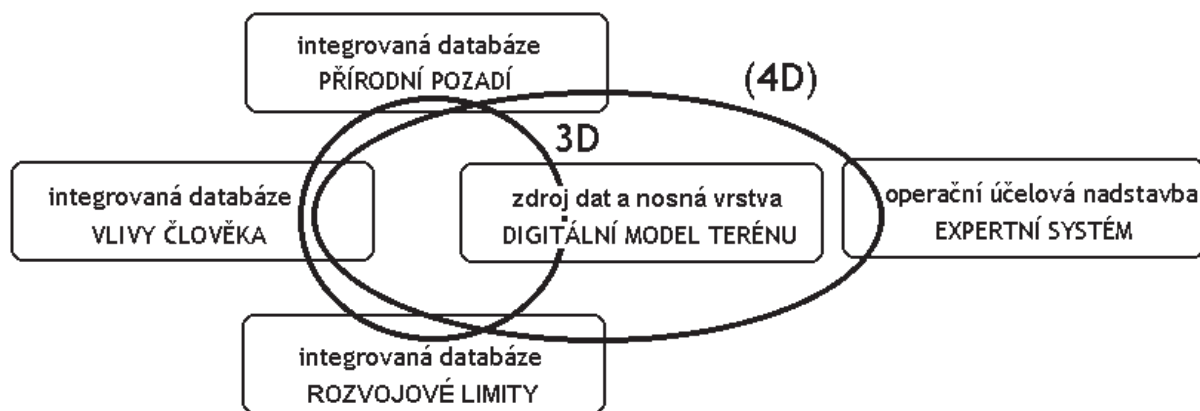
Digitální model krajiny

Z nastíněné problematiky vychází konstrukce digitálního modelu krajiny. Digitálním modelem krajiny (DMK) rozumíme minimálně tří- až čtyřrozměrné, počítačem generované schéma vybraného segmentu krajinné sféry Země zachycující ve zjednodušené,

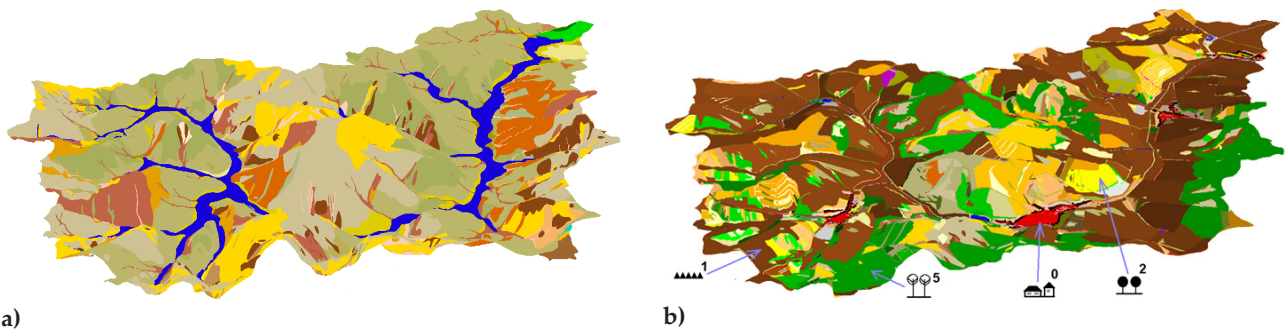
avšak integrované podobě jeho základní strukturní a v optimálním případě také dynamické rysy. První tři rozměry modelu (prostorové souřadnice) popisují strukturní aspekt modelu, zatímco čtvrtý rozměr podchycuje aspekt časový. Digitální model krajiny je tedy produktem všestranné integrace početného souboru analytických dat do limitovaného množství mnohoatributových informačních vrstev umožňujícího rozmanité statické a dynamické modelační procedury a prezentace respektující skutečné vztahy mezi proměnnými v území. Účelová manipulace s tímto modelem se děje na základě pokynů uživatele integrované databáze prostřednictvím standardních nástrojů SW GIS a/nebo pokyny z poznatkové základny či metodiky.

Pro plnění základní úlohy DMK, tj. datové podpory mnoha prostorových analýz a syntéz kladených na procedury GIS, postačují tyto mnohoatributové vrstvy a digitální model terénu (obr. 3):

- (1) Integrovaná vrstva *přírodní pozadí* (tzv. přírodní struktura krajiny) – simuluje roli mnohovorstevné databázy popisující soubor přírodních složek území. Vzniká logickou integrací analytických map o jednotlivých přírodních složkách prostředí, tj. o geologické stavbě, reliéfu, klimatu, půdních a vláhových poměrech a biotě (potenciální či rekonstruované v našich poměrech). Jde v podstatě o digitální přírodní krajinnou mapu. Referenční jednotkou, k níž jsou údaje vztahovány, je přírodní geosystém na příslušné úrovni diferenciac krajiny (rozlišovací úrovni).
- (2) Integrovaná vrstva *vlivy člověka* (tzv. ekonomická struktura krajiny) – prezentuje prostorové rozmístění lidských aktivit v území. Jednotlivé funkční areály jsou zpravidla představovány homogenními funkčními plochami v území čili areály jednotlivých forem využití ploch, v závislosti na rozlišovací úrovni digitálního modelu krajiny až homogenními plochami (parcelami) na úrov-

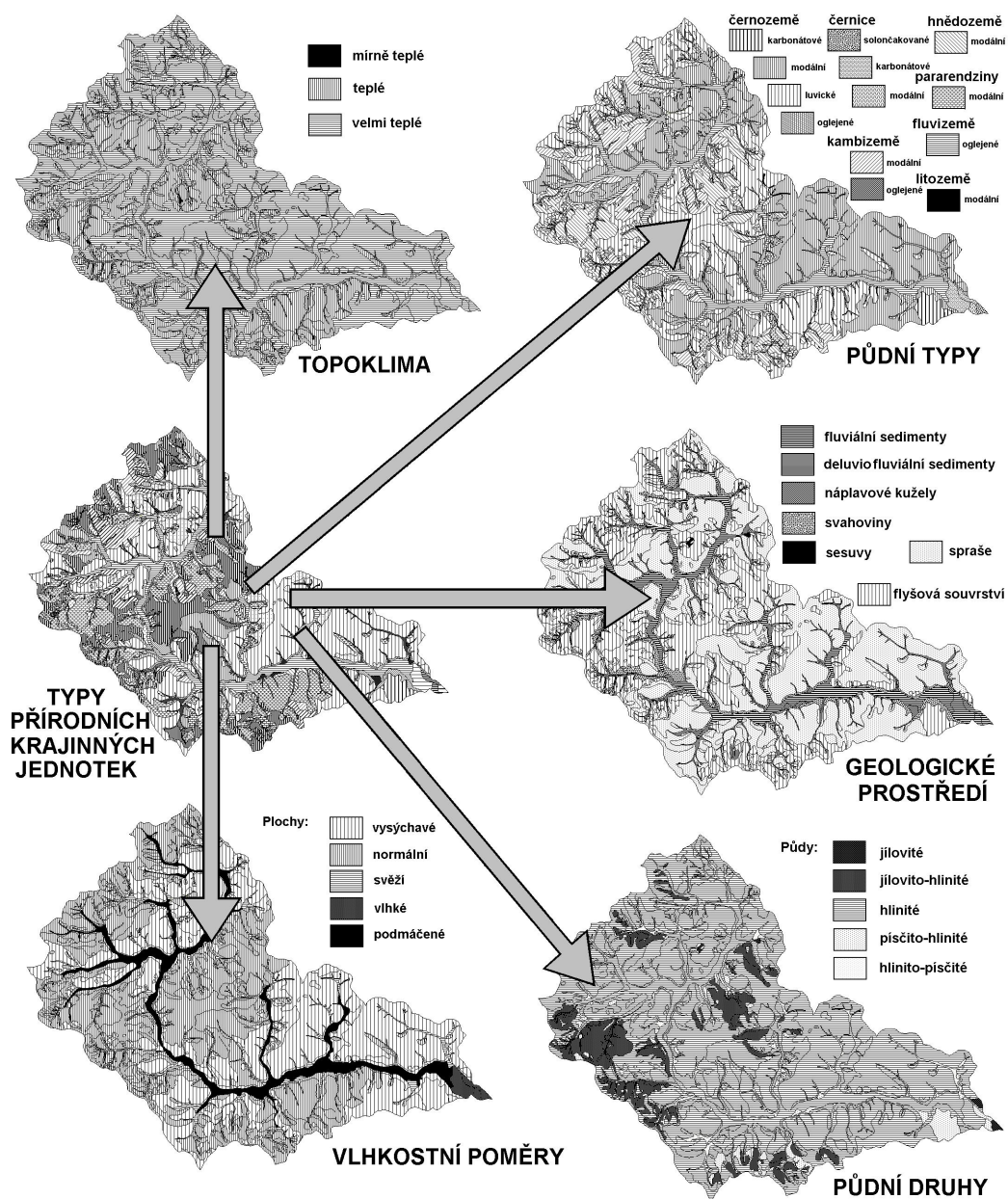


Obr. 3. Blokové schéma digitálního modelu krajiny



Obr. 4. Integrované vrstvy (databáze) přírodní pozadí (a) a lidské vlivy (b) naložené na digitální model reliéfu v různých pohledech pro povodí říčky Harasky ve Středomoravských Karpatech

Vysvětlivky: Vrstva přírodní pozadí znázorňuje integrovaná data o přírodních složkách krajiny v podobě sítě přírodních geosystémů, vrstva lidské vlivy představuje formy využití ploch s uvedením míry přeměnění krajiny člověkem pomocí tzv. koeficientu ekologické stability.



Obr. 5. Příklad rozkladu integrované vrstvy (databáze) přírodní pozadí na analytické tematické mapy o jednotlivých přírodních složkách krajiny pro povodí říčky Harasky

ni jednotlivých katastrálních území. Referenční jednotkou, k níž jsou vztaženy údaje, je parcela až část parcely, na vyšších úrovních homogenní funkční plocha až katastr, na regionální úrovni vyšší územně správní celek (od okresů přes kraj po stát).

- (3) Integrovaná vrstva *rozvojové limity* (tzv. humánní struktura krajiny) – představuje souhrn známých prostorových zájmů, ochrany, přání a omezení působících v území. Význam omezení se pohybuje od deklarovaných osobních a skupinových zájmů k pozemkům až po zájmy nadnárodní. Referenční areály rozměrově kolísají od parcely až subparcely lokální úrovni přes katastr a vyšší administrativní jednotky až po stát na úrovni regionální.
- (4) *Kostrou* digitálního modelu krajiny je digitální model terénu (DMT), který je *nosnou plochou*, na které (nebo nad/pod kterou) probíhá statická prezentace a hodnocení situací a také simulace dynamických jevů. Na ni naložené uvedené integrované datové vrstvy již fungují z tohoto hlediska jako lokalizující vztažné plochy zařadující sledovaný či modelovaný jev či proces do souvislostí s parametry území.

Vzhledem k tomu, že původní krajinou byla krajina přírodní a všechny ostatní krajiny – tedy krajiny kulturní (historické, současné a budoucí) – jsou od ní odvozeny, za digitální model krajiny lze označit již takou integrovanou databázi, která obsahuje integrovanou vrstvu přírodního pozadí a digitální model reliéfu (obr. 4). Bez této vrstvy jsou ostatní analytické i integrované datové vrstvy a jejich kombinace vždy neúplné a za digitální model krajiny je nelze označit.

Mnohoatributové vrstvy v DMK zahrnují vzájemně logicky (tematicky) slícovanou multiparametrickou informaci (o všech složkách přírody, aspektech antropického působení a rozvojových zájmech či limitech v konkrétní krajině). V případě potřeby lze každou mnohoatributovou vrstvu rozložit na analytické vrstvy (obr. 5), ovšem tentokrát již vzájemně zesouladěné, v detailech se lišící od původních – neslícovaných vrstev geodat. Navíc tento počet, limitovaný soubor digitálních multiparametrických map, je otevřeným systémem map homogenních jednotek. To znamená, že počet atributů reprezentujících každý polygon lze neustále rozšiřovat o další proměnné. Z věcného hlediska nezátíženého dogmatem principů kartografické generalizace (že to nejde naopak) probíhá procedura zvaná *nesting*, což je postup zkvalitňování obecnějších podkladů pomocí podrobnějších, byť tematicky odlišných podkladů.

Integrované vrstvy tvořící digitální model krajiny mají perspektivně široké použití pro prakticky

neomezené spektrum nasazení, počínaje rozmanitými analýzami území (cestou mapové algebry), přes účelová hodnocení a vyhledávání a statistické operaci s geodaty, konče vstupy do externích expertních systémů, různých modelů/modulů. DMK obsahuje všestranně sladěná data – daná do takových souvislostí, v jakých se nacházejí v reálném světě ve všech dotčených krajinných strukturách. To je výjimečně dobrá příležitost pro jejich všestranné využití. Díky vzájemnému souladu mohou bez problémů vstupovat do procesů práce nad územními daty všude tam, kde budou zapotřebí témata zakomponovaná do integrovaných vrstev. Soulad mezi daty bude znamenat na minimum snížené riziko pořízení chybných výsledků mnohoovětvového zpracování dat. Lze také očekávat, že kvalita integrovaných dat bude vyšší, než byla u jednotlivých analytických souborů, neboť v průběhu integrace jednotlivé analytické soubory prodělaly vzájemnou kontrolu a upřesnění. Digitální model krajiny tak představuje vzorek kvalitní dokumentace kulturní krajiny pro všestranné využití a další rozšíření.

Výsledky uvedené v příspěvku, byly získány při řešení projektu č. GA205/00/0782 Digitální model krajiny – perspektivní nástroj věd o Zemi podporovaného Grantovou agenturou České republiky.

Literatura

- Flügel, W. A.: Delineating Hydrological Response Units by Geographical Information System Analyses for Regional Hydrological Modelling Using PRMS/MMS in the Drainage Basin of the River Bröl, Germany. In: Kalma, J. D., Sivapalan, M. (eds.): Scale Issues in Hydrological Modelling. Advances in Hydrological Processes. Chichester: Wiley and Sons, 1995, p. 181 – 194.
- Haber, W., Schaller, J.: Ecosystem Research Berchtesgaden – Spatial Relations among Landscape Elements Quantified by Ecological Balance Methods. Freising-Weihenstephan: University of Technology, 1988, 30 p., ms.
- Haggett, P.: Geografija: Sintéz sovremennych znanij. Moskva: Progress, 1979, 648 p.
- Sivapalan, M., Kalma, J. D.: Scale Problems in Hydrology: Contributions of the Robertson Workshop. In: Kalma, J. D., Sivapalan, M. (eds.): Scale Issues in Hydrological Modelling. Advances in Hydrological Processes. Chichester: Wiley and Sons, 1995, p. 1 – 8.
- Zölitz-Möller, R.: Geobasisdaten für die Planung? Standort – Zeitschrift für Angewandte Geographie, 2002, 26, 3, p. 100 – 114.

Doc. RNDr. Jaromír Kolečka, CSc.,

kolejka@ped.muni.cz; kolejka@geonika.cz

Katedra geografie Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity, Poříčí 7, 603 00 Brno; Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., Ostrava, pobočka Brno, oddělení environmentální geografie, Drobného 28, 602 00 Brno