

VÍT VOŽENÍLEK

KARTOGRAFICKÉ PROSTŘEDKY GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

V. Vozenílek: *Cartographical Tools of Geographical Information Systems*. – Geografie – Sborník ČGS, 104, 4, pp. 231 – 242 (1999). – The paper examines the problems of cartographical capabilities of geographical information systems. These capabilities are assessed by several criteria. In addition the process of representation of real phenomena in digital ways is presented. The set of cartographical criteria is used to classify GIS products for their use in practical cartographical applications.

KEY WORDS: GIS – cartographical tools – digital database – data visualisation – maps.

Úvod

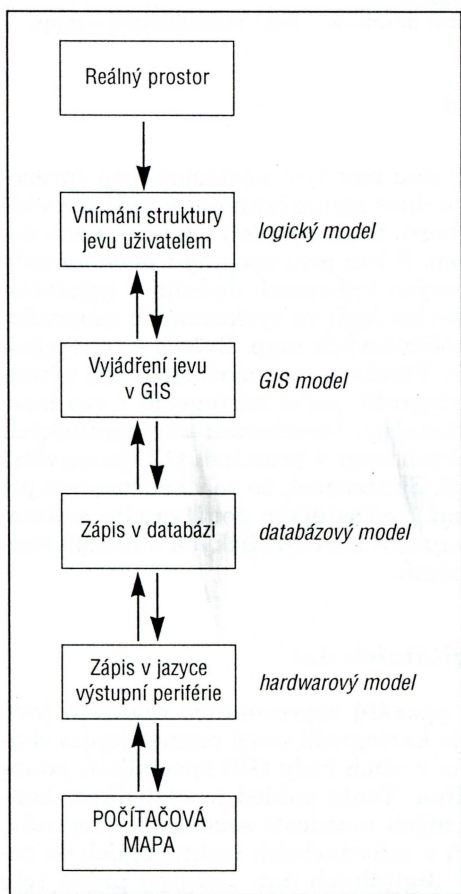
Geografické informační systémy (GIS) jsou mocným nástrojem pro zpracování prostorových dat. Jejich uplatnění je dnes samozřejmostí v řadě geovědných, ekologických, sociálních i dalších oborů. Stále rychleji doplňují nebo dokonce nahrazují tradiční metody výzkumu. S tím jsou spojeny i nové metody sběru, manipulace a prezentace prostorových informací. Jedním z nejzřetelnějších projevů uplatnění informačních technologií ve výzkumných geografických činnostech je tvorba tematických počítačových map. Svědčí o tom jejich velké množství jako výstupů z GIS studií. Přestože se v současné době výrazně uplatňují digitální technologie i v kartografii, počet kartografů v realizačních týmech GIS projektů je stále nedostatečný. Dodržování kartografických zásad uplatňovaných při tvorbě tematických map v prostředí GIS je největší slabinou počítačových kartografických děl. Skutečnost, že se v současnosti při digitální tvorbě produkty GIS nepoužívají (nejčastějším používaným softwarem je produkt OCAD), potvrzuje nedokonalost kartografických nástrojů současných geografických informačních systémů.

Vizualizace digitálních dat

S rozvojem digitálních struktur jako aparátů reprezentace reálných jevů (objektů a procesů) se postupně přisuzuje kartografii nový rozměr jejího chápání. V těchto podmínkách je kartografie v očích řady GIS specialistů pouze metoda, nikoli samostatná vědní disciplína. Tento pohled je výsledkem konfrontace potřeb GIS specialistů a současných možností soudobé kartografie, protože potřeba kartografických nástrojů v informačních technologiích se zužuje pouze na problematiku vizualizace digitálních dat. Ostatně právě toto označení se vžilo pro „kartografii v geografických informačních systémech“. V případě tradičních geoinformačních systémů se jedná o vizualizaci obsahu digitálních geografických databází.

Chápání mapy jako kartografické reprezentace digitálních dat je ze strany odborníků GIS odlišné od exaktní kartografické definice mapy jako základního kartografického díla. Mapa je obvykle prezentována ve dvojrozměrném prostoru, ale díky grafickým nástrojům informačních systémů má smysl se zabývat také vícerozměrným zobrazením i přes obtíže s vícerozměrnými transformacemi (Zevenbergen, Thorne 1989). Proto je počítačová mapa jako grafický výstup z GIS chápána jako množina obrazů bodových, liniových a plošných entit definovaných v geografické databázi svým umístěním v prostoru pomocí prostorového souřadnicového systému transformovaného a zmenšeného do roviny mapy a neprostorovým atributem vyjádřeným specifickou symbolikou.

Legenda je potom nejčastěji definována jako soubor grafických symbolů (bodových, liniových a plošných znaků) přiřazující negrafické atributy objektům z geografické databáze (Voženílek 1995). Atributy se vyjadřují pomocí barev, symbolů, rastrů, stínování atd. Pro vyjádření atributů vizualizačními nástroji GIS musejí být atributy zakódovány ve formě, která se využívá pro analýzu příslušných prostorových dat (Weibel, Heller 1992).



Obr. 1 – Proces kartografické interpretace reálných jevů (objektů a procesů) při tvorbě počítačové mapy v prostředí GIS

Zvláštní pozornost je třeba věnovat geografickým datům v digitálních datových strukturách. Počítač ani aplikační software (v tomto případě GIS) nedokáže logicky uvažovat jako člověk, a proto není schopen provádět při tvorbě počítačových map rozhodnutí, která přísluší kartografům. Musí ovšem obsahovat takové nástroje, které umožní operátorovi – kartografovi tato rozhodnutí při práci s GIS realizovat (Dickau 1992).

Proces tvorby map (tradiční analogové i digitální či počítačové) probíhá v jednotné posloupnosti kroků. Při tradiční tvorbě map existuje mezi reálným prostorem a mapou bezprostřední jednosměrná vazba (Voženílek 1993, Kaňok 1995). Neuvažujeme-li proces sestavení obsahu mapy a kartografické generalizace, nestojí v procesu tvorby mapy mezi reálným prostorem a mapou žádný prvek významně ovlivňující podrobnost, úroveň abstrakce a schematicnost reálného jevu. Nejvýznamnější ovlivňujícím faktorem těchto skutečností je samotný kartograf (Křeho 1973). Naproti tomu kartografická interpretace reálných objektů v prostředí GIS probíhá ve čtyřech krocích (viz obr. 1).

Struktura prostorových jevů prochází při tvorbě počítačové mapy několika stupni abstrakce, zjednodušení a zveřejnění. Obecně jej lze označit za

posloupnost vytváření modelů (McLaren, Kennie 1989). Při každém kroku (ve schématu na obrázku 1) dochází k vytvoření modelu a s ním spojené abstrakci, zjednodušení a zevšeobecnění. Přestože modelování v tomto případě napomáhá digitální reprezentaci prostorových jevů, vždy představuje určitou ztrátu informace, a to grafické i negrafické. Má-li být například vykreslen v systému Arc/Info malý les jako prvek zkoumaného systému (logický model), je vyjádřen v GIS jako polygon. Polygon je vektorově vyjádřen jako uzavřená linie se vztaženým bodem umístěným uvnitř polygonu. Jedná se o jednoduchý model (GIS model), ve kterém však nelze zachytit všechny negrafické informace, např. okraj lesa jako nálet různé výšky, sklonovou rozmanitost či proměnnou hustotu porostu. Následný model reálného objektu, který jej popisuje v databázi (databázový model), zjednodušuje jeho geometrickou a topologickou strukturu podle druhu zvoleného formátu digitálních dat (rastrový nebo vektorový) a parametrů souřadnicového systému. Model řízený grafickým jazykem výstupní periferie (např. HPGL, HPGL/2, MGEP) vytváří finální podobu kartografické reprezentace reálného objektu (hardwarový model). Vedle omezených možností výstupních zařízení pro vykreslení geometrie se na abstrakci modelu podílejí i prostředky jazyka mapy. Ve schématu na obrázku 1 je párem protisměrných šipek vyjádřeno vzájemné působení a ovlivňování se uvedených modelů. K nejvýraznějším změnám v abstrakci a zjednodušení podstaty reálných objektů při tvorbě mapy jako modelu jejich reálné existence dochází při vyjádření jevů v GIS. Závěrečný model naopak nejvíce ovlivňuje technickými prostředky vlastní technickou stránku kartografické reprezentace (počet barev, kartografická symbolika, fonty písem atd.).

Kartografické prostředky geografických informačních systémů

Dosavadní hodnocení kartografických nástrojů GIS byla téměř výhradně zaměřena na hodnocení pouze dvou kartografických aspektů GIS produktů (Voženílek, ed. 1995), a to:

1. Palet symbolů pro základní geoprvky, uvažované v datových modelech jednotlivých GIS. Hodnoceny byly převážně producentem dodávaných palet symbolů pro body, linie, barvy, rastry a písma. Jako přínosné byly označovány funkce, které umožňovaly tvorbu vlastních symbolů alespoň pro některé z uvedených grafických prvků.
2. Kompozice map. Hodnoceny byly předdefinované kompozice mapových listů a možnosti jejich úprav. Často některé produkty obsahovaly „default“ nevyhovující mapové kompozice (neobsahovaly všechny základní kompoziční prvky). Jako přínosné byly označovány nástroje na vytváření nadstavbových kompozičních prvků a jejich případnou editaci přímo v prostředí GIS.

V době, kdy nad počítačovou tvorbou map stále výrazně převažovala manuální kartografická práce, byly i ty nejjednodušší vizualizační nástroje softwarových produktů přijímány velmi tolerantně. Důvodem byla i značná absence rozsáhlých digitálních prostorových databází, které se dnes používají jako digitální banky kartografických dat (Voženílek 1995). Současné podmínky umožňující využívání těchto zdrojů (např. ZABAGED nebo DMÚ), jejich snadná dostupnost a široké využívání GIS v praxi vyžadují podstatně přísnější kritéria hodnocení jejich kartografických nástrojů GIS.

Přesto je třeba poznamenat, že i tyto studie zaměřené na dílčí hodnocení GIS produktů byly přínosným zdrojem pro zlepšování vizualizačních prostředků GIS (Voženílek 1995).

V následující části příspěvku jsou charakterizovány tři základní aspekty kartografických prostředků GIS, které jsou základními kritérii jejich hodnocení, a to mapová syntaxe, kompoziční nástroje a konstrukční schopnosti.

Mapová syntaxe

Mapová syntaxe, tj. podle J. Pravdy (1990) „teoretický model, grafický vzor, paradigma, princip, pravidlo mapové znakovsladby, resp. skládání (vkládání, umísťování) znaků do mapové osnovy“, je nejreprezentativnějším a nejprehlednějším přístupem kategorizace mapových syntaktických jevů. Základní mapové syntaktické typy podle J. Pravdy (1990) představují maximálně možné případy kartografické interpretace reálných jevů reprezentovaných v datových strukturách GIS.

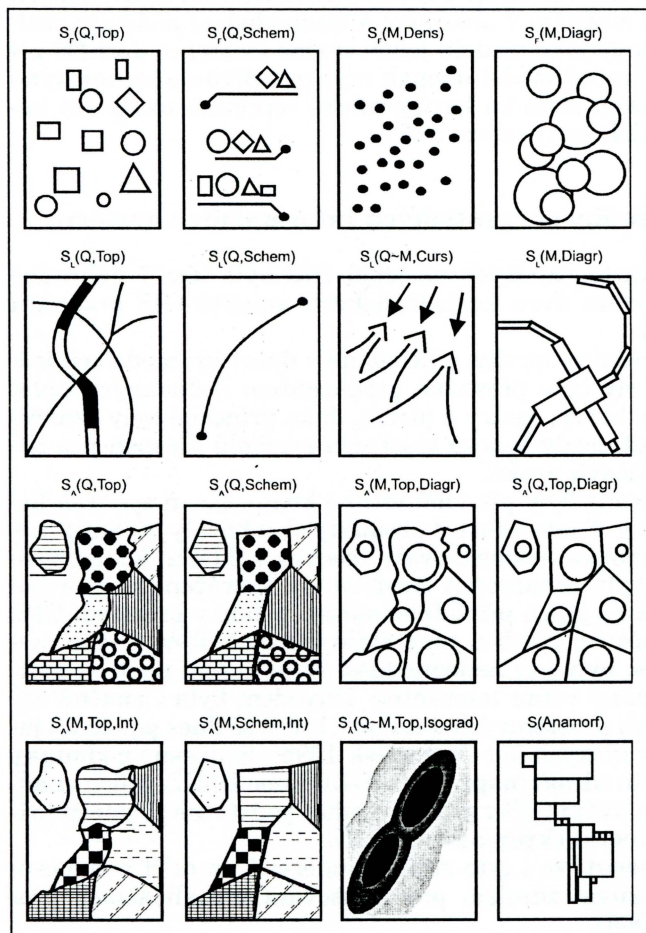
Při vymezování syntaktických typů (Pravda, 1990) byly použity následující klasifikační znaky:

1. typizačně znakové – S_F figurální, S_L lineární, S_A diskretní, S spojitě areálové,
2. kvalitativní (Q) a kvantitativní (M),

3. lokalizační – *Top* topografická lokalizace, *Schem* – schematická lokalizace,

4. speciální – *Dens* – hustotní, *Diagr* – diagramové, *Curs* – směrové, *Int* – intenzivní odstupňované kvantitativně, *Isograd* – izogradační (izoliniové), *Anamorph* – anamorfni.

Na základě výše uvedených klasifikačních



Obr. 2 – Základní sémantické vyjadřovací způsoby používané v tematické kartografii (podle Pravdy 1990). Použité zkratky klasifikačních znaků: 1. typizačně-znakové: S_F – figurální, S_L – lineární, S_A – diskretní, S – spojitě areálové; 2. kvalitativní (Q) a kvantitativní (M); 3. lokalizační: *Top* – topografická lokalizace, *Schem* – schematická lokalizace; 4. speciální: *Dens* – hustotní, *Diagr* – diagramové, *Curs* – směrové, *Int* – intenzivní odstupňované, *Isograd* – izogradační, izoliniové, *Anamorph* – anamorfni.

S_F	Q	Top~Schem	$S_F(Q, Top\sim Schem)$
	M	Dens	$S_F(M, Dens)$
		Diagr	$S_F(M, Diagr)$
S_L	Q	Top~Schem	$S_L(Q, Top\sim Schem)$
	M	Curs	$S_L(Q\sim M, Curs)$
		Diagr	$S_L(M, Diagr)$
S_A	Q	Top~Schem	$S_A(Q, Top\sim Schem)$
	M	Top~Schem, Diagr	$S_A(M, Top\sim Schem, Diagr)$
		Top~Schem, Int	$S_A(M, Top\sim Schem, Int)$
S_A	Q~M	Isograd	$S_A(Q\sim M, Isograd)$
(S_F, S_L, S_A)	(M)	Anamorf	$S(Anamorf)$

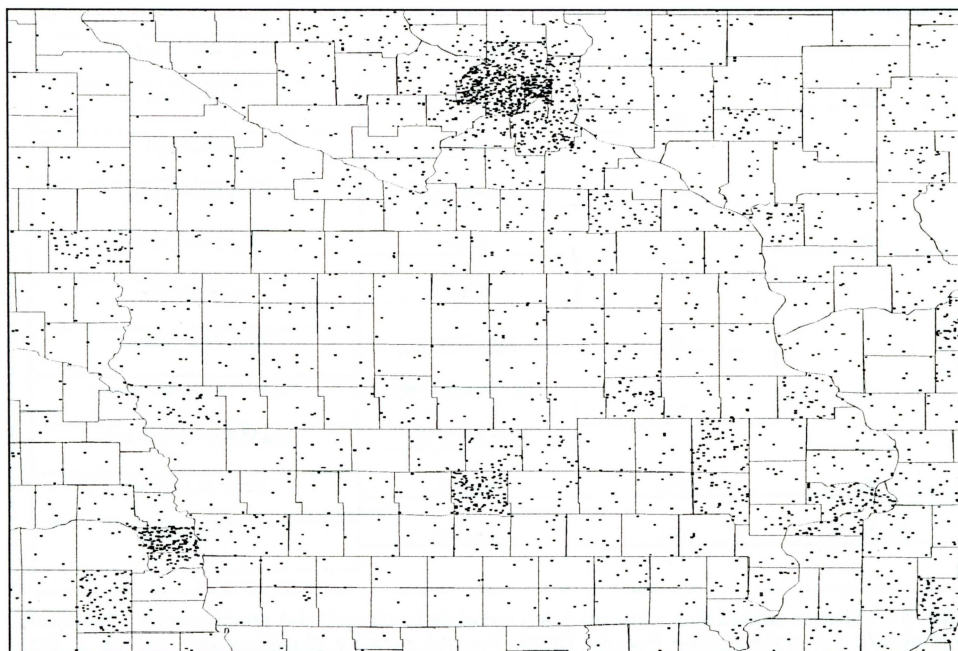
Obr. 3 – Schéma základních sémantických vyjadřovacích způsobů používaných v tematické kartografii (upraveno podle Pravdy 1990). Použité zkratky klasifikačních znaků: 1. typizačně – znakové: S_F – figurální, S_L – lineární, S_A – diskrétní, S – spojité areálové; 2. kvalitativní (Q) a kvantitativní (M); 3. lokalizační: Top – topografická lokalizace, Schem – schematická lokalizace; 4. speciální: Dens – hustotní, Diagr – diagramové, Curs – směrové, Int – intenzivní, kvalitativně odstupňované, Isograd – izografační, izoliniové, Anamorf – anamorfní.

znaků vymezil J. Pravda 16 základních mapových syntaktických typů (viz obr. 2 a 3).

Má-li být GIS použit nejen jako nástroj vstupu, správy a analytického zpracování digitálních prostorových dat, ale také jako nástroj jejich vizualizace, musí plně zabezpečit jejich kartografickou interpretaci. Je tedy úkolem GIS poskytnout kartografům nástroje k realizaci výše uvedených základních mapových syntaktických typů. Protože současné produkty GIS disponují pouze omezenými schopnostmi vyjádřit obsah digitální geografické databáze, je při kartografické tvorbě upřednostňován speciální kartografický software (např. OCAD). Ten však naopak není schopen zabezpečit při zpracování prostorových dat analytické funkce, které jsou základem GIS. Tím vyvstává nutnost konverze dat vytvořených v GIS do profesionálních kartografických programů. Při této konverzi dochází nejen k navýšení časové náročnosti tvorby map, ale také k nutnosti osvojení si dvou softwarových produktů a velmi často i ke ztrátám informací při konverzi datových formátů obou systémů.

Při hodnocení produktů GIS je nezbytné povšimnout si i schopností statistického, popř. analytického vyhodnocení digitálních atributových dat, které je nutné pro vizualizaci vlastností objektů (měst, okresů, řek apod.). Jedná se především o určení velikostních stupnic při tvorbě kartogramů a kartodiagramů. Bez objektivního statistického šetření nelze správně interpretovat obsah geografické databáze a sebelepší nástroje pro práci s geometrickou složkou digitálních dat nepomohou k širšímu využití GIS v kartografické tvorbě.

Schematičnost je značným problémem snad všech produktů GIS. Realizace schematizovaných metod (například anamorfóza) je komplikovanou kartogra-



Obr. 4 – Tečková metoda provedená v programu ArcView GIS

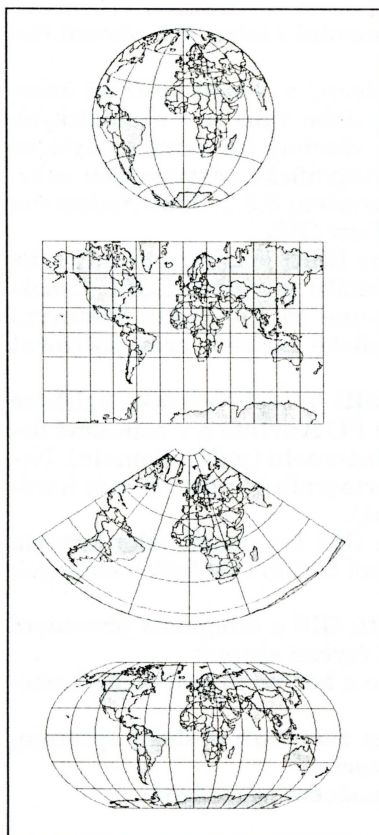
fickou úlohou, kterou doposud dovedou provádět pouze nejvyspělejší specializované softwary.

Kompoziční možnosti

Kompozicí mapy se rozumí rozmístění základních náležitostí mapového díla na mapovém listu (Voženílek 1999). Závisí především na účelu a měřítku mapy, kartografickém zobrazení, tvaru a velikosti znázorňovaného území a na formátu mapového listu. Kompozice mapy úzce souvisí s účelem mapy. Účel každé mapy musí být stanoven zcela jednoznačně. Musí být z něho zřejmý cíl, jemuž má příslušná mapa sloužit, okruh budoucích uživatelů (jejich vzdělání a kvalifikaci i praktickým zkušenostem), způsob užití a práce s mapou (případně její vazby na další mapová díla).

Základními kompozičními prvky mapy jsou název, legenda, měřítko, tiráž a vlastní mapa. Základní kompoziční prvky musí obsahovat každá mapa. Výjimky tvoří pouze mapy, které jsou součástí rozsáhlejších souborů mapových děl (např. státní mapová díla). U nich mohou být některé prvky (např. legenda) uvedeny v samostatné publikaci (technickém projektu).

Realizace základních kompozičních prvků pomocí kartografických prostředků GIS je základním požadavkem, má-li být akceptován i ten nejjednodušší mapový výstup. Nelze se však spokojit s nástrojem, který nenabízí žádná alternativní provedení jednotlivých prvků. Je nezbytné, aby kartografické prostředky umožňovaly základním kompozičním prvkům především změnu polohy, parametrů (např. druhy měřítek mapy), volbu písma (velikosti, barvy, rodu, sklonu aj.) a jejich strukturování (např. uspořádání a hierarchizaci legendy nebo tiráže). Systém IDRISI ani ve své verzi IDRISI for Windows nedokázal splnit tyto požadavky a neumožňuje do mapové kompozice přidat ti-



Obr. 5 – Různá kartografická zobrazení provedená v prostředí ArcView GIS (Lambertovo azimutální, Mercatorovo válcové, Ptolemaiovo kuželové, Robinsonovo obecné)

ráž ani volit specifické měřítko. Jeho kartografické prostředky jsou nevyhovující, přestože se jedná o produkt s kvalitními analytickými funkcemi.

Konstrukční schopnosti

Produkty pro tvorbu map musí být schopné nejen realizovat výše uvedené metody a sestavit vhodnou mapovou kompozici, ale i provádět základní konstrukční kartografické operace. Jedná se především o konstrukce různých kartografických zobrazení (včetně geodetických zobrazení), transformace souřadnic, výpočty kartografických souřadnic, generování souřadnicových sítí, tvorba rámu, výpočty zkrácení a stanovení různých druhů měřítek. Tyto úlohy jsou natolik specifické, že je dovedou provádět pouze specializované kartografické programy.

Některé GIS produkty mohou provádět afinní nebo geometrické transformace nebo změnu kartografického zobrazení. Tyto úlohy lze provádět v systému Arc/Info. Ovšem žádný běžně dostupný GIS produkt není schopen provádět všechny výše uvedené konstrukční operace.

Nezanedbatelným požadavkem na kartografické nástroje GIS produktů je možnost importu, exportu a konverze formátů dat. S velkým množstvím technických nástrojů pro sběr, správu, analýzu a prezentaci digitálních dat (DPZ, GPS aj.) narůstá úloha datových standardů.

Hodnocení vybraných produktů GIS

Výstupní nástroje pro kartografické vyjádření digitálních prostorových dat byly hodnoceny u následujících GIS produktů:

IDRISI – Jedná se o jednoduchý rastrový GIS sestavený především pro výuku geoinformačních technologií a základů GIS. Nabízí širokou paletu nástrojů pro zpracování rastrových obrazů, spektrálních analýz, provádění statistických hodnocení prostorových dat, prostorových analýz a jednoduchých mapových prezentací. V současné době na trhu nahradila DOS verzi novější verze pracující v prostředí Windows – nejnověji verze IDRISI 32.

TopoL – Představuje český produkt firmy HELP SERVICE GROUP řadící se mezi úspěšné systémy zpracování topografických a tematických digitálních dat. Umožňuje správu rastrových i vektorových dat a budování prostorových digitálních databází. Má příjemné prostředí pro digitalizaci mapových podkladů a nástroje pro realizaci geodetických úloh. Nejnovější verzí je TopoL for

Windows 5.0. Je vhodným prostředím pro zpracování rastrových obrazů (letecké a družicové snímky).

PC Arc/Info – je přední GIS firmy ESRI využívaný v oblasti aplikací informačních technologií v geovědních disciplínách. Jeho využití v ekologických a geografických studiích je obrovské. Obsahuje všechny základní analytické nástroje, které současné systémy používají. Kartografické nástroje jsou zahrnuty v modulu Arcplot. Nejnovější verze nese označení 3.5.2. Jako nadstavba a tzv. prohlížečka dat je používán produkt ArcView GIS.

ArcExplorer – Tento vizualizační nástroj firmy ESRI je komponovaný také jako internetová prohlížečka dat v datovém formátu produktů ESRI. Umožňuje vizualizaci digitálních dat dostupných on-line na Internetu. Sestavení mapy je možné tisknout přímo na výstupní grafické zařízení nebo pořizovat exportní či tiskové soubory.

ArcView GIS – Jedná se o program firmy ESRI je sestaven jako aplikace pracující pod Windows, je nezávislý na systému PC Arc/Info a v současné době je jeho verze ArcView 1.0 volně dostupná na Internetu (public domain). Novější verze ArcView GIS 3.1 obsahuje silnější kartografické nástroje a je hardwarově klíčována (což se projevuje i na jeho ceně).

K posouzení výstupních nástrojů vybraných GIS lze použít jako kritéria hodnocení kartografických prostředků v prostředí těchto systémů uvedených v tabulce 1.

Bylo provedeno hodnocení vybraných produktů GIS a schopnost provedení jednotlivých kritérií (úkonů) byla klasifikována čtyřmi stupni:

- výborné – hodnocený úkon lze provést snadno a bez problémů podle kartografických zásad
- přijatelné – úkon lze provést po velmi dobrém zvládnutí obsluhy systému, neexistuje interaktivní nástroj pro jeho realizaci
- méně vhodné – úkon lze vykonat v jediném možném provedení
- nevhodné – úkon nelze vykonat vůbec.

Závěr

Kartografie jako věda poskytuje dalším vědním oborům metody a prostředky názorné vizualizace prostorových jevů. Tyto metody jsou již dnes běžně využívány a obecně přijímány. Proto nelze připustit úvahu, že některé metody kartografické interpretace obsahu digitálních prostorových databází nebudou používány jen z toho důvodu, že GIS zabezpečující správu těchto databází neobsahuje nástroje na realizaci konkrétní kartografické metody. Naopak je logicky zřejmé, že vývojářské týmy musejí nezbytně nabídnout nástroje k vizualizaci digitálních dat v takové metodě, která je pro daný účel a měřítko nejvhodnější. Teprve nebudou-li technické prostředky překážkou při tvorbě kartografických děl, lze hovořit o GIS jako vhodných prostředcích digitální kartografie. Zatím tomu tak není.

Jako systémy vyhovující pro kartografickou tvorbu lze přijmout ty produkty, které dovolují realizovat nejpoužívanější syntaktické typy, rozšířenou kompozici map a základní konstrukční operace. Doposud ovšem není mezi nimi produkt absolutně vyhovující profesionální počítačové tvorbě map. Přesto je možné výše uvedené systémy k tvorbě počítačovým map doporučit. Případná schopnost kombinací více syntaktických typů zvyšuje jejich kartografický potenciál (Kusendová 1997).

Mezi hodnocenými systémy vyhověly pro kartografické účely všechny produkty GIS kromě programu IDRISI for Windows. Ten umožňuje vytvořit pouze jedi-

Tab. 1 – Kritéria hodnocení kartografických nástrojů GIS produktů

<p>Mapová syntaxe: Bodové znaky Liniové znaky Barva Stupňovaná barvavy Rastry Orientace bodů Orientace linií Uživatelské symboly Kartodiagramy Stupňovaný symbol Tečková metoda Interpolace Schematičnost Strukturování popisu Strukturovaná legenda Kombinace formátů Kombinace více syntaktických typů</p>	<p>různorodost bodových znaků v předdefinovaných paletách různorodost liniových znaků v předdefinovaných paletách různorodost barevných palet (včetně šedých odstínů) v předdefinovaných paletách, možnost vytváření vlastních barev a barevných palet tvorební barevné stupnice pro kvantitativní rozlišení možnost změny parametrů rastru (hustoty, struktury, tloušťky a orientace) rotace bodových znaků vyjádření směru liniových znaků možnost tvorby vlastních kartografických znaků (bodových, liniových, plošných) tvorba diagramů z atributových dat bodových a plošných entit možnost změny tloušťky liniových znaků a velikosti bodových znaků možnost vyjádření kvantity tečkovou metodou nástroje pro interpolační metody vyjádření schematického tvaru liniových a plošných entit (např. anamorfóza) – možnost změny parametrů písma v popisu prvků obsahu mapy (včetně umístění podél křivek) možnost strukturování legendy do skupin, vytvoření popisu skupin, možnost použití desetinného popisu legendy, rozdělení legendy na části, změny syntaktiky i sémantiky kartografického vyjádření v legendě paralelní vykreslení rastrových a vektorových dat možnost realizace více syntaktických typů v jedné kartografické interpretaci (např. kartogramu a kartodiagramu)</p>
<p>Kompoziční možnosti: Základní kompozice Rozšířená kompozice Rozlišení popisu Interaktivní měřítko Vedlejší mapy Směrovka Editace textových polí Vkládání rastrových polí a bitmap</p>	<p>vytvoření kompozice mapy sestávající z 5 základních kompozičních prvků: titul, tiráž, měřítko, mapové pole a legenda; jejich interaktivní rozmístění, úprava velikosti, výběr textových fontů doplnění základní kompozice o další kompoziční prvky: tabulky, poznámky, grafy, diagramy, fotografie, logo, blokdigramy; jejich interaktivní rozmístění, úprava velikosti, výběr textových fontů možnost použití různých fontů, sklonů, řezů, barev, orientace textu kompozičních prvků při změně rozměrů zrcadla mapy se automaticky upraví grafické i číselné měřítko, včetně standardního popisu možnost vytvářet na mapovém listu více mapových polí včetně všech jím odpovídajících základních kompozičních prvků možnost vykreslení směrovky a změny její orientace provedení textů v rozsahu standardních textových editorů použití různých grafických rastrových prvků jako nadstavbových kompozičních prvků</p>
<p>Konstrukční schopnosti: Kartografická zobrazení Souřadnicové sítě Transformace souřadnic Zkreslení Tvorba rámu mapového pole Výstupní formáty</p>	<p>konstrukce map v různých kartografických zobrazeních generování různých druhů sítí (zeměpisných, kartografických, orientačních, kilometrových aj.) možnost afinní a geometrické transformace souřadnic vektorových i rastrových dat výpočet libovolného zkreslení v kterémkoli místě mapového pole průběh rámu mapového pole podle souřadnicových sítí i podle libovolného směru možnosti konverze finální mapy do výstupních formátů</p>

Tab. 2 – Srovnání výstupních nástrojů vybraných GIS produktů

	IDRISI	TopoL	PC Arc/Info	ArcExplorer	ArcView GIS
Mapová syntaxe:					
Bodové znaky	=	+	***	+	***
Liniové znaky	=	+	***	+	***
Barva	+	+	***	+	***
Stupňovaná barva	=	+	+	=	***
Rastry	–	=	+	=	+
Orientace bodů	–	–	+	=	=
Orientace linií	–	–	+	=	=
Uživatelské symboly	–	=	+	+	+
Kartodiagramy	–	–	=	=	+
Stupňovaný symbol	–	=	+	=	***
Tečková metoda	–	–	–	–	+
Interpolace	=	–	–	–	–
Schematičnost	–	–	–	–	–
Strukturování popisu	–	+	+	=	***
Strukturovaná legenda	–	–	+	–	***
Kombinace formátů	–	=	=	=	=
Kombinace syntaktických typů	–	=	=	=	=
Kompoziční možnosti:					
Základní kompozice	=	=	***	+	***
Rozšířená kompozice	–	–	***	=	***
Rozlišení popisu	=	=	***	+	***
Interaktivní měřítko	=	***	***	***	***
Vedlejší mapy	–	–	+	=	***
Směrovka	=	–	+	=	***
Editace textových polí	–	–	=	–	–
Vkládání rastrových polí a bitmap	–	–	–	–	+
Konstrukční schopnosti:					
Kartografická zobrazení	=	+	+	–	+
Souřadnicové sítě	–	–	–	–	+
Transformace souřadnic	=	=	+	=	***
Zkreslení	–	–	–	–	–
Tvorba rámu mapového pole	–	–	–	–	–
Výstupní formáty	=	+	+	+	+

Kategorie hodnocení: *** výborné, + přijatelné, = méně vhodné, – nevhodné

nou mapovou kompozici pro zobrazení rastrových dat a minimální prezentační nástroje pro vektorová data. Systémy využívající prostředí Windows přenášejí jejich výhody do procesu tvorby počítačových map. Nejlépe hodnoceným systémem byl ArcView GIS 3.1. Ve většině hodnocených obdržel hodnocení výborné.

Jednoznačně lze tvrdit, že doposud není možné hovořit o uvědomění si neuspokojivé situace při tvorbě kvalitních map v prostředí GIS. Jinak by producenti předních světových informačních systémů vyvinuli takové výstupní moduly, se kterými by byli kartografové spokojeni a používali by je k tvorbě profesionální mapy. Zatím tomu však tak není.

Mezi hodnocenými systémy je i produkt firmy ESRI ArcView GIS 3.1, který patří mezi nejaktuálnější prezentační nástroje systému PC Arc/Info. I další světové systémy sestavují podobné prohlížečky dat jako kartografické nadstavby systémů.

Soudobá vysoce kvalitní kartografická díla jsou vytvářena pomocí speciálních programových produktů, které nejsou součástí ani nadstavbou GIS. Využívají sice rozsáhlé digitální databáze (digitální mapy) jako je například The Digital Chart of the World (Voženílek 1995), ale pro vlastní tvorbu vyžadují mocnější nástroje než ty, které GIS poskytuje. Díky svým širokým analytickým možnostem ovšem představují GIS vhodné prostředí pro vývoj kartografických expertních systémů.

Výběr hodnocených systémů byl ovlivněn dostupností výše uvedených produktů na pracovišti autora. Dalšími často používanými GIS pro kartografické účely jsou především produkty MapInfo (MapInfo Corp.), World (Autodesk) a GeoMedia (Inregraph).

Nejdůležitějším poznatkem z kartografické práce s produkty GIS je skutečnost, že problematika kartografie se v prostředí GIS zužuje na oblast vizualizace digitálních dat. Tím má kartografie jako vědní disciplína v oboru geografických informačních systémů nástrojový nikoli analytický charakter.

Současný trend rozšiřování palety nástrojů kartografického modelování v produktech GIS (i ve formě nadstavbových programů), nasvědčuje sblížování technologie GIS a speciálních kartografických softwarových produktů.

Literatura:

- DIKAU, R. (1992): Geomorphic Landform Modelling Based on Hierarchy Theory. Proceeding of International Conference on Spatial Data Handling. Charleston, s. 230-239.
- KANOK, J. (1995): Die Farbenuswahl bei der Bildung von Urheberoriginalen der Thematischen Karten in der Computer. Acta facultatis rerum naturalium Universitas Ostraviensis 1995, Ostrava, s. 21-31.
- KRCHO, J. (1973): Morphometric Analysis of Relief on the Basic of Geometric Aspect of Field Theory. Acta Geographica Universitatis Comenianae, Geographico-Physica, č.1., Bratislava 428 s.
- KUSEDOVÁ, D. (1997): Hodnotenie kartografických nástrojov vo vybraných produktoch GIS. Geodetický a kartografický obzor, 43/85, č. 8-9, s. 170-176.
- MCLAREN, R. A., KENNIE, T. J. M. (1989): Visualisation of digital terrain models: techniques and applications. In: RAPER, J. (ed.): Three dimensional applications in GIS. London, s. 79-97.
- PRAVDA, J. (1990): Základy koncepcie mapového jazyka. GÚ SAV, Bratislava 168 s.
- VOŽENÍLEK, V. (1993): Digitalizace a konverze dat. Sborník ČGS, 98, č. 4, Praha s. 236-241.
- VOŽENÍLEK, V. (1995): Environmentální databáze v prostředí GIS., GeoForum, 2, č. 1 Bratislava.
- VOŽENÍLEK, V., ed (1995): Zpracování digitálních dat v GIS a digitální kartografii. Sborník příspěvků kartografického symposia Olomouc 95, Olomouc, 131 s.
- VOŽENÍLEK, V. (1996): Output Tools of GIS for Cartographical Purposes. Proceeding of conference Brno-GIS 1996. Brno.
- VOŽENÍLEK, V. (1999): Aplikovaná kartografie I – tematické mapy. Olomouc, Vydavatelství UP, 167 s.
- WEIBEL, R., HELLER, M. (1992): A Framework for Digital Terrain Modeling. Proceeding of International Conference on Spatial Data Handling. Charleston, s. 219-229.
- ZEVENBERGEN, L. W., THORNE, C. R. (1989): Quantitative Analysis of Land Surface Topography. Earth Surface Processes and Landforms, 12, s. 47-56.

Summary

CARTOGRAPHICAL TOOLS OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Geographical information systems (GIS) have very powerful analytical capabilities. Further, their output tools are used for creation of computer maps. The process of

representation of reality in traditional maps is quite straight without any barriers (see Figure 1). There are a number of steps disturbing this process. Each structure presented in Figure 1 involves modelling and certain level of abstraction. Due to this abstraction some information become lost. Cartography is then applied as a method for digital data visualisation.

Former studies that assessed GIS cartographical tools were focused on two aspects: (i) palettes of point, line and polygon elements and text fonts, and (ii) map composition. However, cartographical requirements on GIS are much wider. This paper presents three basic fields (criteria groups) for assessment of GIS cartographical tools:

1. map syntax – point symbols, line symbols, colours, graduated colour, hatches, point direction, line direction, user-specified symbols, cartodiagrams, graduated points, dot method, interpolation, schematic abstraction, label structuring, structuring of legend, format combination, combination of more syntactic types;

2. map composition capabilities – basic composition, extended composition, label differing, interactive scale bar, supplement maps, map arrow, editing of text fields, paste of raster fields and bitmaps;

3. construction possibilities – cartographical projections, georeferencing, transformation of co-ordinates, distortion, frame, output formats.

The output tools of selected GIS (IDRISI for Windows, TopoL for Windows, PC Arc/Info 3.5.2, ArcExplorer and ArcView GIS 3.1) were compared by a set of cartographical criteria. This set includes basic and extended map composition, interactive scale, north arrow, point symbols, line symbols, shade symbols, combination of raster and vector formats, etc. The evaluation was best in the case of ArcView GIS 3.1, but there still some aspects to be improved. IDRISI for Windows system has unsuitable output capabilities for cartographical purposes.

Fig. 1 – Process of cartographical interpretation of real phenomena (objects and processes) in computer map construction in GIS.

Fig. 2 – Basic semantic interpretation methods used in thematic cartography (by Pravda, 1990). Used acronyms for classification aspects: 1. symbolical: S_F – figural, S_L – linear, S_A – discrete, S – continuous areas, 2. qualitative (Q) and quantitative (M), 3. localisational: Top – topographical localisation, Schem – schematic localisation, 4. special: Dens – density, Diagr – diagram, Curs – direction, Int – intensity, Isograd – isoline, Anamorf – anamorphic.

Fig. 3 – Scheme of basic semantic interpretation methods (adjusted by Pravda, 1990). See fig. 2.

Fig. 4 – Dot method applied in ArcView GIS.

Fig. 5 – Various cartographical projections created in ArcView GIS (Lambert Azimuthal, Mercator Cylindrical, Ptolemaios Conic, Robinson).

(Pracoviště autora: katedra geografie Přírodovědecké fakulty UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc.)

Lektorovali Pavel Červený a Svatopluk Novák