Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta informatiky a statistiky

Diplomová práce

2009 **Vít Hlaváč**

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta informatiky a statistiky

Geografický IS jako Decision Support System

Vypracoval: Bc. Vít Hlaváč

Vedoucí práce: Ing. Stanislava Mildeová, CSc.

Rok vypracování: 2009

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Veškeré použité podklady, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a citovány v textu podle normy ČSN ISO 690.

V..... dne ..... Podpis: .....

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat společnosti Arcdata Praha s.r.o. za poskytnutí cenných rad a zapůjčení odborné literatury a také především mé vedoucí práce Ing. Stanislavě Mildeové, CSc. za její trpělivost a nepřeberné množství neocenitelných rad a podnětů.

Abstrakt:

Tato práce se zabývá vztahem geografických informačních systémů a systémů pro podporu rozhodování. Jejím úkolem je ověřit hypotézu, zda je možné geografické informační systémy považovat za systémy pro podporu rozhodování. Úvodní kapitola je věnována vysvětlení, co je to GIS a jaké je jeho využití v praxi. Druhá část se zabývá definicí systémů pro podporu rozhodování. V závěru práce jsou pak uvedeny příklady z praxe, které mají pomoci potvrdit nebo vyvrátit zkoumanou hypotézu.

Klíčová slova:

Geografický informační systém, GIS, systém pro podporu rozhodování, DSS, prostorová data

Abstract:

This thesis deals relationship between geographical information systems and decision support systems. Its objective is to verify hypothesis, if it is possible to consider geographical information systems as decision support systems. Opening chapter attends to explanation what is GIS and its usage in practise. Second part is engaged in definition of decision support systems. There are some examples from practise, which help us confirm or refuse the hypothesis, in the last chapter.

Keywords:

Geographical information system, GIS, decision support system, DSS, spatial data

Obsah

1 Úvod 8

2 Co je to GIS 10

2.1 Historický vývoj 11

2.2 Problémy počátku používání GIS 13

2.3 Využití GIS v současnosti a možnosti v budoucnu 14

2.3.1 Veřejná správa 14

2.3.2 Přírodní zdroje 14

2.3.3 Inženýrské sítě 15

2.3.4 Vzdělávání 15

2.3.5 Doprava 16

2.3.6 Obrana 16

2.3.7 Zdravotnictví 16

2.3.8 Kartografie 17

2.3.9 Další obory 17

2.4 Tři pohledy na GIS 17

2.4.1 Pohled geodatabáze 18

2.4.2 Pohled geovizualizace 20

2.4.3 Pohled zpracování dat 21

2.5 Přehled současných systémů 23

2.5.1 Cenové relace vybraných produktů 24

2.6 Geografická informace 27

2.6.1 Geografická poloha 28
2.6.2 Získávání geodat 29
2.6.3 Geodata v počítači 31
2.6.4 Geodata na internetu 32
2.7 GIS a legislativa 34
3 Systémy pro podporu rozhodování 37
3.1 Druhy DSS 37
3.2 Rozhodovací proces 39
3.3 Role informace v rozhodovacím procesu 40
3.4 Systémy pro podporu prostorového rozhodování 42
4 Rozhodování za pomoci GIS 44
4.1 Porovnání GIS s klasickými databázovými programy 44
4.2 Jak GIS pomáhá v rozhodování 46
4.2.1 Sněhová kalamita 46
4.2.2 Vodovodní potrubní síť 48
4.2.3 Pojišťovnictví 50
5 Závěr 52
6 Seznam zdrojů 54
7 Seznam obrázků 58
8 Seznam tabulek 59
9 Seznam zkratek 60

1 Úvod

Každý, kdo slyší slovo geografický, si představí nějaké mapy. Kdo slyší informační systém, představí si něco s počítači. Spojením těchto dvou oblastí získáváme možnost pracovat s interaktivními mapami.

Každý dnes již slyšel o navigačním systému GPS (Global position system, někteří brněnští kolegové jej familiérně nazývají „Gde pak su?“), který nám řekne, kde se zrovna nacházíme, a pomáhá nám najít optimální trasu k cíli naší cesty. Pokud do něj můžeme přidávat vlastní body zájmu a místa na mapě, jde také vlastně o takový zjednodušený geografický informační systém jen s několika vrstvami a softwarovým zaměřením především na řešení dopravních problémů jako je nejkratší cesta, nejrychlejší cesta nebo nejlevnější cesta.

Cílem této práce je potvrzení nebo vyvrácení hypotézy, zda by měl být geografický informační systém považován za systém pro podporu rozhodování.

Postupu splnění takto stanoveného cíle odpovídá struktura práce, kdy na začátku nejprve pronikneme do problematiky GIS jako takového. Řekneme si, co vlastně lze, za geografický informační systém považovat a definujeme pojem prostorová data, který je pro tuto oblast klíčový. Nastíním zde oblasti, kde všude je možné využít GIS a nahlédneme na něj ze tří různých pohledů – geodatabáze, geovizualizace a zpracování dat, protože prolnutím těchto tří funkčností nám vzniká právě to, co odlišuje GIS od ostatních nástrojů, totiž schopnost nejen analyzovat atributy jednotlivých objektů, ale vyhodnocovat také jejich vzájemnou interakci v závislosti na jejich geografické poloze. Následně uvedu několik příkladů softwarových produktů, které jsou na trhu, ale rád bych podotknul, že tato práce se zabývá především produktem firmy ESRI ArcGIS 9.2 Servicepack 4, protože jsem měl možnost konzultovat svou práci ve firmě Arcdata Praha, která je výhradním zástupcem ESRI v České republice a poskytovali mi odbornou literaturu přímo od výrobce právě tohoto systému. Produkty firmy ESRI jsou

na světě nejrozšířenější a proto si myslím, že je to vynikající zástupce GIS pro tuto práci. Po té se ještě dotknu toho, jak se geodata získávají, uchovávají a poskytují široké veřejnosti na internetu. Nakonec ještě zmíním legislativu, které GIS také podléhá a musí se jí řídit. Druhá část se zabývá systémy pro podporu rozhodování. Nejprve systémy rozdělíme na základě jejich principů a postupů, kterými nám pomáhají rozhodnout. Blíže zde také specifikuji rozhodující proces a také to, jak ovlivňují informace konečné rozhodnutí, která varianta bude určená k realizaci. Dále poukážu na vztah geografických informačních systémů a systémů pro podporu prostorového rozhodování, které se dle literatury překrývají. Právě poslední kapitola podporuje tato tvrzení příklady a ukázkami využití GIS jako systému pro podporu rozhodování.

2 Co je to GIS

GIS neboli Geografický Informační Systém, je počítačový systém umožňující ukládání a využívání dat, která popisují místa na zemském povrchu. /ESRI/

Toto je základní zjednodušená definice, pod kterou si dokáže i laik představit jakýsi systém, který pracuje s daty týkajícími se objektů okolo nás. K detailnější definici se dostaneme za chvíli. Nejprve si vyložíme některé důležité souvislosti, které nám danou problematiku více přiblíží.

Velkou většinu objektů a jevů našeho reálného světa lze nějakým způsobem přiřadit k určitému místu na zemském povrchu. ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) /Valdová/ uvádí, že dokonce 90% dat má geografickou informaci. Jednodušší by možná bylo zeptat se přímo jako /Šmíd/ „ … vždyť která lidská činnost není nějak vázána na zemský povrch?“, protože jak říká /Arcdata/ ať už to jsou nemovitosti (dům, pozemek, atd.), infrastruktura (silnice, železnice, atd.), přírodní útvary (hora, řeka, atd.), nebo například i sám občan (místo bydliště, místo kde je zaměstnán, atd.), vše má určitý vztah k nějakému místu na Zemi. Všechny tyto objekty se také zároveň v určitém území s různou intenzitou mezi sebou ovlivňují a interagují. Zplodiny z místních továren znečisťující ovzduší nebo hluk automobilů na místních komunikacích jsou atributy, které přímo ovlivňují obyvatele žijící do určité vzdálenosti od těchto objektů. Také prosperita obchodního domu závisí na jeho poloze. Určitě bude jeho zisk nižší, pokud se bude muset o zákazníky dělit s dalšími konkurenty, kteří podnikají ve stejné oblasti. Dalšími faktory může být demografické složení obyvatelstva (potenciálních zákazníků) v určitém okruhu, nebo dopravní obslužnost a dostupnost obchodního domu z větších vzdáleností, neboť nejbližší okolí ho zcela jistě neuživí. Proto je znalost vlivů jednotlivých objektů v daném území velice důležitá a GIS nám pomáhá vyhodnocovat jejich vzájemné prostorové souvislosti. Tím se může stát velice důležitým prvkem v řadě oborů lidské činnosti, od územního plánování každé obce až po vytipování správného umístění větrné elektrárny a vyhodnocení její účinnosti.

Abychom mohli toto všechno vyhodnocovat, musíme mít v počítači zaznamenáno obojí současně, tzn. jak údaje o poloze objektu, tak i o jeho vlastnostech. Tato data souhrnně nazýváme geografická (nebo také prostorová) data a počítačovému systému, který dokáže tato data uchovávat a využívat říkáme geografický informační systém, zkráceně GIS.

Z toho je zřejmě vidět, že objem dat, který je potřeba pro takový systém spravovat, nebude malý a rozhodně především sběr těchto dat je velice náročnou problematikou. Proto se GIS v širším slova smyslu rozumí kromě samotného počítačového programu i „všechno okolo“ jako je potřebné technické vybavení, potřebná data, způsob jejich získávání a správy a příslušně vyškolený tým odborníků.

/Arcdata/ Jedna z přesných a vyčerpávajících odborných definic GIS proto zní:

„Geografický informační systém je organizovaný souhrn počítačové techniky, programového vybavení, geografických dat a zaměstnanců navržený tak, aby mohl efektivně získávat, ukládat, aktualizovat, analyzovat, přenášet a zobrazovat všechny druhy geograficky vztažených informací.“

2.1 Historický vývoj

Jak píše /Machalová/ první známky zpracovávání geografických informací se objevují již v polovině 18. století, kdy kartografové začali vyvíjet první základní mapy. Tematické mapování neboli popis vlastností jednotlivých objektů, přichází na svět o něco později. Důležitou součástí je v tomto období také mohutný rozvoj matematiky a statistických metod. Geografické informační systémy se v počítačové podobě začali používat v 60. letech minulého století.

Klíčový pro GIS a pro rozvoj tohoto vědního oboru jako takového, byl výnos prezidenta USA, Billa Clintona, z roku 1994 s názvem „Koordinovaný sběr a přístup ke geografickým datům; Národní prostorová datová infrastruktura“. Zde je uvedeno, že geografická informace je velmi důležitá pro ekonomický rozvoj a zlepšuje přístup lidí

k přírodním zdrojům a k ochraně životního prostředí. Dále vyzdvihuje potřebu moderních technologií, které napomáhají zdokonalovat sběr, distribuci a využití geografických dat a mapování. Národní prostorová datová infrastruktura je chápána jako koordinace státní a soukromé činnosti a jako příklady využitelnosti geoprostorových dat je uváděna doprava, zemědělství, rozvoj měst nebo i způsob chování při živelných katastrofách a dalších situacích. Dále je zde uvedeno, že geoprostorová data znamenají informaci, která označuje geografickou polohu, charakteristiku přírodních nebo antropogenních objektů a hranice na zemském povrchu. Způsobů získání těchto informací je několik a často se využívá jejich kombinace – ať už jde o letecké snímkování, dálkový průzkum Země (družicové snímky), mapování, zeměměřičské technologie nebo statistická data. Vytvoření těchto systémů se projeví schopností konkurovat v oblastech obchodu, služeb, rekreace, realitách a to nejen mezi jednotlivci, ale i státy a dokonce mezi kontinenty. /Voženílek/

V Evropě je otázka rozvoje informační společnosti kritickým prvkem zprávy předsedy Evropské rady J.Delorese, kterou, spolu s vizí Evropy, přednesl v roce 1993. Jeho představy byly konkretizovány v tzv. Bangemannově zprávě, jež je doporučením pro Evropskou radu s názvem „Evropa a globální informační společnost“. /Machalová/

V tehdejší Československé republice se evidovala ložiska nerostných surovin, chemické analýzy hornin a minerálů již v 50. a 60. letech 20. století. O 20 let později se objevují první pokusy o systematické shromažďování a ukládání údajů o chráněných územích do informačního systému. Zlom přichází těsně po listopadové revoluci, kdy k nám pronikají vyspělé ICT technologie ze západních zemí. Na základě rozhodnutí Ministerstva životního prostředí byla již v roce 1992 všechna podřízená výzkumná a regionální pracoviště, včetně odborů životního prostředí okresních úřadů (celkem 90 pracovišť), vybavena moderními ICT technologiemi. Jednalo se tehdy o počítače PC486, vybavené tabletem formátu A3, plotrem formátu A2 a softwarem GIS – PC ArcInfo 3.4D od firmy ESRI. Tento krok by se dal považovat za začátek využívání geografických informačních systémů u nás.

2.2 Problémy počátku používání GIS

Postupem času se o využitelnosti GIS přesvědčily i další organizace a rozhodly se, že si takový systém také pořídí. Geografické informační systémy se začaly objevovat jako „houby po dešti“. Bohužel zde neexistoval žádný státem vydaný standard jak geografická data skladovat a pracovat s nimi. Proto si každá organizace i každý úřad zvolil jinou metodiku, koncepci dat, dodavatele i software tak, aby to vyhovovalo vždy daným speciálním podmínkám a potřebám konkrétního zadavatele. Díky tomu se můžeme setkat na mnoha úřadech s různými přístupy, které jsou někdy unikátní pouze pro daný územněsprávní celek. Tím došlo ve veřejné správě k

- nejednotnosti obsahu GIS databází
- nekompatibilitě dat na úrovni metodiky sběru dat, klasifikace (domén), datové struktury i prostorové přesnosti používaných prostředků a vzájemné nekompatibilitě předávaných materiálů
- nedostatečné dokumentaci (metadata), která znemožňuje automatické převzetí dat a jejich jednoznačnou interpretaci

Pomoci s odstraněním tohoto stavu má pomoci přijetí Standardu státního informačního systému k územní identifikaci, který byl schválen usnesením vlády České republiky č.448/1993 odstavec 2.1. Zavedení tohoto standardu má významně přispět k postupnému odstraňování individuálních přístupů jednotlivých subjektů a vytvářet podmínky pro umožnění předávání geografických dat mezi různými systémy, stejně tak k jednotnému výkladu prostorové identifikace mezi uživateli.

O účinnosti tohoto standardu hovoří studie zpracovaná agenturou ČAGI (Česká agentura pro geoinformace). Ze studie /Horáková, Kafka/ vyplývá, že problémy spočívají v dlouhodobém nekoncepčním přístupu státu k nastolení pravidel a procesních mechanizmů zajišťujících pravidelnou evidenci státem spravovaných informačních zdrojů.

2.3 Využití GIS v současnosti a možnosti v budoucnu

Jak uvádí /Arcdata/, prostorová data najdou své využití v mnoha oborech. Usnadňují a především zkvalitňují práci tisíců lidí i organizací ať už ve veřejné správě nebo v komerční sféře. Pomocí GIS se lze lépe zaměřit na konkrétní oblast zájmu (např. v oblasti marketingu), plánovat místní rozvoj nebo předcházet ničivým následkům možných požárů, povodní, sesuvů půdy nebo atmosférických poruch. Dále uvádí několik oblastí využitelnosti prostorových dat.

2.3.1 Veřejná správa

Tato možnost využití se sama přímo nabízí. V každém územním celku se pracuje s daty, které se vztahují k určité oblasti, nebo je třeba zpracovávat nejrůznější demografické analýzy apod. GIS se primárně využije při tvorbě územních plánů, informačních serverů s mapovými službami, internetových map se zájmovými místy, webového přístupu obyvatelstva ke geografickým informacím, dopravních analýz a analýz obslužnosti, údržbě zeleně, komunikací, kontejnerů s komunálním odpadem, podporou turistiky a cykloportálů, zpracování katastrálních map, evidenci kanalizačních sítí, vodovodního potrubí a mnoho dalších věcí, které mohou usnadnit a zefektivnit práci místních úřadů. Jako vysoce užitečný se GIS ukázal v tvorbě krizových plánů, kdy s jeho pomocí můžeme navrhovat například protipovodňová opatření nebo vybrat nejvhodnější místo pro novou požární stanici tak, abychom optimalizovali dobu dojezdu protipožární jednotky do všech částí obvodu s přihlédnutím na pravděpodobnost výskytu požáru.

2.3.2 Přírodní zdroje

Další velkou oblastí, kde se geografické informační systémy hojně využívají, jsou přírodní zdroje a ochrana přírody. Počínaje výzkumnými ústavy, kde provádějí tvorbu klimatických map a analýzy sledování klimatu, globálního oteplování apod., přes agentury pro ochranu životního prostředí, kde evidují a sledují chráněné krajinné

oblasti, živočichy i rostliny, tvoří mapy národních parků apod., až po geologické a hydrometeorologické instituce, kde se zabývají tvorbou a aktualizací geologických map, evidují vodní zdroje, toky, plochy a s nimi související lodní dopravy, sledují náchylnost oblastí k sesuvům půdy nebo její erozi, vyhodnocují rizika povodní a dalších přírodních katastrof. Nezanedbatelné jsou i modely rekultivace krajiny nebo srovnávací analýzy historických snímků a tím analýza změn v krajině a její vývoj.

2.3.3 Inženýrské sítě

V poslední době se velice rozmáhá využití GIS v oblasti inženýrských sítí. Společnosti, které poskytují služby nebo zdroje prostřednictvím sítí, potřebují evidovat obrovské množství dat o svých zařízeních v terénu, mít k nim v terénu přístup a dokázat je také aktualizovat. Tento trend využívání GIS se pozitivně projevuje nejen u společností, ale také především na straně zákazníků. Vedle klasické správy pozemků, majetku (kabeláž, potrubí, sloupy elektrického vedení atd.) a vegetace okolo ní lze dobře sledovat například znečištění, modelovat havárie, kontrolovat integritu sítě, pohyb zásahových vozidel a další věci. V oblasti péče o zákazníky se tyto služby projevují v informovanosti veřejnosti například o stavu oprav kanalizace nebo veřejného osvětlení v dané ulici.

2.3.4 Vzdělávání

Důležitost a využitelnost GIS se již promítla i do osnov některých univerzit u nás. Ve výjimečných případech se s ním mohou žáci setkat dokonce už na středních školách. Několik vysokých škol u nás využívá speciální plošné licence, které jim umožňují využívat software od firmy ESRI téměř bez omezení. Dalšími vzdělávacími institucemi, kde můžete na GIS narazit, jsou knihovny nebo muzea. Instituce využívají software k tvorbě jednoduchých i složitějších map, geografické analýze a modelům terénu a budov, práci s družicovými snímky, tvorbě vlastních projektů (sběr dat, zanesení do

GIS, zpracování, analýza, prezentace výsledků), demografické studii nebo i pokročilé práci s GPS.

2.3.5 Doprava

GIS v oblasti dopravy je pro dopravní firmy takřka nepostradatelný. Databáze silnic, ulic, uzavírek a objížděk, současné dopravní situace na vozovkách, to jsou informace, bez kterých by se dopravci neobešli. Další službou, kterou hojně využívají, je sledování pohybu vlastních vozidel pomocí GPS a například vytváření knihy jízd.

2.3.6 Obrana

Pro armádu se GIS jeví jako ideální nástroj při rozhodování v boji. Dokonalá znalost aktuální podoby terénu a jeho rizik je obrovskou výhodou, která umožňuje efektivně zareagovat v případě nebezpečí. GIS umožňuje armádě vytvořit vlastní detailní mapové zázemí nebo dokonale interpretovat letecké a družicové snímky. Dále mohou být terénní mobilní jednotky vybaveny zařízením pro sběr, zpracování i poskytování dat v přímo v terénu. Navigační služby jsou samozřejmostí.

2.3.7 Zdravotnictví

Pokročilejší využití GIS ve zdravotnictví na sebe ještě čeká, nicméně dělají se v tomto ohledu velké pokroky. Důležitou roli již hrají při výskytu epidemií (dosud např. SARS nebo ptačí chřipka) a pracuje se na schopnosti vcelku přesné predikce jejich výskytu. V Africe díky sledování úrovně vlhkosti vzduchu a hladin vodních ploch, které jsou jako stvořené pro výskyt komárů, kteří tuto nemoc přenášejí, bylo už několikrát úspěšně označeno místo s vyšší pravděpodobností výskytu malárie. Lze také mapovat oblast pohybu infikovaných osob a díky tomu poté např. lépe určit karanténní oblast nebo vysledovat ohnisko a původ vzniku choroby. Mapa rozmístění nemocnic a jednotek rychlé záchranné služby a okruhu jejich dopravní časové dosažitelnosti napomáhá řešení krizových situací nebo pro určení, zda je pokrytí dostatečné či nikoli.

A pokud není, pak vybrání oblasti kam umístit další jednotku je úloha jak stvořená pro GIS, který nám pomůže eliminovat nevhodné lokality a rozhodnout se pro tu nejlepší variantu.

2.3.8 Kartografie

Jak už název napovídá, geografický informační systém a kartografie spolu velice úzce souvisí. GIS dokáže kartografům ušetřit mnoho práce a času díky tomu, že jsou od sebe odděleny jak jednotlivé vrstvy mapy, tak i data od grafické reprezentace mapy. Je nepostradatelným pomocníkem při tvoření map všeho druhu – cyklomap, turistických map, atlasů různé podrobnosti, ale i prezentačních materiálů obcí, národních parků, krajů i celých států.

2.3.9 Další obory

GIS své uplatnění najde i v dalších oborech jako jsou např. obchod a marketing (např. plánování umístění nových poboček), archeologie, památková péče, architektura, realitní kanceláře, pojišťovnictví, bankovnictví, telekomunikace, ekologie, zemědělství, myslivost a rybářství, vodohospodářství, geologie a hornictví, pozemkové úpravy zkrátka všude, kde se dají využít informace o geografické poloze.

2.4 Tři pohledy na GIS

Na GIS jako takový lze nahlížet ze tří naprosto odlišných pohledů, které vzájemně spolupracují na vytváření celkové funkčnosti. Jak uvádí /ESRI3/, základem systému jsou jednotlivé datové sady (geodatabáze). Pro práci s nimi, kombinaci jednotlivých vrstev a pro správnou přípravu

Obrázek 2-1: Tři pohledy na GIS

Zdroj: /ESRI3/

dotazu je zapotřebí data zpracovat (geoprocesing). A nakonec je třeba výsledek vždy zobrazit a k tomu jsou zapotřebí nástroje zobrazení (geovizualizace).

2.4.1 Pohled geodatabáze

Základem GIS je prostorová databáze obsahující datové sady, které reprezentují geografické informace pomocí obecných prostředků datového modelu GIS (prvků, rastrů, topologie, geometrických sítí atd.). Dá se tedy říci, že GIS je ve své podstatě založen na strukturované databázi, která popisuje realitu světa.

První částí databáze jsou data, která zajišťují geografickou reprezentaci jednotlivých prvků. Uživatel během vytváření databáze GIS specifikuje, jak budou jednotlivé objekty a jevy reálného světa geometricky reprezentovány. Například pozemky a jiná území bývají definovány jako polygony, ulice jako úsečky a bankomaty jako body. Takto vytvořené vzory jednotlivých objektů jsou seskupovány do tříd a každá třída představuje kolekci jednotlivých prvků stejného typu.

Každá datová sada GIS je reprezentací nějakých objektů nebo jevů reálného světa:

- Sada vektorových prvků (body, linie, polygony)
- Rastrové datové sady (digitální výškové modely, družicové snímky apod.)
- Geometrické sítě
- Modely terénu a jiných povrchů
- Datové sady geodetických měření
- Další typy dat (adresy, názvy míst, kartografické údaje)

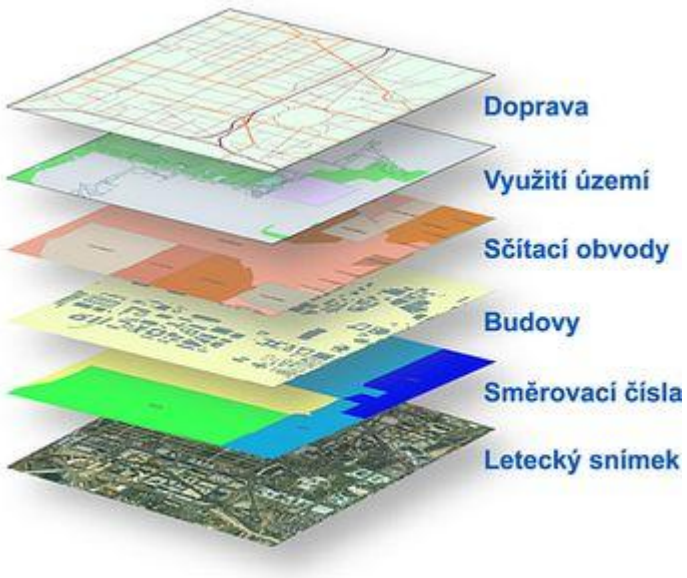
Kromě geografických dat jsme říkali, že GIS využívá ještě vlastnosti jednotlivých objektů, tzv. popisné atributy. Tato data jsou uspořádána v klasických databázových tabulkách. Ke každému grafickému objektu může být připojeno prostřednictvím společného pole (tzv. klíče) více tabulek. Tyto tabulky a vztahy mezi nimi hrají zásadní roli v databázových modelech, stejně tak jako v tradičních databázových aplikacích.

Mezi další základní části databáze GIS patří prostorové vztahy (topologie, geometrické sítě, atd.).

Topologie slouží pro správu společných hranic mezi prvky, definuje a zajišťuje pravidla integrity dat a umožňuje zadávat dotazy na topologické vztahy mezi prvky (tzn. dotazy na sousednost prvků nebo jejich návaznost). S využitím topologie lze také vytvářet prvky z jejich nestrukturované geometrické reprezentace (např. vytvořením polygonu z linií) a provádět jejich sofistikovanou editaci.

Geometrické sítě popisují objekty GIS jako souvislé grafy, kterými lze procházet. To lze za pomoci teorie grafů účelně využít při modelování tras a navigování v dopravě, ve správě inženýrských sítí, hydrologii a v mnoha dalších oborech.

Ve světě geografického informačního systému jsou data rozdělována do jednotlivých tematických vrstev a k nim příslušných tabulek. Tyto vrstvy jsou homogenní, protože data jsou do nich seskupována podle určitého klíče a zaměření daných objektů (vrstva parcel, vrstva budov, vrstva ortofotosnímků, rastrové digitální modely reliéfu terénu apod.) Úroveň detailnosti



Obrázek 2-2: Skládání datových vrstev
Zdroj: /Arcdata/

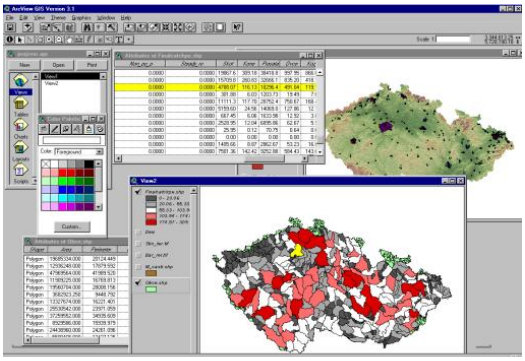
a preciznosti zpracování a definice jednotlivých geografických vrstev má zásadní význam na použitelnost geografického informačního systému a na kvalitu jím vytvářených výstupů. Zároveň koncepce vrstev jako tematických sad geografických dat hraje klíčovou roli v uspořádání databáze GIS.

GIS může datových sad používat najednou hned několik, protože ale mohou pocházet z různých zdrojů, je třeba zajistit jejich vzájemnou kompatibilitu. Jakákoli databáze musí dodržovat několik základních principů – snadnou použitelnost, efektivnost kompilace, validaci dat a v neposlední řadě srozumitelnou dokumentaci z hlediska obsahu, předpokládaného využití a účelu.

2.4.2 Pohled geovizualizace

Geovizualizací rozumíme práci s mapami a jinými způsoby zobrazení geografických dat (tj. 3D scény, interaktivní mapy, souhrnné grafy a tabulky se zobrazením dat měnících se v čase nebo se schematickým znázorněním vztahů v geometrických sítích).

Mapy jsou konkrétním příkladem, jak lze definovat a standardizovat způsob, jakým lidé interpretují a využívají informace o území. GIS v sobě zahrnuje interaktivní mapy a další způsoby zobrazení geografických datových vrstev. Tyto mapy jsou základním uživatelským rozhraním velké většiny aplikací pracujících s GIS. Jsou také k dispozici v mnoha úrovních, od map v kapesních přístrojích (např. GPS navigace) přes mapy dostupné pomocí webového prohlížeče až po sofistikované mapy vytvořené nejvýkonnějšími GIS software.



Obrázek 2-3: Analýza na území ČR

Zdroj: ArcView GIS Version 3.1

Interaktivnost map v GIS nám umožňuje pohybovat zobrazeným výřezem mapy, zvětšovat jej nebo zmenšovat, přičemž jednotlivé vrstvy se automaticky zapnou nebo vypnou v závislosti na aktuálním měřítku (např. na mapě České republiky se nebude zobrazovat síť bankomatů). Mapové značky (symboly) jsou upravovány podle hodnoty atributů. Například parcely lze vyplnit barvou podle toho, k čemu jsou tato území určena, jaká je na nich půda, jak velká hustota obyvatel je na daném území, popřípadě do kterého většího územního celku spadají. Jednoduše lze též zjistit například další vlastnosti konkrétní parcely – jejího vlastníka, výměru, adresu atd. Vše záleží na obsahu tabulek připojeným k danému objektu. Lze též pokládat geografické dotazy. Např. „Kde leží školy do vzdálenosti 500 metrů od této adresy?“ GIS poskytne na tuto otázku vizuální odpověď ve formě zvýraznění konkrétních objektů a uživatel má díky tomu jasný přehled o odpovědi na svůj dotaz. Pomocí interaktivních map lze také atributová nebo geografická data editovat což výrazně zjednodušuje práci, neboť uživatel vše vidí konkrétně před sebou na mapě a práce je více intuitivní.

Obrázek 2-4: Prolnutí grafiky s ortofotosnímkem

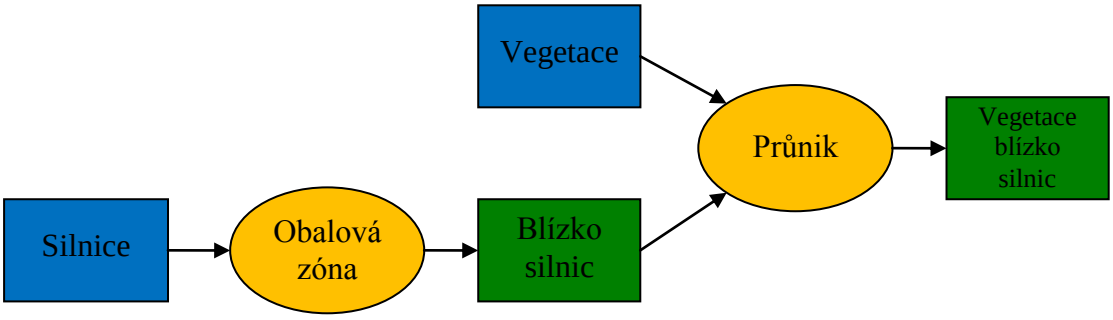
Zdroj: /Uni/

2.4.3 Pohled zpracování dat

Z pohledu zpracování dat je GIS kolekcí geografických datových sad a nástrojů na tato geografická data určených. Existují tři druhy datových sad geografických informací

- Nezpracovaná měření, surová data (např. družicové snímky)
- Kompilovaná a interpretovaná data (např. budovy, silnice, typy půd)
- Informace odvozené z jiných datových zdrojů pomocí analytických algoritmů a modelů

Pojmem „Zpracování prostorových dat“ neboli geoprocesing rozumíme soubor nástrojů a procesů pro vytváření odvozených datových sad. Data + nástroje jsou prostředky k vytvoření nových dat. Pomocí několika operací nástrojů GIS, které jsou aplikovány na již existující data, jsou odvozena nová data. Prostředí pro zpracování dat umožňuje řetězení těchto operací, takže sestavením posloupnosti určitých operací vzniká tzv. model zpracování dat, který se používá pro automatizaci. Modely jsou zaznamenávány formou různých typů procedur. Pod pojmem geoprocesing tedy rovněž rozumíme tvorbu a použití těchto procedur.



Obrázek 2-5: Tvorba nových dat ze stávajících pomocí analytických nástrojů

Zdroj: /ESRI3/

Geoprocesing se používá k modelování toku dat a změn jejich struktury během zpracování, např. k importu dat z různých formátů, k integraci těchto dat do GIS nebo ke kontrole kvality importovaných dat. Tato schopnost automatizace a schopnost opakovaně vykonávat totožné pracovní postupy patří k silným stránkám GIS a je také hojně využívána. Uživatelé mohou k těmto účelům využít speciální grafické prostředí GIS, jako je například ModelBuilder, který je součástí softwarového balíku ArcGIS od firmy ESRI, nebo mohou rovněž napsat skripty v moderních programovacích jazycích (Python, VBScript nebo JavaScript).

2.5 Přehled současných systémů

ArcGIS je jedním ze světově nejrozšířenějších geografických informačních systémů. Jeho tvůrcem je americká firma ESRI (Environmental systems research institute). Jedná se o modulově orientovaný systém, který lze nainstalovat v různých konfiguracích. Dle webových stránek oficiálního zastoupení firmy ESRI v České republice, firmy Arcdata, /Arcdata/ GIS může být konfigurován a nasazen v mnoha prostředích a na různých úrovních. Kompletní softwarová platforma GIS by měla obsahovat:

- profesionální desktop GIS pro tvorbu, editaci, správu, analýzu a vizualizaci geografických informací,
- geografickou databázi pro uložení a správu všech geografických objektů,
- webové prostředí GIS serveru pro distribuovanou správu, analýzu, sdílení a využití geografických informací,
- sadu softwarových komponent pro vytvoření jakékoli aplikace GIS a začlenění těchto aplikací do různých prostředí a technologií (desktopy, servery, uživatelské aplikace, mobilní zařízení),
- řešení pro mobilní aplikace umožňující využít GIS v terénu,
- otevřenou architekturu založenou na standardech, což umožňuje využít interoperability – pracovat s mnoha typy dat, webovými službami a v různém prostředí,
- možnost využívat síť snímacích zařízení zaznamenávajících informace v časové řadě.

Dalšími GIS, o kterých jsou zmínky v literatuře /Tollingerová/, jsou

ERDAS od americké firmy Earth Resources Data Analysis Systems je rastrově orientovaný GIS. Kromě zpracování rastrů umožňuje i modelování terénu a digitální zpracování obrazu.

GDS (Graphic Data System) od anglické firmy GDS je vektorově orientovaný GIS založený na objektově orientovaném datovém modelu.

IRIDISI se používá pro svou názornost a jednoduchou ovladatelnost zejména pro výuku. Je produktem americké Clark University. Patří mezi rastrově orientované, ale umožňuje i práci s vektorovými daty.

MGE je produktem americké firmy Intergraph, je to vektorově orientovaný GIS i s možností pracovat s digitálním modelem terénu a tvorbu kartografických výstupů.

SPANS (Spatial analysis system) od kanadské firmy TYDAC Technologies se řadí k rastrově orientovaným GIS, ale opět je zde možnost pracovat i s vektorovými daty. Je dost rozšířen zejména u nás. Je to GIS zaměřený na prostorovou analýzu, ale nemá vlastní databázi dat.

KOKEŠ jako produkt domácí firmy GEPRO představuje systém pro digitální mapování rozšířený o řadu funkcí pro LIS. Je využíván v řadě aplikací v oblasti geodézie a kartografie, v oblasti pozemkových úprav a ve správě technických sítí.

TOPOL je systém domácí firmy Help Service. Je to velmi zajímavý GIS, který v rámci jednoho produktu dovoluje kombinovat výhody kvalitního vektorově orientovaného a špičkově rastrově orientovaného systému GIS. TopoL umožňuje snadné použití prostředků pro digitalizaci a vektorizaci dat, stejně jako export i import dat v mnoha standardních formátech.

2.5.1 Cenové relace vybraných produktů

Cenová dostupnost není nejsilnější stránkou těchto systémů. Jak uvádí /Ralbovský/, pro menší a střední podniky je velmi těžké si takový systém pořídit, ačkoli v oblasti rozhodování by pro ně byl v určitých oblastech podnikání přínosem. Dále uvádí následující tabulky 2-1 až 2-3 pro zevrubný cenový přehled:

Produkt	Výrobce	Dodavatel	Popis	Cena
ArcGIS 9.2 Servicepack 4	ESRI	Arcdata Praha	Rozsáhlé nástroje pro tvorbu map a získávání informací z map a jednoduché nástroje pro editaci a prostorové operace	neuvedena
AutoCAD Map 3D 2009	Autodesk	Xanadu	Tvorba map na základě AutoCAD, analytické funkce	142 591 Kč
AutoCAD MapGuide Suite	AutoDesk	Xanadu	GIS server od Autodesk	48 745 Kč
AutoDesk Topobase	AutoDesk	Xanadu	GIS nástroj pro navrhování, správu, údržbu a webové publikování geoprostorových dat	neuvedena
Bentley Microstation	Bentley	GISOFT	Na tvorbu map jeden z nejlepších nástrojů	153 560 Kč
Bentley GeoWebPublisher	Bentley	GISOFT	GIS Server od Bentley	400 315 Kč
Cadcorp SIS Map Editor	Cadcorp	V ČR není	Profesionální GIS pro správu, tvorbu a editaci map s pokročilými analytickými funkcemi prostorových dat	neuvedena

Tabulka 2-1: Cenový přehled světových produktů GIS

Zdroj: /Ralbovský/

V tabulce 2-2 pak pro porovnání uvádí produkty českých firem. V porovnání s těmi světovými jsou o poznání levnější, ale postrádají takovou komplexnost. Spíše se jedná o specializované nadstavby, které dokážou spolupracovat právě s těmi světovými produkty.

Produkt	Výrobce	Popis	Cena
SInSYS	GIS Systémy s.r.o	Intranetová aplikace zejména pro technickou mapu měst a obcí	neuvedena
msEDIT	HS RS	Mapový server založený na UMS Mapserver, možnost editace a dotazování	neuvedena
MGEO 8.4.	GISOFT	Tvorba účelových map velkých měřítek	21 900 Kč
Ameba	diGIS	GIS řešení zahrnující klient i server	neuvedena
Flash iMap	SmartGIS	Internetová mapa založená na technologii Flash	neuvedena
iNote	SmartGIS	Interaktivní vlkádání firemních dat do mapy	neuvedena
MYSIS STANDARD	GEPRO	Modulární GIS, možnost editace	40 000 Kč
T-MapServer	T-mapy	Mapový server pro prezentaci na webu	neuvedena
GEOMFolder	GISIT	Vkládání dokumentů do mapy	neuvedena
MapInfo	CSMap	Uživatelsky přívětivé GIS řešení, analytické možnosti	neuvedena
GeoStore v6	Geovap	Desktopový GIS a grafický editor	neuvedena
ProGeo	HSI	Sběr, tvorba, údržba dat GIS	48 500 Kč

Tabulka 2-2: Cenový přehled českých produktů GIS

Zdroj: /Ralbovský/

Samotný geografický systém je nám však k ničemu. Potřebujeme do něj také prostorová data. Ty si můžeme posbírat sami, ale je to velmi finančně nákladné. Druhou možností je koupit je od někoho, kdo již jejich sběr provedl a zabývá se jejich distribucí. Tady jsou ceny příznivější, nicméně je důležité vybrat si ta správná data. Musíme mít předem určeno, jak podrobnou mapu potřebujeme (tzn. měřítko mapy), jaké datové vrstvy využijeme apod. Dalším úskalím může být přesnost dat a jejich chybovost. V tabulce 2-3 je vidět, že ani data nejsou levnou záležitostí.

Produkt	Výrobce	Popis	Cena
Digitální mapové podklady ČR 1:150 000	CEDA	Vektorová mapa ČR 1 uživatel	53 550 Kč
Silniční a uliční sítě ČR 1:10 000	CEDA	Státní silniční síť + silniční síť měst a obcí	500 000 Kč
Zájmové body ČR, 501 – 1500 záznamů	CEDA	Záznamy z databází (bankomaty, čerpací stanice, obchody…)	10 Kč / záznam
Mapový list 1:100 000 mobilní	DPA	Mapový list do mobilního zařízení	550 Kč
ZABAGED (základní báze geografických dat) – polohopis	Český úřad zeměměřičský a katastrální	Mapový líst 1:10 000 zabírající území 10 x 10 metrů	575 Kč
GEONAMES	Český úřad zeměměřičský a katastrální	Databáze geografických jmen z území České republiky	60 Kč / jednotka

Tabulka 2-3: Cenový přehled geografických dat pro GIS

Zdroj: /Ralbovský/

2.6 Geografická informace

Geografická data neboli geodata jsou charakterizována polohou (pomocí souřadného systému), prostorovými vlastnostmi (délka, plocha, objem, tvar, orientace, sklon), atributy, prostorovými vztahy (topologií) a časem (doba pořízení, platnosti, aktualizace). /Machalová/

Data mohou být nosiči informace. Podle Norberta Wienera je informace to, co si vyměňujeme s vnějším světem, když se mu přizpůsobujeme a působíme na něj svým přizpůsobováním. Otec teorie informace, Claude Elwood Shannon, říká, že informace je míra neurčitosti nebo nejistoty o libovolném ději, odstraněná realizací tohoto děje. Nejvhodnější pro tuto práci je definice dle normy ČSN 369001, která říká, že informace je význam, který člověk přisuzuje datům. Dat je všude kolem nás spousty, jen si

musíme najít ty pro nás vhodné a potřebné a přetavit je v informace. Jak uvádí /Vochozka/, tuto situaci by se dalo shrnout takto: "Málokdo má nedostatek dat, málokdo má dostatek informací." Otevírají se zdroje dat a informací, které umožní prakticky komukoli shromáždit nepřeberné množství dat z nějak definované oblasti jeho zájmů. Ovšem následná klasifikace dostupných informací na "vhodné" a "ostatní" představuje s nárůstem této dostupnosti stále větší část ceny zpracování informace. Současně je mnohokrát ověřenou zkušeností, že příliš úzce nebo naopak příliš široce pojatý výběr vstupních dat informace podstatnou měrou ovlivnil, nebo přímo znehodnotil jejich veškeré následné zpracování.

Jak uvádí /ESRI5/, některá data můžeme nazvat geodaty, a tudíž mohou být nosičem geoinformace.

2.6.1 Geografická poloha

Říkali jsme, že GIS pracuje se dvěma druhy dat zároveň – geografickými a popisnými. S těmi geografickými můžeme pracovat díky tzv. souřadnému systému. Každé místo na Zemi lze vyjádřit pomocí zeměpisných souřadnic – zeměpisné šířky (sever – jih) a zeměpisné délky (východ – západ). Planeta Země však není naprosto přesně kulatá, je to tzv. Geoid. Geoid je těleso, které splývá s klidnou střední hladinou moří a na které má zemská tíže v každém bodu stejnou hodnotu. Toto těleso se však velice těžce matematicky vyjadřuje, proto se pro zjednodušení používá právě koule o poloměru 6371km. Díky tomu nelze zobrazit kulatou plochu Země na rovné ploše, aniž by nedocházelo ke zkreslení. Způsobům, kterými se překresluje povrch do rozvinuté plochy mapy, se říká kartografické zobrazení. Těchto zobrazení je celá řada podle vlastností zkreslení, které na rovnou plochu přenášejí.

Více způsobů zobrazení povrchu Země na rovnou plochu mapy je dáno historickým vývojem v různých částech světa. I díky tomu vznikly různé souřadnicové systémy. Jak uvádí /Šíma/, v České republice je závazný souřadný systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální, který vychází ještě z dob První republiky, ale prošel

řadou úprav a zpřesnění. Systém charakterizují parametry Besselova elipsoidu a jeho promítnutí do roviny Křovákovým zobrazením a způsob budování a zpracování trigonometrické sítě 1. řádu (Besselův elipsoid se zobrazí na Gaussovu kouli, jejíž poloměr se zmenší 1:10000 a ta se pak konformně zobrazí do roviny všeobecným konformním kuželovým zobrazením). Těchto souřadných systémů a tedy i kartografických zobrazení se na světě používá celá řada. V každé oblasti se využíval ten systém, který danou lokalitu nejlépe modeluje. Tím samozřejmě vznikají nemalé potíže, protože díky tomu má jedno místo na Zemi rozdílné souřadnice v různých souřadných systémech. Řešením jsou programy pro převádění souřadnic mezi jednotlivými systémy. Aby bylo možné předávání geodat bez úprav, objevuje se snaha o sjednocení používaných kartografických systémů a souřadných zobrazení. To samozřejmě není tak jednoduché. Jednotlivé organizace proto zatím raději používají své systémy a v nejnutnějších případech využívají přepočtu dat. Např. v Evropě je doporučován k používání systém ETRS kvůli tomu, že je napojen na asijskou zemskou desku, kdežto NATO používá systém WGS-84, který převzalo od armády Spojených států amerických.

2.6.2 Získávání geodat

Grafická část geodat se rozděluje na dvě základní skupiny – na vektorová a rastrová. Mezi vektorová geodata se řadí polygony (kraje, lesy, rybníky, atd.), linie (silnice, železnice, řeky, ulice, atd.) nebo body (obchody, stromy, bankomaty, atd.).

Kromě možnosti zakoupení vektorových dat od specializované firmy, která se tím zabývá, je lze získat také svépomocí. Jak píše /Machalová/, pokud vlastníme „papírovou“ mapu oblasti, je možné její zpracování. Můžeme z ní využitím digitizéru nebo tabletu získat vybraná geodata ve vektorové formě. Další možností je např. sběr dat přímo v terénu pomocí tzv. mobilních GIS (PDA se speciálním software společně s přijímačem GNSS (Global Navigation Satelite System)), kdy díky svému vlastnímu pohybu zaznamenáváme „trasu“ do systému. Takto lze zpracovávat např. cyklostezky.

Hlavní výhodou vektorových dat je větší možnost jejich analyzování. Mezi nejdůležitější analýzy patří analýzy sítí, vzdáleností, statistické analýzy a simulace. Další výhodou je také jednodušší skladování těchto dat oproti datům rastrovým.

Rastrová data jsou maticově uložené body (pixely). Tato data lze získat např. naskenováním stávající „papírové“ mapy, 3D modelováním terénu nebo leteckým či družicovým snímkováním. Skenování je zdánlivě nejjednodušší metodou, ale má i svá úskalí. Především se jedná o přesnost a podrobnost naskenování vybrané mapy, ale jak zdůrazňuje /Machalová/, jde také o legislativu. Mapy totiž podléhají autorskému zákonu (zák. č. 121/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů), a tak musíme dávat pozor, abychom nepostupovali v rozporu s tímto zákonem. Výsledkem skenování je pak rastrový obrázek, který se před zanesením do počítače musí správně zaměřit do souřadného systému. Rastrová data jsou náročnější na paměť, a tak větší množství těchto dat vyžaduje také příslušný úložný prostor.

Další, pravděpodobně nejčastější metodou, jak získat rastrová data, je tzv. dálkový průzkum Země (fotogrammetrie). Jde o snímání zemského povrchu speciálním fotoaparátem v trupu letadla, nebo je dokonce využíváno speciálních snímkovacích zařízení, která jsou umístěna na některých družicích na oběžné dráze Země (např. Landsat, SPOT, atd.). Vzniklé snímky je nutno převést z centrální do ortogonální projekce pomocí tzv. ortorektifikace, což je speciální metoda, která zorientuje snímky do zvoleného souřadného systému a odstraní polohové deformace snímků vzniklé vlivem snímání a vlivem nerovnosti terénu. Tím vznikají tzv. ortofotosnímky. Největším nepřítelem této metody je počasí. Jak uvádí /Machalová/, dálkový průzkum země je založen na vlastnostech elektromagnetického záření, které se dá, coby odražené (nebo emitované), rozpoznávat na úrovni vlnové délky nebo intenzity v závislosti na povaze zkoumaného objektu. Rozeznáváme několik druhů elektromagnetického záření, které se vzájemně liší vlnovou délkou. Družice také snímkují nejen ve viditelném spektru záření, ale také v infračervené a mikrovlnné oblasti. Správnou interpretací

družicových snímků lze zjistit např. ohnisko požáru, zdravotní stav lesa, mořské proudy nebo geologické podloží.

Dalším typem rastrových dat je model. Jedná se o rastrovou mapu, kde si každý pixel s sebou nese i své číslo. Toto číslo potom může reprezentovat různé veličiny. Jde-li o nadmořskou výšku, pak se jedná o klasický model terénu. Ale číslo může reprezentovat například i množství srážek, které dopadnou na zem v daném místě. Pak se jedná o model množství srážek v dané oblasti. S vylepšováním technických parametrů IT technologií jak v oblasti hardwaru, tak i softwaru, stále více roste oblíbenost 3D modelování. Ať už ze strany uživatelů pro přehlednost, tak ze strany obchodníků, kteří jej využívají k chytlavé propagaci svých softwarů, kde pomocí speciálního programu například předvedou průlet terénem apod. Analýzy nad modelem terénu mohou pomoci s mnoha rozhodnutími, např. kam postavit televizní vysílač (problém viditelnosti), kde postavit sjezdovku a lyžařský vlek (model terénního převýšení), kde vysadit vinnou révu (model slunečního svitu).

Jak uvádí /ESRI4/, rastrová i vektorová data mají svá specifika a využitelnosti. V současné době se v GIS uplatňuje tzv. vrstvový přístup, který si lze zjednodušeně představit jako přikládání průhledných fólií na sebe asi takto: vezmeme turistickou mapu (rastrová data), na ni přiložíme fólii s vyznačenými pozemky (vektorová data – polygony), na ni položíme fólii s vyznačenými silnicemi (vektorová data – linie) a navrch položíme fólii s vyznačenými bankomaty (vektorová data – body), tím nám vznikne kompletní přehled o dané oblasti. Je důležité, v jakém pořadí na sebe vrstvy pokládáme, protože pokud bychom například vrstvu s bankomaty položili nejníže a na ni položili vrstvu s barevným vyznačením vlastníků pozemků, je pravděpodobné, že si některé body překryjeme a tím zkreslíme informace, které nám výsledná mapa dává.

2.6.3 Geodata v počítači

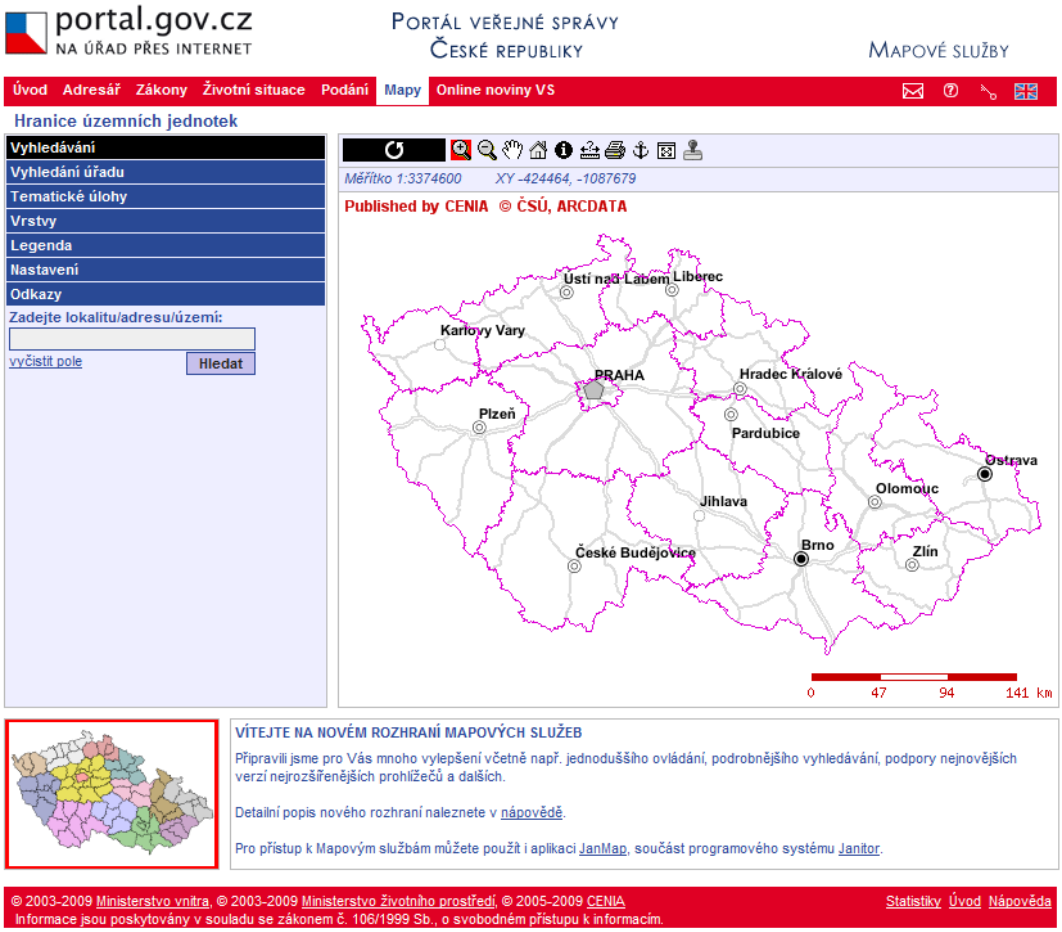
Atributy neboli vlastnosti jednotlivých geoprvků se v současné době nejčastěji uchovávají pomocí tzv. duálního systému uchovávání geodat. Znamená to, že do

počítače ukládáme zvlášť popisná data do klasické relační databáze a zvlášť grafickou část dat tak, aby zůstala zachována geometrie a topologie. Naproti tomu, jak uvádí /Ježek/, firma ESRI přichází ve svých softwarových produktech s konceptem geodatabáze. Tu si lze představit jako velké skladiště prostorových dat v databázovém systému. Geodatabáze používá objektově-relační vektorový datový model, kdy každá prostorová entita je reprezentována jako objekt, který má určité vlastnosti, vztahy a vazby. Mezi jednotlivými uloženými objekty lze tyto vztahy, vazby a pravidla definovat a určovat tak strukturu a provázanost prvků v databázi.

2.6.4 Geodata na internetu

Internet již dávno překročil svůj stín a již pěknou řádku let neslouží pouze k pročítání holých článků bez obrázků, jak tomu bylo na jeho začátcích. S rostoucí výkonností ICT se internet stal mnohem více rozmanitým díky obrázkům, animacím a různým aplikacím. Nové možnosti přivedly další uživatele a velikost webové sítě rostla geometrickou řadou. Říká se, že dnes najdete na internetu úplně všechno. Do jaké míry je toto tvrzení pravdivé, je prostor pro diskuzi, ale např. stránky s geodaty se tam již vyskytují. Mezi jednoduché mapové servery patří např. http://mapy.cz, http://amapy.cz nebo http://mapy.o2active.cz. Mezi funkce těchto serverů patří např. vyhledávání lokace podle adresy, vyhledání nejkratší cesty z místa A do místa B nebo měření vzdálenosti. Mapy, jsou doplněny i o další data – bankomaty, restaurace, nebo sídla firem na konkrétní adrese.

V současné době nejvíce GIS využívá veřejná správa. Ta na také na internetu poskytuje webový přístup na své mapové servery. Portál veřejné správy České republiky je umístěn na adrese http://portal.gov.cz, kde je integrovaný mapový server agentury CENIA (česká informační agentura životního prostředí) http://geoportal.cenia.cz

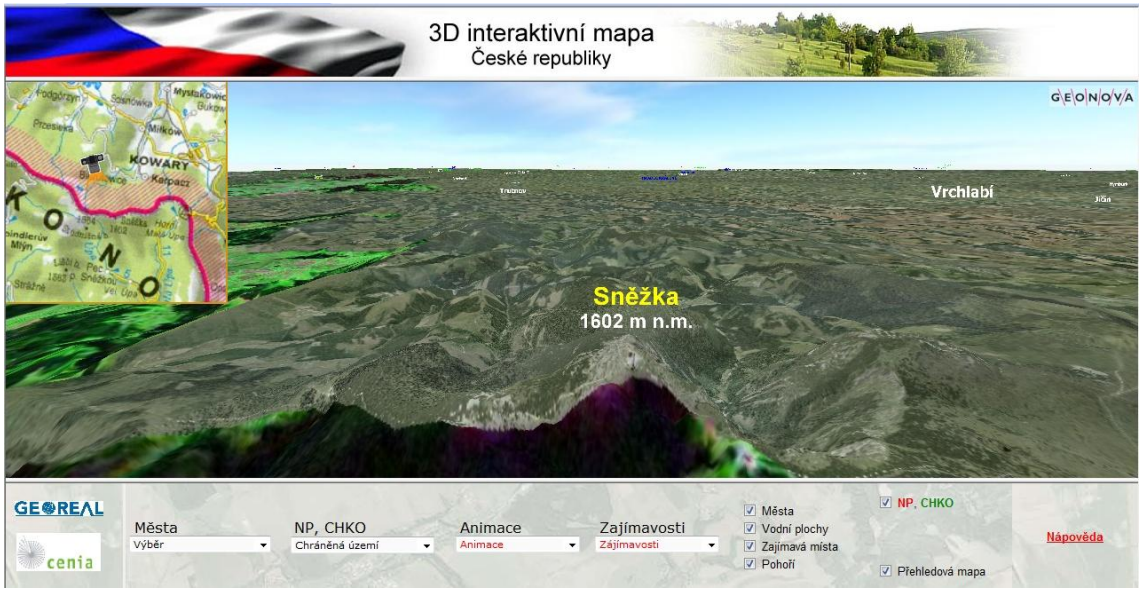


Obrázek 2-6: Úvodní strana národního geoportálu

Zdroj: /Portál/

Na jednotlivé mapové servery všech krajů se lze dostat z nově zřízeného portálu http://gis.kr-urady.cz. Na těchto stránkách můžete nalézt katastrální rozdělení pozemků, různé demografické analýzy v rámci krajů apod.

V poslední době je velice oblíbena 3D modelace terénu. I na takový pohled je možné se podívat přímo na internetu. CENIA na svých stránkách ve spolupráci s firmou Georeal provozuje digitální model terénu České republiky. Návštěvníci se mohou bez problémů „proletět“ nad krajinou, a získat tak informace o krajině z ptačí perspektivy.



Obrázek 2-7: 3D interaktivní mapa ČR, pohled z Polska na Sněžku
Zdroj: /CENIA/

Pro širokou veřejnost je v poslední době velice zajímavý software Google Earth. Je to volně stažitelný klient GIS, který si stahuje online geodata z celého světa. Můžete si nejenom prohlížet aktualizované podrobné družicové snímky poskládané tak, aby tvořili kompletní Zemi, ale lze tu například i pracovat s časem, kdy si prohlédnete změnu krajiny v průběhu několika měsíců. Další klasickou vlastností GIS, kterou Google Earth, nabízí je záznam nových dat. Můžete do krajiny přidávat vlastní body s popisky například již navštívených míst. To, že je software napojen na online otevřenou encyklopedii Wikipedia, která vám je schopna po zadání vaší pozice nalézt 50 nejbližších míst, o kterých je v její databázi nějaká zmínka, ukazuje na další možnosti využití geodat. Všechny činnosti, zážitky, úkazy, objekty můžeme propojit s geografickou polohou a dát tím informaci konkrétnější obrys.

2.7 GIS a legislativa

Geografické informační systémy se v poslední době často stávají součástí informačních systémů, a tím začínají sdílet s těmito systémy i společné legislativní základy. Tvorba, provoz a údržba geografických informačních systémů podléhá některým právním předpisům.

Stejně jako na informační systémy se na geografické informační systémy vztahuje analýza rizik, kdy se posuzuje bezpečnost daného systému, jeho zranitelná místa, pravděpodobnost realizace hrozeb, které bezprostředně ohrožují klíčové funkce organizace, a odhad jejich následků. V těchto případech se postupuje obvykle podle norem ISO 17799, ISO/IEC 15048 (Common Criteria) a ISO TR 13335. Dále v této analýze musí být zohledněn např. zákon č. 148/1998 Sb., o ochraně utajovaných skutečností, ve znění pozdějších předpisů; zákon č. 227/2000 Sb., o elektronickém podpisu, ve znění pozdějších předpisů; zákon č. 365/2000 Sb., o informačních systémech veřejné správy, ve znění pozdějších předpisů; zákon č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů, ve znění pozdějších předpisů; zákon č. 480/2004 Sb., o některých službách informační společnosti, ve znění pozdějších předpisů.

Tím patrně nejdůležitějším, ve vztahu k veřejné správě, kde je v současnosti GIS využíván v největší míře, je zákon č. 365/2000 Sb., o informačních systémech veřejné správy (ISVS) a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Stanoví určitá práva a povinnosti osob, které souvisí s vytvářením, užíváním, provozem a rozvojem IS veřejné správy. Tímto zákonem byl zřízen Úřad pro veřejné informační systémy a vymezena jeho působnost. Později jeho kompetence přešly na Ministerstvo informatiky a po jeho zániku na Ministerstvo vnitra.

Jednou z kompetencí je vydávání standardů informačních systémů veřejné správy, z nichž jsou pro GIS klíčové především tyto /Machalová/:

- Standard informačních systémů veřejné správy pro strukturu a výměnný formát digitální technické mapy města (001/01.02). Jeho účelem je sjednocení struktury a výměnného formátu pro bezproblémový a jednoznačný přenos datového obsahu digitálního modelu terénu (DMT) mezi informačními systémy, které byly tvořeny s využitím různých softwarových produktů a sjednocení interpretace údajů technického plánu města.

- Standard informačních systémů veřejné správy k prostorové identifikaci (088/04.02). Tento standard má za úkol stanovit podmínky pro racionální práci s prostorovými daty a informacemi, především pak vytvořit podmínky pro vzájemné předávání dat a informací a jejich vícenásobné, na prostorových úrovních srovnatelné, využití. Současně je účelem poskytnout uživatelskému okolí prostorově orientovaných informačních systémů jednotný výklad a přístup k práci s prostorově vztaženými daty.
- Standard informačních systémů veřejné správy pro strukturu a výměnný formát metadat informačních zdrojů (011/01.02). Účelem je vytvořit podmínky pro racionální tvorbu informačních systémů, zejména pro tvorbu metadat IS o informačních zdrojích z oblasti geografických informací. Standard pak kromě vymezení struktury a výměnného formátu metadat sjednocuje terminologii předmětné oblasti.

3 Systémy pro podporu rozhodování

Vysokým stupněm podpory pro manažery, a to nejen informačním, ale i modelovým, jsou tzv. systémy pro podporu rozhodování (DSS – Decision Support System). Systémy pro podporu rozhodování jsou chápány jako počítačové systémy interakčního charakteru, tvořené modelovým, programovým a informačním zabezpečením, které pomáhají jejich uživatelům při realizaci řídících a rozhodovacích činností. /Fotr, Dědina/

Z toho vyplývá, že systémy pro podporu rozhodování, nerozhodují za nás, ale pouze mají schopnost provádět rozmanité analýzy dat bez potřeby složitého ovládání. Rozhodovací role stále zůstává na uživateli. Poskytují nám komfort v tom smyslu, že nám umožňují rychle provádět příslušné výpočty a snadno manipulovat se vstupními daty. Na druhé straně předpokládají, že uživatel rozumí podstatě metody, ví, kdy a jak ji má použít a jaká vstupní data jsou potřeba, aby DSS mohl aplikovat na svůj problém. Systém za nás nevybere nejlepší variantu, ale zakomponuje nám do všech variant informace z jemu známých datových zdrojů a tím nám rozhodování usnadní. Výstupem těchto analýz bývají souhrnné tabulky nebo nejrůznější druhy grafů, které slouží pro větší názornost vypočtených výsledků, protože jak prohlásil Thomas Henry Huxley „Dokonalá analýza je k ničemu, pokud není správně prezentována.“

3.1 Druhy DSS

Aplikace, které nám pomáhají s výběrem nejlepšího rozhodnutí tak činí na základě různých principů a postupů. Některé nám nabízejí předdefinované modely, do kterých dosazujeme námi řešený problém. Jiné se nás „ptají“ na podrobnosti situace a směřují nás k řešení.

Podle toho, jak je systém orientován, ho přiřazujeme do některé z konceptuálních skupin DSS /Doucek, Bébr/.

- Document driven DSS (dokumenty) – tento typ DSS aplikací slouží manažerům primárně k analýze rozsáhlých nestrukturovaných dokumentů pomocí specializovaných nástrojů. Mezi takové dokumenty se mohou počítat také webové dokumenty a www stránky. Z toho vyplývá, že tyto aplikace zvládají analýzu také obrazových souborů, zvukových, hypertextových dokumentů a souborů obsahujících video. Nejčastěji se s nimi analyzují různé katalogy, firemní korespondence a další rozsáhlé různorodé dokumenty.
- Knowledge driven DSS (znalosti) – tyto aplikace bývají využívány k řešení konkrétních situací. Vycházejí ze znalostní báze a firemních postupů, předpisů a standardů. Daly by se přirovnat k expertním systémům, které mají za úkol simulovat činnost experta a postupným dotazováním uživatele a upřesňováním „symptomů“ problému, dojít k identifikaci problému a návrhu řešení. Říká se, že by tyto systémy měly být srovnatelné s expertem, který se nás po telefonu vyptává na další podrobnosti a snaží se nám poradit.
- Model driven DSS (modely) – využitelnost těchto aplikací je v oblasti účetnictví, financí, operačního výzkumu (dopravní problém, řezný problém, nutriční problém, optimalizace stavu zásob). Základem systému jsou statistické a analytické nástroje.
- Communications driven and Group DSS (komunikační úroveň) – jedny z nejstarších DSS systémů. Sloužily především jako podpora skupinové práce. Je to systém pro skupinové rozhodování. Jak už název napovídá, podporuje především prvky komunikace při řešení problému. Základními funkcemi jsou tedy různé formy elektronické komunikace, sdílení souborů, plánování a další nástroje pro podporu skupinové práce.
- Data driven DSS (databáze) – systémy tohoto zaměření mají za úkol analyzovat velké objemy strukturovaných dat. Samotné systémy jsou většinou postaveny nad datovým skladem nebo datovým tržištěm. Z technologického pohledu bývají používány ve spojení s OLAP technologiemi. Z tohoto spojení se pak stává

velice výkonný nástroj pro analýzu velkých souborů dat. Jsou používány především manažery na vyšších pozicích, kdy jim poskytují dobrý přehled o velkém množství dat.

3.2 Rozhodovací proces

Rozhodování neboli rozhodovací proces je posuzování více variant a výběr varianty určené k realizaci /Fotr, Dědina/

Rozhodování je nejdůležitější náplní práce manažerů. Především v tom smyslu, že každý výsledek těchto procesů má zásadní vliv na chod organizace v budoucnu. Samozřejmě, že jsou také podle kvality svých rozhodnutí hodnoceni a odměňováni.

Jak uvádí /Simon/, rozhodnutí (jako výsledek rozhodování) může být dílem okamžiku. S tím bychom se však měli setkávat pouze na operativní úrovni řízení, kde převažují dobře strukturované problémy. Na střední a vyšší úrovni řízení mívá rozhodování daleko větší dopad, a proto probíhá v několika etapách. První etapou je analýza okolí, tzn. zjištění podmínek vyvolávajících nutnost rozhodovat, identifikace rozhodovacích problémů a stanovení jejich příčin. Dalším krokem je návrh řešení, který je zaměřený na hledání, tvorbu, rozvíjení a analýzu možných směrů této činnosti. Volba řešení zahrnuje hodnocení variant a ústí k vybrání varianty určené k realizaci. Poslední nezbytnou fází je kontrola výsledků, která hodnotí skutečně dosažené výsledky vzhledem ke stanoveným cílům. Z této fáze pak vyplývají ponaučení pro budoucnost a také mohou iniciovat další rozhodovací procesy.

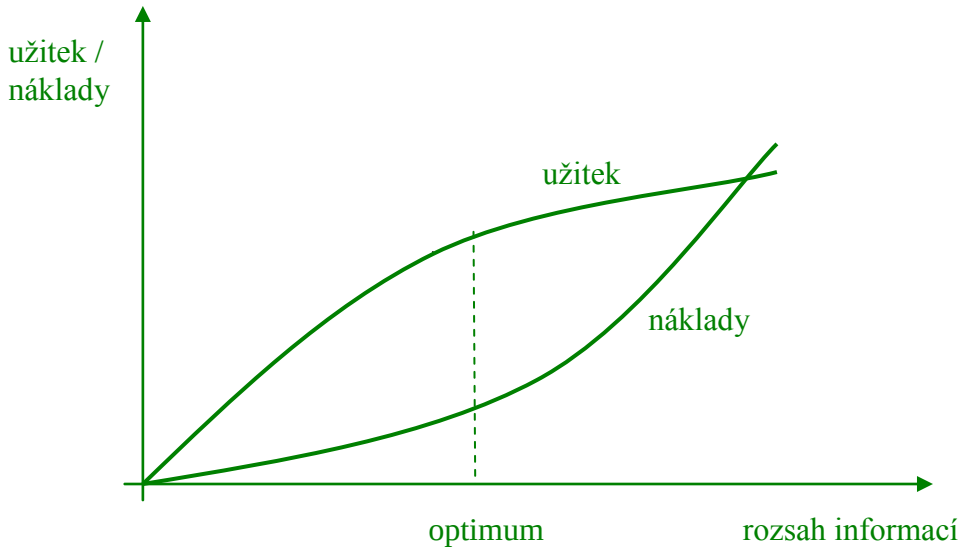
Kvalitu rozhodovacího procesu ovlivňuje stanovení cílů, množství a kvalita informací, míra uplatnění poznatků z teorie rozhodování, kvalita projektu výsledného vybraného řešení, kvalita objektu rozhodování a kvalita řízení rozhodovacího procesu. Abychom mohli porovnávat jednotlivé varianty řešení, musíme stanovit kritéria hodnocení. Ty vychází z cílů, kterých se má dosáhnout. Nutnou podmínkou kvalitního řešení rozhodnutí je vytvoření dostatečně širokého souboru variant. Výsledkem

hodnocení variant vzhledem ke stanoveným kriteriím hodnocení je „preferenční uspořádání variant“, kdy jsou varianty seřazené od nejvýhodnější po nejhorší. Kromě využití prostředků týmové práce, různých metod podporujících tvorbu variant by měl správný manažer používat také modelování a výpočetní techniku. Varianta, která je procesem rozhodování vybraná k realizaci, by měla být přípustná. To znamená, že by měla splňovat všechny cíle a nepřesahovat omezující podmínky. Samotná kvalita rozhodnutí se velice složitě porovnává s dosaženými výsledky, protože jak je uvedeno v literatuře /Fotr, Dědina/, v případě určitého vývoje rizikových faktorů může i nekvalitní rozhodnutí přinést dobré výsledky, nebo naopak vysoce kvalitní a sofistikované rozhodnutí může vést k neúspěchu. Proto je třeba kvalitu rozhodnutí posuzovat z dlouhodobého hlediska, zda vede k lepším výsledkům než méně kvalitní rozhodnutí.

3.3 Role informace v rozhodovacím procesu

Někdy se rozhodovací problémy chápou jako procesy shromažďování a transformace vstupních informací do výstupních informací včetně interpretace uvedených informací /Fotr,Dědina/.

Shromažďování informací je téma velice choulostivé, jelikož rozeznání informací relevantních pro náš rozhodovací problém není vždy jednoduché. Zahrnování irelevantních informací do rozhodovacího procesu nám nejen výběr vítězné varianty ztěžuje a prodlužuje dobu rozhodnutí, ale také nás někdy mohou svést k variantě, která by za správných podmínek nikdy nezvítězila. Sběr informací je také samozřejmě nákladný. Čím více bychom chtěli informací, tím více musíme obětovat prostředků ať už finančních, nebo jiných (např. časových).



Obrázek 3-1: Závislost užitku a nákladů na rozsahu informací

Zdroj: /Fotr, Dědina/

Jak je vidět z obrázku 3-1 není nejekonomičtější snažit se získat informací co nejvíce, protože náklady na jejich získávání progresivně rostou a jejich míra užitku se snižuje. Více informací než kolik máme momentálně k dispozici, nám nemusí rozhodnutí nijak ovlivnit a my jen zbytečně vynaložíme prostředky na jejich získání. Proto je důležité snažit se najít optimální poměr mezi užitkem informací a náklady na jejich získání. Na druhou stranu pokud jsou na každé získávání informací nějaké fixní náklady, je někdy lepší mít informací o něco více, než pak kvůli jejich nedostatku

pořádat nový sběr informací a platit další fixní náklady. Toto je nutné vyhodnotit vždy v konkrétní situaci u daného rozhodovacího problému.

3.4 Systémy pro podporu prostorového rozhodování

Doposud jsme mluvili zvlášť o geografických systémech a o systémech pro podporu rozhodování. Tím, že spojíme podporu rozhodování s geografickými údaji, tedy rozšíříme DSS o možnost vstupu, reprezentaci a analýzu prostorových dat, definujeme vlastně systém pro podporu prostorového rozhodování (Spatial Decision Support System - SDSS).

Tento pojem ještě není tak zavedený a v literatuře /Machalová/ se systémy pro podporu prostorového rozhodování klasifikují jako speciální případy DSS. Jsou určeny k řešení strukturovaných a nestrukturovaných úloh a problémů, které mají prostorový, územní či lokalizační rozměr. V odvětví SDSS se prolíná hned několik doposud samostatných vědních oborů. Hlavní část tvoří

- teorie rozhodování
- systémy pro podporu rozhodování a manažerské informační systémy (MIS)
- geografické informační systémy a geoinformatika

/Machalová/ dále uvádí, že základ a jádro SDSS tvoří většinou GIS a databáze. A že GIS nemohou být samy o sobě systémem pro podporu prostorového rozhodování, protože

- často neobsahují dostatečně sofistikované analyticko-modelovací nástroje
- datové modely GIS jsou konstruovány především pro kartografické výstupy, vizualizaci, dotazování a jsou nevhodné pro komplexní modelování
- data jsou často poznamenána nedostatečnou nebo různorodou přesností
- nenabízí možná řešení daného problému v širším kontextu

Předchozí řádky pak podporuje citací diplomové práce /Klauda/, kde je zjednodušeně řečeno, že výstupem GIS jsou informace a výstupem DSS/SDSS jsou řešení nebo scénáře vedoucí k dosažení stanoveného cíle.

Jedním dechem však /Machalová/ okamžitě dodává, že najít přesnou hranici mezi GIS a SDSS je prakticky nemožné, protože funkce GIS se neustále doplňují o nové, vylepšují se ty stávající a již v té době bylo mnoho těchto systémů, které obsahovaly velice vyspělé a komplexní geo-analytické prvky. Sama pak vysloví domněnku, zda ve své podstatě již opravdu nejde o systémy pro podporu rozhodování.

Na stranu hovořící o systému pro podporu rozhodování se přiklání také /Krása/, který pro GIS uvádí „definice“ rozdělené podle oboru použití. Jako o DSS hovoří zejména v případě veřejné správy, kde se nejvýrazněji projevuje integrace prostorových dat a interpretace prostorových vztahů.

Dalším pramenem, který považuje GIS za systém více než užitečný při rozhodování, je /Ralbovský/, který se zabývá využitím GIS pro menší a střední podniky. Ačkoli je u menších podniků skeptický hlavně z finančních důvodů, u firem střední velikosti je již optimističtější. V obecné rovině pak využití GIS pro rozhodování má podle něj význam především pro firmy s geograficky rozprostřeným působením (pobočky, doprava zboží nebo osob, atd.).

4 Rozhodování za pomoci GIS

DSS je definován jako systém, který na základě dostupných dat a uživatelem definovaného dotazu poskytne uživateli pouze data odpovídající jeho dotazu. /Vochozka/. A rozhodování neboli rozhodovací proces je posuzování více variant a výběr varianty určené k realizaci /Fotr, Dědina/. Geografický informační systém vykazuje klasické znaky data driven DSS, kdy uživatelská nadstavba stojí na velké databázi dat, ze které čerpá data na uživatelův dotaz. Ovšem geografických dat. V tom vězí zvláštnost GIS. V propojení dat o poloze a vlastnostech objektu a zobrazení výsledku na mapě.

Změníme-li strukturu dat přidáním charakteristik geografických údajů, můžeme zkoumat prostorové vztahy. Tyto vztahy jsou obecně velmi početné a důležité /Tuček/. Je prakticky nemožné všechny vzájemné prostorové vztahy objektů zaznamenat do databáze, proto jich je v GIS uvedeno jen několik málo základních a velká většina se dopočítává a odvozuje. Právě díky přidání dalších (geografických) informací zvýšíme kvalitu stávajících informací, pomocí nichž jsme měli rozhodovat. Nyní s využitím GIS lze rozhodovat nejen na základě atributů jednotlivých (prostorových) objektů, ale lze využít mnoho nástrojů pro analýzy nad geoprvky a využít tak další odvozené a vypočítané informace o jejich vzájemném ovlivňování. To nám nabídne pohled, jak se systém chová ve své komplexnosti. Samozřejmě za určité úrovně zjednodušení.

4.1 Porovnání GIS s klasickými databázovými programy

S jednoduchými prostorovými daty dokážou pracovat i další široce používané programy – různé databáze, tabulkové procesory, statistické programy nebo programy pro technické kreslení. V čem se tedy GIS od nich liší?

Vezměme si například tabulku 4-1:

Město	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Počet obyvatel
Brno	49° 12´	16° 36´	388 296
České Budějovice	48° 58´	14° 28´	97 243
Hradec Králové	50° 12´	15° 50´	99 917
Liberec	50° 46´	15° 03´	101 162
Ostrava	49° 49´	18° 16´	327 371
Plzeň	49° 45´	13° 22´	173 008
Praha	50° 00´	14° 24´	1 214 174

Tabulka 4-1: Databáze měst

Zdroj: /Arcdata/

„Klasický“ tabulkový procesor nebo databáze vám dokáže odpovědět na řadu jednoduchých otázek typu

- Které město leží nejjižněji?
- Jaký je průměrný počet obyvatel těchto měst?
- Jaká je vzdálenost dvou vybraných měst?

Všechno to jsou dotazy, u kterých stačí jen prohledat záznamy v databázi a provést několik jednoduchých výpočtů, abychom získali odpověď. V praxi však stále častěji potřebujeme znát odpovědi na otázky formulované daleko složitěji, které již takto jednoduše řešit nelze.

- Která města leží do vzdálenosti 100km od vybraného města a kolik je v nich dohromady obyvatel?
- Která města leží ve vzájemné vzdálenosti 200km?
- Které všechny budovy postavené před rokem 1945 leží ve vzdálenosti do 300m od levého břehu řeky na svahu s vyšším sklonem než 5%?

Jak je vidět, u těchto typů otázek jsou použity jak dotazy na polohu objektů, tak zároveň na jejich vlastnosti a jejich vztah k dalším objektům. Přesně pro tyto účely je potřeba použít specializovaný software a tím je právě GIS. Pro geografický informační systém nejsou dané otázky žádným problémem, protože má nejen daleko větší možnosti pro práci s údaji o poloze jednotlivých objektů, ale zvládne také vyhodnocovat vzájemné prostorové vztahy neboli topologii. Nemalým bonusem je to, že tazateli nevrátí na jeho dotaz pouze textový výstup s údaji, ale vše zobrazí také pomocí přehledné mapy oblasti, které se dotaz týkal.

4.2 Jak GIS pomáhá v rozhodování

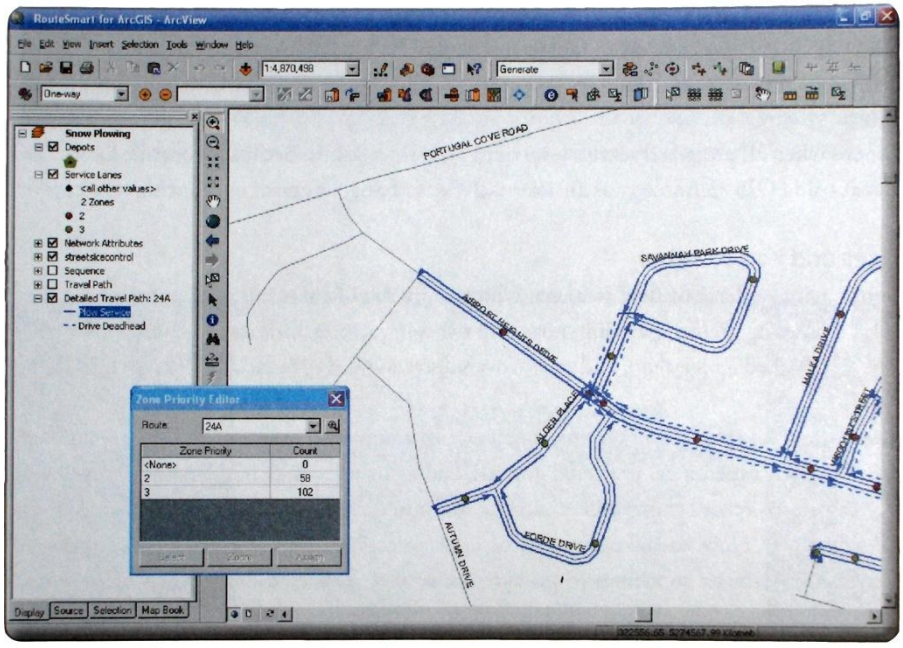
Jak již bylo několikrát řečeno, GIS je ideální jako podpora rozhodování především ve veřejné správě. Úředníkům jednotlivých odborů a místním zastupitelům už neslouží pouze jako vizualizační nástroj. Stává se součástí jejich každodenní práce a používají ho jako strategický nástroj při rozhodování, protože téma „Kam přijdou peníze z mých daní?“, je u občanů jedno z nejsledovanějších. Uvedu zde několik příkladů, kde GIS pomáhá rozhodnout co s nastalou situací.

4.2.1 Sněhová kalamita

Pokaždé, když se schvaluje nový rozpočet obce, je to boj. Zástupci jednotlivých odborů bojují za své projekty, aby dostali přidělený co největší podíl z finančního koláče. Poté co jsou předneseny a projednány všechny návrhy, kam půjdou peníze

daňových poplatníků, je rozhodnuto a konečný rozpočet je přijat. Vedoucí odborů a jejich úředníci začínají rozjíždět projekty a všichni musí počítat s tím, že jsou omezeni částkou, která jim byla z rozpočtu přidělena. Ale je docela dobře možné, že někteří dodavatelé nedodají služby nebo zboží v dostatečné míře a bude potřeba přidělit tuto práci někomu jinému a zaplatit materiál a práci dalších lidí. Co se stane pak, když je stabilita rozpočtu narušena externími vlivy? Někde se musí uspořit. Zde je příležitost využít analytické schopnosti GIS.

Vezměme si například přírodní vlivy. Počasí občas vybočí z nastaveného standardu a přidělá lidem práci. Silničáři jsou překvapeni sněhovou nadílkou téměř každý rok a stává se pomalu tradicí, pokud není extrémně teplá zima, že nestíhají odklízet sníh z pozemních komunikací. Umožnit lidem se bezpečně pohybovat po městě je jednou z nejdůležitějších úloh obce. Bez silnic protažených od sněhu by se lidé nedostali do práce, nakoupit ani na úřad. V případě, že dojde k rekordním sněhovým srážkám, znamená to nárůst pracovní doby silničářů, mnohé přesčasy a také zvýšený pohyb sněžných pluhů. K tomu se přidá momentálně zvýšená cena pohonných hmot a problém je na světě. Kde ušetřit peníze na zvýšené náklady na odklízení sněhu? A co problém



Obrázek 4-1: Optimalizace trasy sněhových pluhů

Zdroj: /ESRI2/

vyřešit optimalizací trasy sněžných pluhů, a tím ušetřit čas zaměstnanců i prostředků na pohonné hmoty? Pomocí GIS lze přesně určit, které ulice jsou nejdůležitější. Analytické nástroje dokážou propočítat nejoptimálnější trasu, co se týká ušetření pohonných hmot, tak i času. Systém přitom nezapomíná, že silnice mají více než jeden jízdní pruh. Nejen že s tím ve své analýze počítá, dokonce toho využívá k lepší optimalizaci. GIS nám tedy odpoví na otázku „Kudy mám jet, abych projel všechny označené ulice a přitom ušetřil co nejvíce pohonných hmot a času?“. Graficky nám vyznačí cestu městem, popřípadě nabídne i itinerář.

Stejný scénář lze použít i pro sběr kontejnerů, čištění silnic, svoz tříděného odpadu atd.

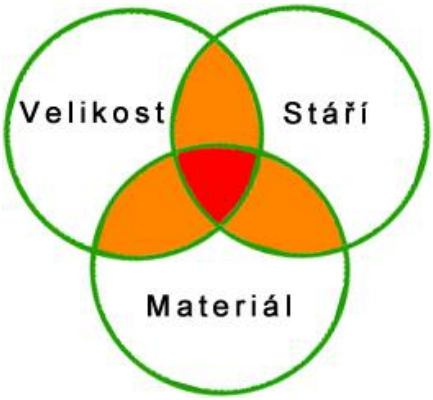
4.2.2 Vodovodní potrubní síť

V minulém století se ve větší míře projevil trend stěhování lidí z venkova do měst. Města se musela rozrůstat a leckdy „polykala“ okolní vesničky a připojovala je k sobě. Z toho důvodu se na mnoha místech utrácely peníze především za rozšiřování vodovodní sítě než za její údržbu a renovaci.

Vezměme si například situaci, kdy se větší město po desítkách let rozhodne, že situace je již neúnosná a je třeba, aby vodovodní síť podstoupila generální opravu. Pod územím města se nachází, několik let ne příliš udržovaná, potrubní síť, která je navíc materiálově i technologicky rozmanitá tím, jak se připojovaly nové městské části, používaly nové technologie a zaváděly nové normy. Nejprve stanovíme důvody, které budou rozhodující pro označení daného vodovodního úseku k výměně:

- velikost – průměr menší než X[1] cm (snaha o vymýcení malých průměrů vodovodních trubek, které způsobují problémy s tlakem)
- materiál – litina, azbestocement, ocel (nekvalitní nebo zdravotně závadné materiály)
- stáří – starší než Y[1] let

Díky tomu, že mají vodovodní síť v digitální podobě v místím GIS, je otázkou několika minut, než se zobrazí kompletní přehled úseků, které splňují podmínky pro výměnu. Zde přichází kámen úrazu – rozsah oprav bude příliš velký. Nevyhovujícím může být několik desítek až stovek kilometrů potrubí a náklady na jeho kompletní výměnu se mohou vyšplhat až na několik miliard korun. Uvolnit tolik peněz najednou si samozřejmě většina měst nemůže dovolit, takže vyvstává otázka „Co opravit jako první?“.



Obrázek 4-2: Prolnutí kategorií vodovodních trubek vhodných k výměně

Řešením je rozdělení veškerého vodovodního potrubí určeného k výměně na určité úseky a větve a po té stanovit nová kritéria pro přidělení priorit výměny těchto úseků. Nejlepší by bylo kritéria obodovat a aplikovat je na každý úsek. Jednotlivé body úseku za každé kritérium sečíst a pak už si nechat jen zobrazit barevně odlišené úseky roztříděné do intervalů podle získaných bodů. Kritéria pro nutnost opravy mohou být například následující:

[1] O konkrétní hodnotě nechci spekulovat, příklad má pouze za úkol nastínit využitelnost GIS jako DSS

- počet poruch na úseku za posledních 10 let
- kvalita vody
- velikost potrubí
- počet zákazníků závislých na tomto úseku
- materiál potrubí
- stáří
- paralelnost s dalším vodovodním potrubím určeným k výměně (lze vyměnit obě potrubí najednou při vynaložení fixních nákladů na výkop)

Všechny ukazatele musí být samozřejmě přepočítány na metr potrubí, aby analýza nebyla zavádějící. GIS nám seřadí varianty podle stanovených kriterií a vizuálně na mapě zobrazí, které úseky potřebují výměnu potrubí nejdříve a které až v dalších kolech.

Stejně se dá postupovat například v případě oprav kanalizace, silnic a další infrastruktury města.

4.2.3 Pojišťovnictví

Abych stále neuváděl jen příklady z veřejné správy, prostudoval jsem také materiály /Siebert/, které poukazují na využití GIS v pojišťovnictví.

Jednou z oblastí, kde může geografický informační systém pomoci pojišťovně, zda a jak klienta pojistit, je pojištění hmotného majetku proti přírodním katastrofám. Například pokud by si chtěl pojistník pojistit dům proti záplavám, GIS nám poskytne informace o objektu zájmu. Stejně jako v předchozím případě lze stanovit určitá kritéria, podle kterých je možné klienta zařadit do určité rizikové skupiny a podle toho určit výši pojistného. Kritérii pro bodování objektu mohou být například:

- vzdálenost od vodní plochy nebo vodního toku
- velikost této plochy nebo toku
- povodí (množství řek, které se do této plochy nebo toku vlévají před objektem)
- převýšení od břehu k objektu
- srážkovost v oblasti
- zatopené oblasti při povodních v minulých letech

5 Závěr

Interaktivní mapy, za které jsou GIS někdy mylně považovány, nám mohou při správné interpretaci poskytnout nemalé množství informací. Velké a výkonné GIS nám mohou poskytnout mnohem více.

Cílem této práce bylo potvrzení nebo vyvrácení hypotézy, zda by měl být geografický informační systém považován za systém pro podporu rozhodování. Studováním literatury různých autorů, konzultacemi ve firmě Arcdata Praha a analýzou několika oblastí, kde je používán geografický informační systém (s akcentem na aplikace v České republice), jsem došel k závěru, že systémy pro podporu rozhodování jsou definovány jako počítačové systémy, které na základě zhodnocení dostupných dat a uživatelem definovaného dotazu poskytnou pouze data odpovídající onomu dotazu. Dalším charakteristickým rysem DSS, je možnost vyhodnocení variant na základě stanovených kritérií a jejich seřazení dle preference. GIS toto všechno zvládá. Kromě uchovávání a analýzy dat GIS také tazateli prezentuje výsledek jeho dotazu na přehledné mapy zájmové oblasti. Proto by měl být GIS považován za systém pro podporu rozhodování pro práci s geografickými daty.

Díky datům, které v sobě tyto systémy uchovávají a geo-analytickým nástrojům, jež obsahují, je jejich největší devizou přidaná hodnota, kterou informacím dodávají. Je to schopnost analýzy vzájemného vztahu a ovlivňování jednotlivých dat a objektů v závislosti na geografické poloze. Díky tomu nám GIS může například pomoci vybrat vhodné místo pro nový supermarket. Zobrazí nám hustotu zalidnění (tedy potenciálních zákazníků), dopravní obslužnost a dosažitelnost v jednotlivých lokalitách a dokáže vybrat nejvhodnější místo pro jeho stavbu například i s ohledem na podloží, které je na dané parcele nebo na cenu pozemku. GIS dokáže pracovat v několika úrovních informací a jejich prolínáním a prokládáním dokáže buď úspěšně eliminovat nevhodné varianty našeho požadavku, nebo naopak označit místa vhodná pro náš projekt. GIS

nerozhodne za nás, ale pokud máme jasnou představu o kritériích rozhodnutí, navede nás postupně k cíli. Geografický informační systém nám nepomůže vybrat si nové auto, pokud chceme zohlednit jako rozhodovací kritéria jeho cenu, spotřebu nebo barvu, ale může nalézt například místa ve městě, kam není možné dojet do 10 minut z žádné z požárních stanic. K tomu je schopen zahrnout analýzu míst, kde se požáry vyskytují častěji, a započítat tato riziková místa do výsledku a vybrat tak vhodné místo pro umístění nové požární stanice.

6 Seznam zdrojů

/Arcdata/ ARCDATA PRAHA [online, citováno 12.2.2009] Dostupné z URL: <http://www.arcdata.cz>

/CENIA/ CENIA [online, citováno 14.3.2009] Dostupné z URL: <http://www.cenia.cz/3dmodel/mzp/index3D.htm>

/Doucek, Bébr/ DOUCEK, Petr, BÉBR Richard. *Informační systémy pro podporu manažerské práce.* Praha: Professional publishing, 2005. ISBN 80-86419-79-7

/ESRI/ ESRI. Kol.: *Seznamte se s GIS*. Redlands: ESRI Press 1990.

/ESRI2/ THOMAS, Christopher. HUMENIK-SAPINGTON, Nancy: *GIS for decision support and policy making*. Redlands: ESRI Press 2009. 189 s. ISBN 978-1-58948-231-9

/ESRI3/ ESRI. Kol.: *Co je to ArcGIS?*. Redlands: ESRI Press 2001. 125 s.

/ESRI4/ WADE, Tasha. SOMMER, Shelly: *A to Z GIS.* ESRI Press 2006. 268 s.

/ESRI5/ TOMLINSON, Roger: *Thinking about GIS* ESRI Press 2003. 283 s.

/Horáková, Kafka/ HORÁKOVÁ, B. KAFKA, Š. a kol. *Výsledky evidence geodat a vybavenosti GIS pracovišť okresních úřadů s využitím metainformačního systému MIDAS*, 2001 str. 2

/Ježek/ JEŽEK, T. *Posouzení možnosti využití ArcIMS pro prezentaci rozsáhlých rastrových dat*. Diplomová práce. Ostrava: VŠB-TU, 2005

/Klauda/ KLAUDA, P. *Prostorové systémy pro podporu rozhodování.* Diplomová práce. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2005

/Krása/ KRÁSA, Josef. *Geografické systémy (GIS ve vodním hospodářství)* [online, citováno 23.2.2009] dostupné z URL: <storm.fsv.cvut.cz/on_line/gisz/01_GISZ_uvod_web.pdf>

/Machalová/ MACHALOVÁ, Jitka. *Prostorově orientované systémy pro podporu manažerského rozhodování*. Praha : Beck, 2007. 141 s. ISBN 978-80-7179-463-9.

/Portál/ PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY ČR [online, citováno 14.3.2009] Dostupné z URL: <http://geoportal.cenia.cz/mapmaker/>

/Ralbovský/ RALBOVSKÝ, Martin. *Použití GIS pro malé a střední podnikání* [online, citováno 23.2.2009] dostupné z URL: <www.cssi.cz/cssi/system/files/all/si-2-2008-ralbovsky.pdf>

/Siebert/ SIEBERT, A.: *GIS in Risk and Damage Assessment at Insurance Companies*. ESRI User Conference 1998, San Diego, July 27. – 31. 1998

/Simon/ SIMON, H.A. *Models of Man*. New York: Wiley and Sons, 1957

/Šíma/ ŠÍMA, Petr. *Křovákovo zobrazení*. [online, citováno 20.3.2009] Dostupné z URL: < http://krovak.webpark.cz/index.htm >

/Šmíd/ ŠMÍD, Oldřich. *Problematika přechodu od proprietárního řešení k otevřenému databázovému řešení aneb dostupný geografický datový sklad pro každého?* In PETR, Pavel. *GIS Seč : sborník referátů konference GIS Seč 2003, 11.-13. června 2003, Seč u Chrudimi*. Litomyšl: Invence, 2003. s. 76. ISBN 8086143260.

/Tollingerová/ TOLLINGEROVÁ, Dana. *GIS: Geografické informační systémy*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1996. 25 s. Services for Universities; sv. 43. S podporou programu Phare. ISBN 807078377X.

/Tuček/ TUČEK, J. *GIS principy a praxe*. Praha: Computer Press, 1998

/Uni/ UNIVERSITY OF ROSTOCK [online, citováno 3.4.2009] Dostupné z URL: < http://www.auf.uni-rostock.de/gif/gg_grafik_auf_gis.png>

/Valdová/ VALDOVÁ, Ivana. *Požadavky směrnice INSPIRE v oblasti digitalizace SGI* [online, citováno 14.3.2009]. ČÚZK, Český úřad zeměměřický a katastrální, 2007. Dostupné z URL: <www.cuzk.cz/GenerujSoubor.ashx?NAZEV=999-VALDOVA>

/Vochozka/ VOCHOZKA, J.. *DSS a Internetovské dokumenty. Zpravodaj ÚVT MU.* ISSN 1212-0901, 1999, roč. IX, č. 4, s. 4-9.

/Voženílek/ VOŽENÍLEK, V. *Digitální data v informačních systémech.* Vyškov: Antrim, 1996

7 Seznam obrázků

Obrázek 2-1: Tři pohledy na GIS 17
Obrázek 2-2: Skládání datových vrstev 19
Obrázek 2-3: Analýza na území ČR 20
Obrázek 2-4: Prolnutí grafiky s ortofotosnímkem 21
Obrázek 2-5: Tvorba nových dat ze stávajících pomocí analytických nástrojů 22
Obrázek 2-6: Úvodní strana národního geoportálu 33
Obrázek 2-7: 3D interaktivní mapa ČR, pohled z Polska na Sněžku 34
Obrázek 3-1: Závislost užitku a nákladů na rozsahu informací 41
Obrázek 4-1: Optimalizace trasy sněhových pluhů 47
Obrázek 4-2: Prolnutí kategorií vodovodních trubek vhodných k výměně 49

8 Seznam tabulek

Tabulka 2-1: Cenový přehled světových produktů GIS 25

Tabulka 2-2: Cenový přehled českých produktů GIS 26

Tabulka 2-3: Cenový přehled geografických dat pro GIS 27

Tabulka 4-1: Databáze měst 45

9 Seznam zkratek

GPS	Global Position System
GIS	Geografický Informační Systém
ESRI	Environmental Systems Research Institute, Inc.
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
USA	Spojené státy americké
ICT	Informační a komunikační technologie
ČAGI	Česká agentura pro geoinformace
SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome
ERDAS	Earth Resources Data Analysis Systems
GDS	Graphic Data Systém
SPANS	Spatial analysis systém
CEDA	Central European Data Agency
ČSN	Česká technická norma
ETRS	European Terrestrial Reference Systém
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
WGS	World Geodetic System
PDA	Personal Digital Assistant
GNSS	Global Navigation Satelite Systém
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
IS	Informační systém

ISO	lnternational Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commision
ISVS	Informační systémy veřejné správy
DMT	Digitální model terénu
DSS	Decision Support Systém
SDSS	Spatial Decision Support System
OLAP	Online Analytical Processing
MIS	Manažerské informační systémy