

KONCEPCIA GEOGRAFICKÉHO PROJEKTU V GIS-E. NÁVRH A IMPLEMENTÁCIA ÚDAJOVÉHO MODELU GEOGRAFICKÉHO PROJEKTU V SYSTÉME RIADENIA BÁZY DÁT MGE SX

Eva MIČIETOVÁ

Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Abstrakt

Príspevok pojednáva o zásadách tvorby geografického projektu v prostredí geografického informačného systému. Tento je chápaný ako modelovací nástroj, infromatický nástroj a funkčné technologické prostredie. Východiskom k realizácii geografického projektu v GIS-e je návrh koncepcie údajového modelu, jeho implementácia vo vhodnom technologickom prostredí s uplatnením geografickej databázy s vlastným systémom riadenia bázy dát. Nevyhnutnou podmienkou funkčnosti geografickej databázy je možnosť analýzy priestorových vzťahov – topologickej štruktúry geografických objektov v nej obsiahnutých. Takto vybudovaná databáza je platformou uplatnenia modelovacích nástrojov na hodnotenie významných dynamických javov v geografickej sfére.

Kľúčové slová

GIS, geografická databáza, údajový model geografickej databázy, logická a fyzická štruktúra geografickej databázy, štruktúra priestorových objektov, priestorové operátory, topológia

1. Úvod

Od roku 1996 sa rieši na Prírodovedeckej fakulte UK vedecký projekt „*Hodnotenie ekotoxikologických faktorov v životnom prostredí SR, ich minimalizácia a modelovanie v environmentálnom geoinformačnom systéme*“. V projekte sa zaoberáme problematikou bioindikácie toxických vplyvov v životnom prostredí, výberom a hodnotením ekotoxikologických faktorov, ktoré štatisticky preukazne podmieňujú bioindikáciu toxicity, analyzujeme transformácie týchto toxických látok v priestore a čase a hodnotíme vplyv vybraných ekotoxikologických faktorov na zložky krajiny. (KRCHO, J. ET AL., 1995, KRCHO,

J. ET AL. ,1996, KRCHO, J. ET AL. 1997) Pôsobenie exhalátov a ekotoxikologických látok na jednotlivé zložky krajiny ako aj ich vplyv na priestorovú zmenu stavov a to tak jednotlivých zložiek krajiny i krajiny ako celku možno efektívne modelovať pomocou teoreticky dobre koncipovaného GIS-u. Takto koncipovaný GIS je potom efektívnym **modelovacím nástrojom**, pomocou ktorého možno modelovať a kartograficky zobrazovať priestorové zmeny v prírodnej časti krajiny ako priestorovo organizovanom komplexe v priebehu času.

Environmentálny geoinformačný systém predstavuje pri riešení projektu zároveň významný **informatický nástroj**, ktorý má zabezpečovať zber a prvotné spracovanie všetkých relevantných typov údajov, ich uchovanie a správu na princípe databanky s geografickou bázou údajov a systémom riadenia bázy údajov, hodnotenie topológie relevantných priestorových štruktúr, modelovanie toku látok, energie a informácie v ako aj kartografické modelovanie a grafickú interpretáciu topologických štruktúr a výstupov z modelov.

Environmentálny geoinformačný systém je budovaný na platforme štandardnej **technológie** GIS MGE fy Intergraph, ktorá predstavuje v súčasnosti jeden z najsilnejších komerčných produktov, vhodných na riešenie zložitých geografických projektov s uplatnením všetkých atribútov geografickej databázy. Systém má modulárnu štruktúru, je vybavený rozsiahlou analytickou nadstavbou. Environmentálne analýzy v tomto prostredí zabezpečuje skupina modulov ERMA, ktorá rieši najmä modelovanie dynamických javov podmienených prúdením podzemnej vody a šírením znečisťujúcich látok.

Koncepcia technologického zabezpečenia budovaného environmentálneho geoinformačného systému bola komplexne spracovaná ako samostatná etapa riešenia projektu s ohľadom na modelovacie funkcie systému, informatické funkcie systému ako aj technologickú platformu súčasných komerčných geoinformačných systémov (MIČIETOVÁ, E. (1996)). V druhej etape tvorby environmentálneho GIS-u prebiehala implementácia technologického prostredia MGE, návrh koncepcie údajového modelu a jej realizácia na platforme geografickej bázy údajov s možnosťou topologickej analýzy priestorových štruktúr.

Príspevok podáva informáciu o zásadách tvorby geografickej databázy projektu MGE ako východisko k riešeniu environmentálnych analýz.

2. Geografický informačný systém (GIS) ako informatický nástroj na realizáciu geografických projektov.

GIS chápeme ako informatický nástroj v procese riadenia, kde objektom riadenia je geografická sféra, uvažovaná ako priestorový dynamický systém s vlastnou priestorovou organizáciou a štruktúrou. Subjektom riadenia je človek a jeho stratégie výskumu, využitia a ochrany krajiny, ako určitého výrezu geografickej sféry. V procese riadenia je GIS funkčným prvkom, ktorý zabezpečuje:

- údaje o objekte a subjekte riadenia,
- technológie na spracovanie týchto údajov,
- metodiky na spracovanie základných údajov a odvodenie nových informácií,
- modelovacie nástroje, ktoré vyžadujú metodiky na odvodenie informácií,
- distribúciu informácií v procese riadenia.

Špecifikum GIS-ov je dané povahou časovo-priestorových väzieb v geografickej sfére, výsledkom ktorých je špecifická diferenciácia priestorových štruktúr geografickej sféry. Analýza priestorovej diferenciácie štruktúr geografickej sféry - analytického alebo komplexného charakteru - je základom geografických úloh, ktoré predstavujú konkretizáciu postupov hodnotenia krajiny z hľadiska rôznych stratégií.

Geografický projekt v prostredí GIS chápeme v zmysle vyššie uvedeného ako špecifickú štruktúru, ktorá obsahuje:

- množinu údajov charakterizujúcich kritériá hodnotenia objektu - krajiny v zmysle príslušnej stratégie riadenia,
- množinu základných údajov, charakterizujúcich objekt - krajinu z hľadiska stanovených kritérií hodnotenia,
- množinu analytických a technologických nástrojov, potrebných na spracovanie vyššie uvedených údajov,
- množinu postupov na uplatnenie čiastkových analytických nástrojov v kontexte celkovej metodiky riešenia geografickej úlohy.

Koncepcia geografického projektu v GIS-e predstavuje teda špecifikáciu jedinečnej štruktúry údajov, metodických postupov, analytických a technologických nástrojov, ktoré vyžaduje riešenie špecifickej geografickej úlohy v súlade s určitou stratégiou riadenia. Jeden geografický projekt môže vyhovovať určitej triede geografických úloh, pričom tá istá koncepcia geografického projektu je použiteľná pre rôzne územia.

3. Údajový model geografického projektu - základné princípy

Základom geografického projektu v GIS-e je údajový model a flexibilné technologické prostredie, v ktorom údajový model funguje. Pri jeho realizácii sa v prostredí GIS uplatňuje princíp databankového systému - bázy údajov a systému riadenia bázy údajov. Údajový model vytvára množina prvkov - údajových súborov, nad ktorými sú definované väzby - vzájomné prepojenia údajov v súboroch. Báza údajov GIS-u je prostredie fyzickej existencie údajov údajového modelu, systém riadenia bázy údajov je prostredím realizácie väzieb medzi prvkami údajového modelu. Definovať štruktúru údajového modelu znamená špecifikovať množinu jeho prvkov a väzieb medzi nimi.

Prvky údajového modelu geografickej databázy tvorí množina objektov - polohovo lokalizovaných geografických (priestorových) objektov v zvolenej súradnicovej sústave, a množina atribútov - charakteristik vlastností prvkov geografickej sféry alebo iných odvodených charakteristik, vzťahujúcich sa k priestorovým objektom geografickej databázy. Podrobnejšia špecifikácia prvkov údajového modelu vychádza z hierarchizácie priestorových a nepriestorových prvkov databázy GIS-u.

V množine priestorových objektov uvažujeme nasledovné hierarchické úrovne v zmysle pojmového aparátu systému MGE, ktorý je ďalej presne definovaný

- mapový prvok ako špecifikovaný (rieka, cesta, železnica...) priestorový objekt typu bod, línia, areál, centroid, raster,
- mapa ako súbor príbuzných mapových prvkov v definovanom horizontálnom výreze geografickej sféry (mapový list),
- kategória ako súborov máp príbuzných mapových prvkov,
- geografický index ako súbor priestorových objektov všetkých máp všetkých kategórií záujmového územia riešenia geografickej úlohy.

V množine atribútov sú údaje štrukturované vo forme relačných tabuliek. V databáze GIS-u sú dva druhy tabuliek - tabuľky o grafických objektoch - TO, (tabuľky mapových prvkov, tabuľky máp, tabuľky kategórií) a tabuľky definujúce štruktúru vlastných atribútov - TA, priradených k jednotlivým priestorovým objektom (mapovým prvkom):

- katalóg tabuliek atribútov, ktorý obsahuje súhrnnú informáciu o všetkých tabuľkách atribútov, používaných jedným geografickým projektom,
- jednotlivé tabuľky atribútov,

- tabuľky relácií (zabezpečujúce funkcie indexového prehľadávania atribútových tabuliek, relačného prepojenia tabuliek a prezerania relačne prepojených tabuliek) definovaných medzi čiastkovými atribútovými.

Medzi tabuľkami TO a TA sú definované väzby - prepojenia štyroch úrovni:

- prepojenia medzi tabuľkami mapových prvkov, máp a tabuľkami kategórií,
- prepojenia medzi jednotlivými tabuľkami atribútov a mapových prvkov,
- prepojenia medzi tabuľkami atribútov a tabuľkami máp,
- relačné prepojenia medzi tabuľkami atribútov navzájom.

Geografický projekt využíva špecifické typy geografických objektov (mapových prvkov), ktoré sú digitálne usporiadané v určitom horizontálnom členení (listokladov máp), tematicky usporiadané do rôznych kategórií. K mapovým prvkom jednotlivých kategórií sú pripojené atribútové tabuľky so špecifickou štruktúrou relácií. Z uvedeného vyplýva, že štruktúra údajového modelu je pre rôzne geografické projekty špecifická. Ten istý údajový model je použiteľný v rôznych technologických prostrediach GIS, ktorých súčasťou je relačný databázový systém. Podmienkou implementácie dátového modelu geografického projektu je existencia flexibilného systému riadenia bázy dát, ktorý zabezpečí realizáciu čiastkových a kombinovaných dotazov na objekty a atribúty geografickej bázy dát. Z uvedeného vyplýva, že vhodnými technológiami GIS na realizáciu geografických projektov sú tie, ktoré podporujú relačné databázové systémy a sú vybavené systémom riadenia bázy dát.

4. Zavedenie geografického projektu v systéme MGE

Podmienkou zavedenia geografického projektu v prostredí MGE a overenia jeho funkčnosti na vybranom type údajov je inštalácia komponentov systému , ktoré zabezpečujú základné funkcie - zriadenie geografického projektu , komunikácia jeho údajového modelu s relačnou databázou a modelovanie priestorových vzťahov geografických objektov geografickej databázy systému.

4.1 Základné komponenty systému

MICROSTATION je grafické prostredie systému, kde je možné realizovať interaktívnu komunikáciu s údajovým modelom geografického projektu. Obsahuje polohopisné údaje o priestorových objektoch geografickej databázy.

MS SQL SERVER je relačný databázový systém, ktorý je nástrojom na správu systémových tabuliek a tabuliek nepriestorových údajov geografickej databázy (všetkých typov tabuliek o objektoch a atribútoch vyššie špecifikovaných)

MGE SX (MGE Basic Nucleus, MGE Basic Administrator, MGE Base Mapper) je súbor modulov, ktoré tvoria technologické komponenty systému riadenia bázy dát údajového modelu geografického projektu. Zabezpečujú zriadenie systémových a užívateľských tabuliek geografického projektu prostredím MGE, interaktívnu i dávkovú komunikáciu s priestorovými aj nepriestorovými údajmi a komunikáciu s grafickým prostredím systému tak, že interaktívna komunikácia s priestorovými objektmi sa v prípade ich modifikácie priamo premieta do databázového systému a grafického prostredia.

MGE PROJECTION MANAGER je modul, ktorý zabezpečuje všetky typy transformácií súradnic - transformácie kartografických systémov, transformácie geodetických dátumov a všeobecné geometrické transformácie medzi dvomi rovinnými systémami.

RIS (Relational Interface system) zabezpečuje komunikáciu medzi relačným databázovým systémom MS SQL (produkt fy. Microsoft) a MGE SX.

MGE ANALYST je modul, ktorý zabezpečuje analytické funkcie definované nad databázou geografického projektu, vychádzajúce z topologickej štruktúry priestorových objektov a relačných prepojení medzi tabuľkami atribútov.

4.2 Komponenty systému MGE na prvotné spracovanie dát

sú podmienkou na spracovanie analógových dát, dát v digitálnej forme, získaných skenovaním analógových podkladov, vyžadujúcich vektorizáciu, alebo údajov diaľkového prieskumu zeme, vyžadujúcich špeciálne formy spracovania obrazu s cieľom mapovania priestorových objektov a získania špeciálnych tematických informácií interpretáciou odrazových charakteristík skúmaného javu.

IRASB je modul, ktorý priamo komunikuje s grafickým prostredím systému a slúži na spracovanie čiernobielych rastrov, vo forme ktorých sa získava prevažná väčšina základných polohopisných a výškopisných údajov.

MBI, MAI (MGE Base Imager, MGE Advanced Imager)sú moduly na spracovanie farebných rastrov (leteckých spektrozónálnych a multispektrálnych a družicových multispektrálnych snímok. Zabezpečujú polohové priradenie rastra do súradnicového systému a metodiku klasifikácie obrazu. Umožňujú automatizovanú konverziu rastra do vektorovej formy priestorovej organizácie dát (generovanie hraníc vyklasifikovaných areálov), čo je významné z hľadiska možnosti priameho zápisu vyklasifikovaných priestorových objektov do databázy údajového modelu.

IGEOVEC zabezpečuje vektorizáciu čiernobielych rastrov. Je významným nástrojom na prvotné spracovanie dát v rámci GIS-u, a umožňuje štrukturovanie priestorových objektov podľa požiadaviek systému riadenia bázy dát tak, aby vektorizované objekty mohli byť dávkovým spôsobom zapísané do databázy údajového modelu geografického projektu.

4.3 Zavedenie technologického systému MGE

Základné komponenty technologického prostredia MGE ako aj doplnkové moduly na prvotné spracovanie dát predstavujú ako celok výkonný nástroj na zriadenie a správu geografických projektov. Samotné zavedenie systému MGE však nemožno stotožňovať s jednoduchou inštaláciou čiastkových modulov, pretože táto nerieši problém metodiky zriadenia , naplňania a vhodného štrukturovania geografického projektu. Na základe jednoroznej intenzívnej práce so systémom MGE možno konštatovať, že najväčším problémom v prípravnej etape tvorby GIS -u bolo zvládnutie syntakticky veľmi náročného aparátu jednotlivých modulov , osvojenie si metodiky ich používania, ako aj vytvorenie vlastného optimalizovaného postupu naplňania údajového modelu. Z tohoto hľadiska považujeme preto vytvorenú metodiku zriadenia projektu a naplňania jeho údajového modelu za jeden z významných výsledkov tejto etapy tvorby GIS-u.

Pri formulácii uvedenej metodiky budeme používať pojmový aparát systému MGE, ktorý pre jeho špecifickosť, ako aj v dôsledku absencie jednoznačného pojmového aparátu prvkov logickej a fyzickej štruktúry geoinformačných systémov, bude v nasledovnej časti postupne definovaný.

4.3.1 Pojmový aparát

DGN výkres je údajový súbor *.*dgn* (design file), ktorý obsahuje polohopisné údaje (rovinné súradnice) o *grafických elementoch* zobrazených v prostredí MICROSTATION, ako aj ich grafické atribúty, ktoré označujeme spoločným pojmom *symbolika* (farba, hrúbka čiary, štýl

čiary, spôsob výplne plošných grafických elementov, atď). DGN výkres neobsahuje definíciu súradnicového systému v zmysle špecifikácie zobrazovacej roviny kartografického zobrazenia (tzv. element 56 v zmysle pojmového aparátu MGE). Grafické elementy DGN výkresu sú štrukturované do 63 úrovni (*levels*).

Mapa je údajový súbor typu *.dgn, ktorý však na rozdiel od DGN výkresu obsahuje *element 56* - definovaný súradnicový systém špecifikovaného kartografického zobrazenia. Systém riadenia bázy dát MGE SX komunikuje s mapami. Na rozdiel od prvkov DGN výkresu, ktoré označujeme pojmom grafické elementy (body, línie, areály, atď), prvkami mapy sú (geo)grafické objekty (features - rieky, cesty, hranice obcí, atď,) ktoré označujeme pojmom *mapové prvky*. Mapové prvky sú fyzicky osiahnuté v mape formou grafických elementov, logicky sú však zadané v databáze údajového modelu formou špecifikovaného priestorového (geografického) objektu .

Kartografický systém, ktorý je platformou polohovej lokalizácie grafických objektov každej mapy sa do mapy - *.dgn súboru implementuje pri prvom otvorení tohoto súboru na základe použitej *šablóny*. *Šablóna* (seed file) je dgn výkres, ktorý má špecifikované atribúty potrebné na zriadenie každej mapy. Sú to:

- dimenzia mapy (2D, 3D),
- súradnicový systém (primárny a sekundárny)
- model transformácie geodetických dátumov,
- nastavenie miery pracovných jednotiek a ich numerickej presnosti.

4.3.2 Fyzická štruktúra údajového modelu

Mapové prvky sú v rámci jedného geografického projektu hierarchicky usporiadané do *kategórií* (pedosféra, atmosféra, biosféra, ...). Pri tvorbe geografickej databázy údajového modelu so systémom riadenia bázy dát MGE SX platí pravidlo:

Jedna mapa obsahuje prvky jednej kategórie (jedna mapa môže obsahovať max. 63 úrovni mapových prvkov jednej kategórie). Štruktúra kategórií závisí od požiadaviek riešenej úlohy. Počet kategórií ako aj počet máp v rámci každej kategórie závisí od veľkosti územia a bohatosti obsahu (tematických) máp. Štruktúrovanie mapových prvkov, máp a kategórií je podmienené jednak prehľadnosťou údajového modelu databázy, ale najmä obmedzením veľkosti DGN výkresu, ktorého veľkosť v grafickom prostredí MICROSTATION nesmie presiahnuť 32 MB.

Celostnosť prístupu k mapovým prvkom máp rôznych kategórií zabezpečuje v systéme MGE *geografický index*. Je to špecifický súbor *.idx , ktorý obsahuje informácie o polohovej lokalizácii všetkých mapových prvkov všetkých máp a všetkých kategórií obsiahnutých v databáze údajového modelu geografického projektu. Geografický index umožňuje formulovať priestorové dotazy na databázu bez permanentnej a explicitnej špecifikácie fyzických súborov (máp), v ktorých sú dotazované mapové prvky (a atribúty k nim priradené) obsiahnuté.

Prvkami fyzickej štruktúry údajového modelu sú databázové tabuľky troch typov , obsiahnuté v prostredí systému MSSQL) . *Tabuľka mapových prvkov* (feature table) je relačná tabuľka, ktorá obsahuje údaje o prepojení databázových záznamov o mapových prvkoch na grafické elementy v mape. *Tabuľka atribútov* je relačná tabuľka (attribute table), ktorá obsahuje tematické údaje , ako aj ich väzby (links) na mapové prvky. *Systémové tabuľky* sú relačné databázové tabuľky, ktoré obsahujú vo všeobecnosti informácie o komplexe tabuliek mapových prvkov , tabuliek atribútov a ich prepojeniach v rámci jedného geografického projektu v prostredí systému riadenia bázy dát MGE SX.

4.3.3 Logická štruktúra údajového modelu databázy projektu

je tvorená prvkami - atribútovými tabuľkami vyššie uvedených typov, ako aj väzbami medzi nimi. Väzby medzi prvkami logickej štruktúry údajového databázy projektu vyjadrujú hierarchiu kategórií mapových prvkov, vzájomné väzby tabuliek mapových prvkov a tabuliek atribútov, pričom platí pravidlo:

- jedna tabuľka mapových prvkov môže byť prepojená len s jednou tabuľkou atribútov,
- jedna tabuľka atribútov môže byť prepojená s viacerými tabuľkami mapových prvkov,
- tabuľka atribútov a tabuľka mapových prvkov nemusia byť vzájomne prepojené.

*Projekt MGE je súbor *.mge, ktorý obsahuje metainformácie:*

- **o rozmiestnení všetkých dát dátového modelu geografického projektu, ktoré sú obsiahnuté v relačnej databáze , aj o údajoch, ktoré v nej obsiahnuté nie sú., ale sú súčasťou projektu MGE,**
- **informácie o umiestnení relačnej databázy a deklarácii prístupových práv na komunikáciu s ňou,**
- **informácie o analytických nástrojoch, s ktorými údajový model komunikuje**

Pri zriadení projektu MGE platí pravidlo:

jeden projekt mge = jedna databáza = jeden súradnicový systém. (jedna šablóna).

4.3.4 Jednotná polohová lokalizácia dát geografického projektu

Východiskom k zabezpečeniu logického zjednotenia dát v databáze geografického informačného systému je jednotná polohová lokalizácia dát. Zjednoteniu polohovej lokalizácie dát predchádza analýza zdrojov dát a formy ich polohového určenia. V súčasnosti možno konštatovať, že dostupné údaje z monitorovacích systémov, alebo iných doplnkových zdrojov majú tieto formy polohového určenia:

- rovinný súradnicový systém S-JTSK Krovákovo zobrazenia,
- rovinný systém S-42 Gauss-Kruegerovho zobrazenia,
- priestorový súradnicový systém (S, φ, λ) alebo pravouhlý priestorový súradnicový systém (O, X, Y, Z) , uvažovaný pre Krasovského, Besselov elipsoid a WGS 84,
- nedefinovaný rovinný súradnicový systém, napr. leteckých a družicových snímok
- pri výbere súradnicového systému, v ktorom bude zabezpečené polohové zjednotenie údajov v budovanom GIS-e sme vychádzali z dvoch skutočností,
- že sa stále používajú obidva štandardné súradnicové systémy - Gauss-Krueger, aj Krovákovo zobrazenie,
- že technologické vybavenie GIS MGE umožňuje prácu s viacerými súradnicovými systémami v rámci jednej šablóny súčasne v rámci jedného projektu.

V zmysle vyššie uvedeného sme preto jednotnú polohovú lokalizáciu dát v gis-e zabezpečili definovaním primárneho a sekundárneho súradnicového systému, medzi ktorými je možné operatívne transformovať súradnice priestorových objektov. Primárnou platformou priestorových analýz všetkých druhov - topologických dotazov na priestorové objekty v rámci vektorových objektov, ale aj dotazov na úrovni rastrových vrstiev, je platforma súradnicového systému Gauss-kruegerovho zobrazenia.

Jednotná polohová lokalizácia dát v GIS-e sa realizuje prostredníctvom troch typov transformácií súradnic:

- kartografických transformácií medzi priestorovými súradnicovými systémami (O, X, Y, Z) , resp. (S, φ, λ) a rovinným systémom (O, X, Y) , pričom priestorové súradnicové systémy sú uvažované k jednotlivým geodetickým dátumom definovania referenčného elipsoidu - Bessel, Krovák, WGS 84, a.i., a rovinné súradnicové systémy predstavujú zobrazenia Gauss-Krueger,

Krovák, Lambertovo rovnakoplošné zobrazenie, a.i., na základe známych transformačných vzťahov

$$x = f(\varphi, \lambda) \quad \varphi = F(x, y)$$

$$y = g(\varphi, \lambda) \quad \lambda = G(x, y)$$

kde f, g, F, G , sú známe analytické transformačné vzťahy obidvoch typov kartografických zobrazení

- transformácie geodetických dátumov, medzi súradnicovými systémami,

$$(O_1, X_1, Y_1, Z_1) \Leftrightarrow (O_2, X_2, Y_2, Z_2)$$

ktoré sa realizujú početnými metódami, napr. BURSA WOLF (MGE PROJECTION MANAGER DOKUMENTATION),

- geometrické transformácie z roviny do roviny (O_1, X_1, Y_1) a (O_2, X_2, Y_2) , ktoré sa uskutočňujú známymi metódami, napr. afinnou transformáciou, projektívnou transformáciou a inými polynomickými kvadratickými a kubickými interpolačnými a aproximačnými funkciami.

Nástrojom na realizáciu uvedených typov transformácií súradníc v budovanom GIS-e v technologickom prostredí MGE je modul Projection Manager, ktorého implementácia bola nevyhnutnou podmienkou na definovanie jednotného lokalizačného systému databázy s možnosťou lokalizácie dát v primárnom (Gauss-Kruegerovom) a sekundárnom (Krovákovom) súradnicovom systéme.

5. Naplnenie projektu MGE

je postupnosť činností prvotného spracovania dát, ich transformácie do dátových štruktúr projektu - najmä databázy projektu, a využívanie analytických nástrojov projektu.

5.1 Dátové štruktúry projektu

Pre realizácii komplexnej geografickej úlohy je potrebné analyzovať typy údajov, ktoré sa budú v rámci projektu používať. Pritom časť údajov môže byť zapísaná do databázy, a časť údajov môže byť obsiahnutá v projekte MGE mimo relačného databázového systému. V projekte MGE je možné priame používanie nasledovných typov dátových štruktúr:

- dátové štruktúry DGN - vektorové údaje vo formáte DGN,
- dátové štruktúry typu grid - vektorové údaje vo formáte GRD (grid)
- dátové štruktúry typu TIN -(nepravidelné trojuholníkové siete)-vektúry údaje vo formáte TTN

- dátové štruktúry typu raster - rastrové údaje vo formátoch CIT, COT, RGB, TYP29,BMP,PCX, atď.

Pri štrukturovaní vrstiev údajového modelu, ktoré budeme pri riešení úlohy používať, sme vychádzali zo základnej požiadavky, aby všetky spracované údaje o priestorových objektoch boli zapísané do relačnej databázy systému a boli takto dostupné pre všestranné topologické analýzy.

Podmienku interaktívnej a dávkovej komunikácie s databázou systému spĺňajú v prostredí MGE výhradne vektorové dátové štruktúry DGN. Topologická analýza priestorových štruktúr v prostredí projektu MGE je však len jedna zo základných úloh, ktoré má GIS v rámci zabezpečenia riešenej úlohy zabezpečovať. Druhou významnou úlohou prostredia GIS je implementácia širokého spektra dátových štruktúr pre špecifické, teda nielen topologické analýzy. Tieto dátové štruktúry využívajú významné nástroje - Grid Analyst, Voxel analyst, Terrain analyst, Map Finisher, atď. ktoré pracujú nad jadrom MGE SX, ale využívajú celé spektrum vyššie uvedených dátových štruktúr, teda nielen DGN. Projekt MGE umožňuje ich operatívnu komunikáciu s uvedenými analytickými modulmi, prostredníctvom nástrojov na transformáciu týchto rôznorodých dátových štruktúr.

Podmienkou použiteľnosti týchto rôznorodých dátových štruktúr v jednom geografickom projekte (fyzicky realizovateľnom v jednom alebo viacerých projektoch MGE) je jednotná polohová lokalizácia všetkých priestorových dát všetkých typov dátových štruktúr, pretože všetky dátové štruktúry môžu komunikovať prostredníctvom máp (DGN súborov). Väzby všetkých dátových štruktúr na DGN a ich jednotná polohová lokalizácia vytvárajú takto podmienky na všestrannú manipuláciu na úrovni špecifických analytických nástrojov systému MGE a zároveň možnosť zápisu nových objektov, získaných ako výsledok použitia týchto nástrojov, do realčnej databázy systému. Týmto sa zároveň rozširujú možnosti budovania topologických štruktúr priestorových objektov, a teda narastá potenciál geografickej databázy na riešenie ďalších geografických úloh.

6. Budovanie topológie a dotazy na databázu

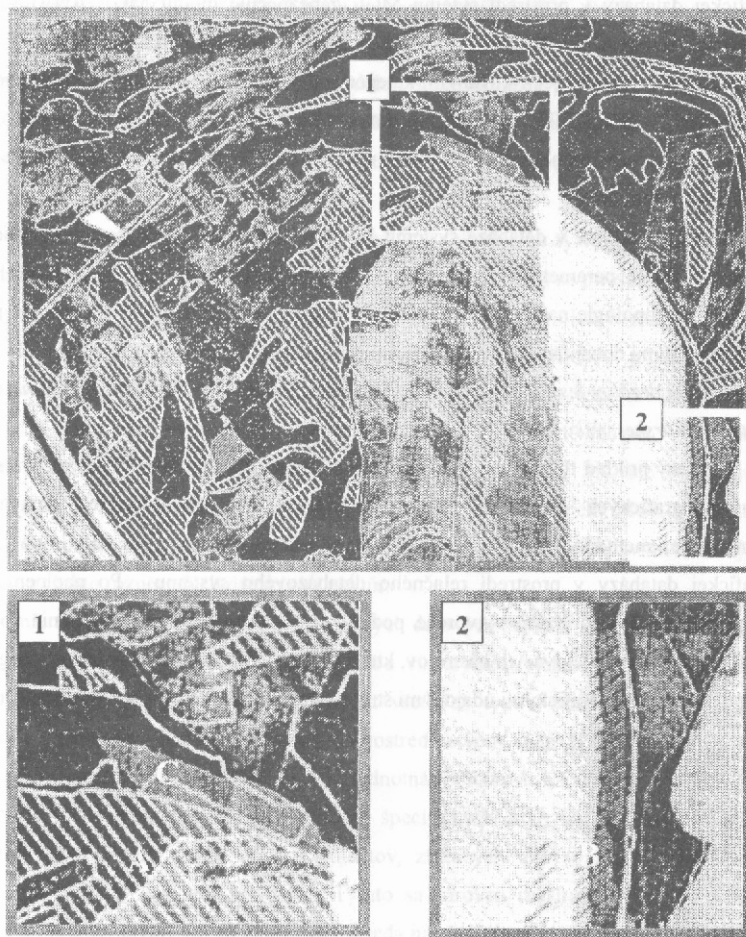
Podmienkou všestrannej použiteľnosti geografickej databázy geoinformačného systému, ako aj dokumentáciou funkčnosti geografickej databázy systému je možnosť analýzy priestorových vzťahov priestorových objektov (mapových prvkov) v nej obsiahnutých, ako aj vyhodnotenie atribútov nad definovanou štruktúrou priestorových objektov. Tieto funkcie

geografickej databázy v prostredí systému MGE zabezpečuje modul MGE ANALYST, ktorý funguje nad jadrom MGE SX, ale nie je jeho súčasťou. Zabezpečuje dve základné funkcie - budovanie topológie nad špecifikovanými kategóriami, mapami a ich mapovými prvkami (MGE Analyst - TOPO BUILDER), a formuláciu dotazov na databázu na základe nástroja (QUERY BUILDER). Pri tvorbe topologických dotazov umožňuje MGE ANALYST definovanie 22 typov priestorových operátorov

Tri vrstvy údajov v databáze systému MGE - údaje o reálnej vegetácii územia a údaje o morfometrických parametroch georeliéfu a údaje o pôdnych typoch boli východiskom k vybudovaniu topológie nad týmito vrstvami, ako aj formuláciu dotazov . Na obr. 1 je ukážka grafického výstupu dotazu na databázu:

Výber všetkých areálov lesných porastov, kde je výskyt topoľa ako dominantnej dreviny, a kde je hodnota nadmorskej výšky v intervale 128-130 m. n. m.

Uvedený príklad formulácie kombinovaného dotazu na databázu a analýzy priestorových štruktúr geografických objektov (mapových prvkov) v nej obsiahnutých uzatvára etapu implementácie metodiky zriadenia a naplnenia údajového modelu MGE na platforme geografickej databázy v prostredí relačného databázového systému . Po naplnení databázy relevantnými údajmi sú týmto vytvorené podmienky implementácie a uplatnenia špeciálnych environmentálnych modelovacích nástrojov, ktoré fungujú nad relačnou databázou geografického projektu, ako aj nad špecifickými údajovými štruktúrami, ktoré nemusia byť jej súčasťou.



Obr. 1.
 Ukážka kombinovaných dotazov na geografickú databázu. Analýza priestorových vzťahov
 areálov nadmorských výšok 128-129 m (A), 129-130 m (B) a porastov s dominantnou
 drevinou topol' (C)

7. Záver

V súlade s návrhom koncepcie geografického projektu je aj súčasný vývojový trend významných firiem v oblasti GIS technológií, ktoré vyvíjajú prostriedky univerzálnej geografickej komunikácie, umožňujúce priame využitie údajových štruktúr rôznych technológií GIS. Nástroje univerzálnej geografickej komunikácie sú však len postačujúcou podmienkou k efektívnemu využívaniu heterogénnych údajových štruktúr. Nevyhnutnou podmienkou celoplošného využívania komplexných, legislatívne zabezpečených metodických postupov je aj potreba unifikácie analytických a modelovacích nástrojov ako aj vypracovanie jednotlivých metódik hodnotenia v nadväznosti na presnú špecifikáciu údajového modelu, ktorý sa uplatňuje pri riešení určitej geografickej úlohy. Geografický projekt je chápaný ako prostriedok presnej špecifikácie údajového modelu a inštrumentálnych postupov realizácie metodiky riešenia geografickej úlohy. Touto úlohou má byť po ukončení vedeckého projektu metodika uplatnenia environmentálnej analýzy pomocou modulov ERMA, so zameraním na modelovanie dynamických javov podmienených prúdením podzemnej vody a šírením znečisťujúcich látok.

8. Referencie

- KRCHO, J. ET AL. (1995): "Hodnotenie ekotoxikologických faktorov v SR, ich modelovanie a minimalizácia v environmentálnom geoinformačnom systéme". Správa k predbežnej oponentúre. Dep. PRIF UK, pp- 112.
- KRCHO, J. ET AL. (1996): "Hodnotenie ekotoxikologických faktorov v SR, ich modelovanie a minimalizácia v environmentálnom geoinformačnom systéme". Správa k predbežnej oponentúre. Dep. PRIF UK, pp-27
- KRCHO, J. ET AL. (1997): "Hodnotenie ekotoxikologických faktorov v SR, ich modelovanie a minimalizácia v environmentálnom geoinformačnom systéme". Správa k predbežnej oponentúre. Dep. PRIF UK, pp-350
- MIČIETOVÁ, E. (1996): Projekt technologického zabezpečenia environmentálneho geoinformačného systému pre riešenie úlohy 05/95. Dep. GEMINI, pp 100.
- MGE BASIC NUCLEUS: Intergraph Corporation Manager Mapping Sciences Documentation, Huntsville 1995.

MGE Projection Manager: Intergraph Corporation Manager Mapping Sciences Documentation, Hunstville 1995.

MGE BASIC MAPER: Intergraph Corporation Manager Mapping Sciences Documentation, Hunstville 1995.

MGE BASIC ADMINISTRATOR: Intergraph Corporation Manager Mapping Sciences Documentation, Hunstville 1995.

MGE ANALYST: Intergraph Corporation Manager Mapping Sciences Documentation, Hunstville 1995.