

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA KATEDRA GEODETICKÝCH ZÁKLADOV

Záverečná práca bakalárskeho štúdia

Hardvérové a softvérové prostriedky pre geoinformačné technológie

Tomáš Bacigál

Vedúci záverečnej práce: Ing. Peter Černý, PhD.

Bratislava, júl 2001

Obsah

1. Úvod	1
2. Analýza súčasného stavu v oblasti GT	2
2.1 Stručný vývoj	2
2.2 GiS a príbuzné systémy	3
3. Hardvérové prostriedky pre GT	4
3.1 Klasifikácia HW	4
3.2 Pracovné stanice	6
3.3 Monitory	8
3.4 Plotre	9
4. Softvérové prostriedky pre GT	10
4.1 Klasifikácia SW	11
4.2 Produkty najrenomovanejších firiem	13
4.2.1 Programové prostriedky firmy Intrgraph	13
4.2.2 Programové prostriedky firmy Autodesk	15
4.2.3 Programové prostriedky firmy ESRI	16
5. Vývojové trendy HW a SW prostriedkov pre GT	18
6. Návrh konfigurácie HW a SW pre pracovisko na tvorbu technickej mapy mesta .	19
7. Záver	23
8. Zoznam použitej literatúry	24

1. Úvod

Svet stojí na systémoch! Čo iné nám môže dať lepší príklad ako samotný vesmír (kozmos = poriadok), v ktorom všetky procesy bežia podľa pevných zákonov. I z histórie vieme, že neporiadok a chaos viedol vždy iba k deštrukcii, ak nebol podnetom pre vznik poriadku. Môžeme povedať, harmónia je prirodzená túžba človeka – tvorcu, ktorý všetky časy svojho pôsobenia na Zemi čerpal z “múdrosti” prírodných zákonov.

Sme so Zemou nerozlučne spätí a tak chceme o nej vedieť čo najviac, aby sme svoje poznatky premietli do zvýšenia kvality života na nej. Máme najrôznejšie vedy o najrôznejších stránkach reality okolo nás, založené na zbieraní, analýze a v neposlednom rade ďalšom odovzdávaní výsledkov bádania – ak by nebolo tejto dynamiky, pokrok by okamžite zastal. A tu sa konečne dostávam k hlavnej úlohe systému, tak dôležitému pre človeka – **informačnému systému (IS)**.

Vznik môžeme smelo datovať do obdobia vzniku reči, prelomovým bolo však až objavenie písma a vývoj stále dokonalejších záznamových médií (kameň, papyrus, papier -> kniha, ...). Dnes sa IS dostávajú do kvalitatívne nového svetla, technológie 20. storočia posunuli ľudstvo do tzv. informačného veku. Náročnosť informačného procesu vo veľkom prevzali z našich pliec stroje – počítače, schopné spracovávať nesmierne množstvá údajov. Človeku tak zostala úloha najdôležitejšia: zdokonaľovať koncepciu a spôsoby zberu, ukladania a analýzy údajov a nakoniec aj vhodnej prezentácie výsledkov informačného procesu.

Vedu, ktorá sa týmto zaoberá, nazývame informatika a ak berieme do úvahy „iba“ oblasť záujmu o zemský povrch, hovoríme o geoinformatike. Poučka [5] hovorí: „Geoinformatika je interdisciplinárna oblasť poznania na styku geodézie, kartografie a informatiky, ktorá skúma prírodné a sociálno-ekonomické systémy (základnú štruktúru, vzťahy, dynamiku, fungovanie a pod.) pomocou modelovania.“ Zoznam zainteresovaných vied by som rozšíril o ďalšie prírodné (matematika a geografia), socioekonomické vedy a teóriu riadenia – so spätnou návaznosťou na prax.

Geoinformatika sa zaoberá problematikou geoinformačných systémov (GiS) a geografických inf. systémov (GIS). Keďže v používaní oboch pojmov vládne nejednotnosť, v ďalšom texte ich budem uvádzať pod spoločnou skratkou GiS.

GiS má mnoho definícií [1], uvediem iba jednu, podľa môjho názoru najvýstižnejšiu: „GiS je organizovaný súbor počítačového hardvéru, softvéru a geoúdajov (naplnenej databázy) navrhnutý na efektívne získavanie, ukladanie, úpravu, obhospodarovanie, analýzu a zobrazenie všetkých druhov geo(grafických) informácií.

Pojem GiS môžeme chápať ako

- technológiu - hardware (HW) a software (SW)

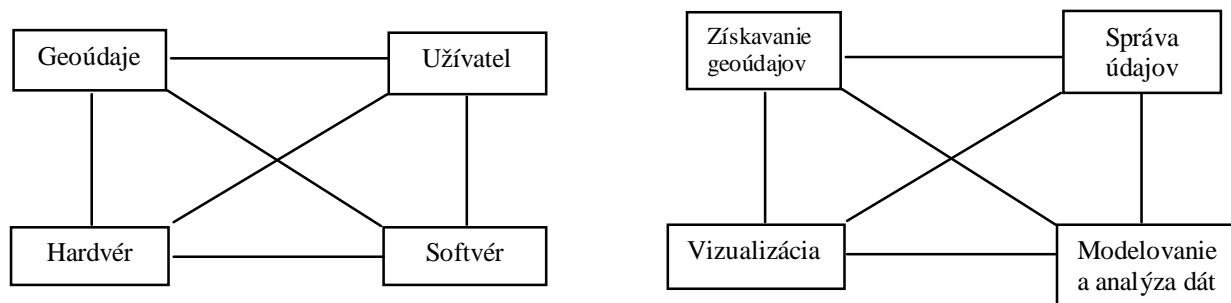
- aplikačný nástroj - IS „geografického“ typu ako súčasť riadenia organizačnej jednotky
- vedecký odbor

Názory na funkčnosť pokrývajú 3 základné pohľady

- kartografický ⇒ GIS ako prostriedok spracovania, tvorby a zobrazenia máp
- databázový ⇒ zdôrazňovanie potreby inventarizácie
- analytický ⇒ vyzdvihovanie možnosti priestorovej analýzy, syntézy poznatkov a modelovania

Každý pohľad má svoju váhu a nevyklučuje ostatné dva, ba obostojí tvrdenie, že GIS by mal všetky uvedené aspekty zjednocovať.

Štruktúru, funkčnosť a prepojenie ich komponentov vyjadruje obr. 1.1



Obr. 1.1: a) štruktúrne komponenty

b) funkčné komponenty

2. Analýza súčasného stavu v oblasti GT

V tejto kapitole sa pozrieme na stručný vývoj GISov aj ich vzťah k technológiám príbuzných IS, veľakrát považovaných priamo za súčasť. Hlavnú náplň – analýzu problematiky HW a SW – som sústredil do kapitol 3 a 4.

2.1 Stručný vývoj

Počítačové GIS sa začali používať v 60-tych rokoch (ich manuálne vzory existovali už 100 rokov dozadu), pričom väčšina významných míľnikov vo vývoji sa udiala v Severnej Amerike – v počiatkoch to bolo z iniciatívy veľkých štátnych aj komerčných organizácií, neskôr s významným príspevom menších spoločností.

Históriu GIS (podľa [1]) možno rozdeliť do 4 období:

1. pionierske – mimoriadne dôležitý vplyv jednotlivých priekopníckych osobností a inštitúcií, zvlášť univerzít

2. fáza – do zač. 80-tych rokov; dochádza k ujednoteniu pokusov a činností agentúrami a inštitúciami na lokálnej úrovni
3. fáza – do konca 80-tych rokov; komercializácia problematiky
4. fáza – súčasná; dominuje užívateľský prístup, súťaž medzi producentmi, začiatok snáh o štandardizáciu či otvorenosť systémov

Celý vývoj musel prebiehať na základe návaznosti jednotlivých zložiek geoinformačných technológií – teda napr. vývoj softvéru zodpovedal možnostiam a rozšíreniu hardvéru, „teória“ bola neustále inšpirovaná schopnosťou technického vybavenia a pod. Dobrým príkladom je „boom“ vo výkone procesorov v 70 a 80-tych rokoch, neskôr zobrazovacích zariadení, veľkokapacitných záznamových médií, ktoré umožnili zriadenie mohutných databázových systémov a ich prepojenie s grafickými systémami. Tu sa žiada spomenúť aspoň zopár priekopníkov: fy ESRI, Intergraph (v aliancii s fy Bentley), neskôr vstúpila na scénu aj spoločnosť Autodesk, ktorá dnes takisto predstavuje popredného producenta riešení pre GIS.

Vývoj dospel do štádia – a o tom budem ešte veľa písať – keď hlavnou prioritou sa stáva maximálny komfort a sloboda výberu koncového užívateľa: výrazne sa zlepšila schopnosť systémov integrovať údaje z iných zdrojov; možnosti technológie sú natoľko bohaté, že si ich každý môže prispôbiť vlastným potrebám a podmienkam (oslobodenie od diktátu dodávateľa); výrazné snahy o štandardizáciu a otvorenosť systémov; ... ⇒ to všetko výrazne rozširuje možnosti používateľov.

2.2 GIS a príbuzné systémy

Ako som už vyššie spomínal, existuje viac názorov na zaradenie GIS a to aj vo vzťahu k príbuzným systémom: CAD, CAM, DPZ a štatistické programy. GIS tu podľa jednej skupiny autorov predstavuje ich podmnožinu, ďalší o ňom uvažujú ako o nadmnožine.

Nech už sú názory akékoľvek, technológie používané pre tieto systémy sú neoddeliteľnou súčasťou GIS.

CAD systémy – systémy pre počítačom podporované navrhovanie a konštrukciu (Computer Aided Design), boli vytvorené pre návrh a kreslenie 2D a 3D objektov prostredníctvom kvalitnej interaktívnej grafiky. Obvykle majú iba symbolické prepojenia s databázou. Avšak uvedomenie si univerzálnosti používaných postupov spracovania priestorových údajov a doplnenie CAD systémov o kartografické projekcie zosilnenie prepojenia na databázy a doplnenie o funkcie priestorovej analýzy, umožňuje spracovávať aj geoúdaje. Aplikácie GIS vytvorené nad týmito systémami sa vyznačujú užívateľsky príjemným, interaktívnym grafickým rozhraním a vysokokvalitnými graf. výstupmi. GIS tak získavajú na atraktivite.

CAM (počítačová kartografia, poč. podporované mapovanie) sa sústreďuje na zber, klasifikáciu a zobrazenie kart. a geograf. údajov. Veľký dôraz sa kladie na zachovanie kartogr. princípov tvorby

digitálnych máp s menej významným prepojením na databázy. CAM majú preto veľa výkonných technických a programových prostriedkov na tvorbu kvalitných mapových výstupov. Naproti tomu v GIS je vizualizácia vo forme máp len jednou z funkcií systému – rovnako ako je kartogr. výstup iba jednou z možností vizualizácie informácií.

Tu treba spomenúť aj tzv. AM-FM systémy pre automatizované mapovanie a správu technických zariadení (Automated Mapping / Facility Management), ktoré kombinujú základné možnosti CAD pre potreby tvorby digitálnych máp a obhospodarovanie databázových údajov.

DBMS (DataBase Management System) – systémy riadenia báz údajov, patria dnes k štandardnému programovému vybaveniu a hoci boli navrhnuté pre vstup, ukladanie a výber nepriestorových a negrafických údajov, v súčasnom období presadzovaním objektového prístupu v štruktúrovaní údajov dokážu plnohodnotne pracovať aj s priestorovými dátami. DBMS vo veľkom využívajú relačný dátový model a analytické, štatistické a zobrazovacie funkcie sa nahrádzajú prepojením na iné systémy.

Systémy pre **DPZ** (diaľkový prieskum Zeme, angl. Remote Sensing – RS) sa požívajú k uchovávaniu, spracovávaniu a interpretácii digitálnych leteckých kozmických snímok, vyznačujú sa prepracovanými matematickými metódami spracovania snímok a ich rastrovej vizualizácie (2D, 3D).

Úlohou **štatistických** programov je spracovanie súboru číselných údajov, často sa používajú ako výkonný doplnok databázových systémov.

3. Hardvérové prostriedky pre GT

Jednou zo štruktúrnych komponentov GIS je hardvér (z angl. hardware (HW), v slengu zaužívaný výraz „železo“). Voľne by sme ho mohli charakterizovať ako hmatateľnú výbavu počítačov so všetkými pridruženými zariadeniami (perifériami) – je to teda elektronika, optika i chémia v príhodnom obale. Z funkčného hľadiska slúžia ako schránka a nástroj pre programové vybavenie počítača.

V každom prípade hardvér tvorí komplikovaný systém menších jednotiek, preto bude dobré na začiatok predstaviť aspoň základné rozdelenia.

3.1 Klasifikácia HW

Hlavné hardwarové zariadenia – **platformy** – používané v GIS:

- *viacpoužívateľské systémy* - využívané v oblasti štátnej správy a riadenia, prevádzkujú sa na nich obrovské databázové servery, sú vhodné pre spracovanie veľkého objemu dát; ich význam spočíva predovšetkým v možnosti súčasného prístupu veľkého počtu používateľov, medzi ktorých delí svoje prostriedky (výkon sústavy viacerých

procesorov aj pamäťové kapacity); vzhľadom na vysoké nároky pri manipulácii s údajmi v databáze sa v týchto systémoch používajú najvýkonnejšie procesory, sústavy pevných diskov s veľkými kapacitami (rádovo v 100 GB) a operačné pamäte s veľkosťou v gigabytoch);

- *pracovné stanice (workstations)* - najpopulárnejšia HW platforma pre GIS, z hľadiska výkonu optimálne vyladená sústava pracujúca pod rýchlym operačným systémom (napr. UNIX), dôraz sa kladie na dostatočný pamäťový priestor podľa náročnosti užívateľov
- *osobné počítače (PC)* - najrozšírenejšie, v súčasnosti sa výkonom veľmi nelíšia od pracovných staníc (WS), v podstate predstavujú ich lacnejšiu variantu pre prácu obyčajne jedného užívateľa s menej náročným softvérom

Ak nahliadneme pod pokrievku týchto výkonných strojov, môžeme vidieť s dávkou mierneho obdivu menší vesmír. Jeho základom je matičná doska (MB – MotherBoard) so sústavou zásuviek – slotov prepojených zbernicou (akási dátová diaľnica). V slotoch sú zasunuté špecifické zariadenia, ktorých komunikáciu pomocou zbernice zabezpečuje (riadi) čipová sada – čipset. Spomenuté zariadenia si možno predstaviť ako orgány živého organizmu, kde srdcom sa zvykne označovať procesor (CPU – centrálna spracovacia jednotka), ktorý vykonáva operácie dané algoritmom softvéru. Terminologický slovník ho definuje ako funkčnú jednotku počítača, ktorá interpretuje a vykonáva inštrukcie. Má štandardne zabudovaný koprocesor pre zložité matematické výpočty aj rýchlu vyrovnávaciu pamäť „cache“ (štandardne cache prvej úrovne (L1), pričom L2 cache je osadená na MB). Ďalším dôležitým zariadením na MB sú pamäťové moduly RAM (Random Access Memory) – elektronická pamäť s veľmi krátkou prístupovou dobou, v ktorej sa uchovávajú všetky dočasné dáta v procese ich spracovania. Na druhej strane magnetická pamäť reprezentovaná pevným diskom HDD (harddisk) uchováva všetky dáta pre neskoršie použitie.

Pri WS a PC je markantným prvkom grafická karta, ktorá jednak vďaka výkonnému grafickému čipu (GPU - Graphic Processing Unit) odbremeňuje CPU od náročných vizualizačných výpočtov a jednak už spracované informácie transformuje na elektrické signály rozpoznateľné monitorom. Jej výkon sa prejaví najmä pri vizualizácii dynamickej 3D grafiky (rotácia 3D modelov terénu a pod.). Vtedy sa jej vlastnosti zvyknú hodnotiť počtom prekreslených obrázkov za sekundu (fps – frame per second) pri zvolenej úrovni detailov a rozlíšenia.

Ďalším nenahraditeľným prvkom pre komunikáciu s okolím býva sieťová karta (prípadne modem) a mechaniky prenosných pamäťových médií ako diskety (floppy disk), ZIP médiá, kompaktné disky (CD) a iné pokročilé technológie, napr. DVD.

Okrem hlavných poznáme aj externé, vstupno-výstupné HW zariadenia, nazývané **periférie**. Vstup údajov zabezpečujú

- § klávesnica a myš, príp. trackball
- § digitizéry – umožňujú snímanie čiar z analógového podkladu a odčítanie súradníc
- § skenery – konvertujú obraz z analógových podkladov do digitálnej formy rozčlenením na elementy

naopak výstup cez

- § monitor (príp. projektor) – štandardné výstupné zariadenie, jeho charakteristické vlastnosti sú veľkosť uhlopriečky obrazovej plochy (v palcoch) a rozlíšenie (v dpi) k obnovovacej frekvencii (v Hz)
- § plotre – existujú 3 druhy: perový, striekací, elektrostatický; vyznačujú sa veľkým formátom
- § tlačiarne – laserové, atramentové alebo ihličkové (zriedkavo); menší výst. formát

Prenos údajov medzi systémami sa vykonáva cez počítačové siete:

- lokálne LAN (Local Area Network)
- podnikové a odborové - intranet
- globálne WAN (Wide Area Network) - internet

Pripojenie na globálnu sieť zabezpečujú aj telekomunikačné linky, na diaľkový prenos dát sa s výhodou používajú optické káble alebo družicové technológie.

Oblasť HW je dnes atraktívna a veľmi dynamická súčasť informačných technológií. Vyššie uvedené informácie sú iba veľmi stručným prehľadom danej problematiky, preto vážnejšieho záujemcu odporúčam na špecializované časopisy ako Computer, PC Revue, CHIP a špeciálne pre GIS časopis GeoInfo.

V nasledujúcich kapitolách sa pozrieme na zopár najzaujímavejších „kusov železa“.

3.2 Pracovné stanice

Spomínal som, že PC sa výkonom blížila k prac. staniciam (WS), možno o pár rokov splynú do jednej platformy, dnes však WS disponujú mnohými špeciálnymi prvkami. Tak napríklad je to výhoda paralelného zapojenia viacerých **CPU** na základnej doske, čím sa pochopiteľne znásobí čistý výpočtový výkon systému. Preferovaným zástupcom procesorov je dnes Pentium III Xeon od spoločnosti Intel, osádzaný hlavne vo WS značkových výrobcov ako Compaq, Hewlet-Packard či SGI (Sillicon Graphics), na trh sa však prebojováva veľmi schopný konkurent – spoločnosť AMD so svojimi rovnako výkonnými procesormi radu Athlon / Thunderbird.

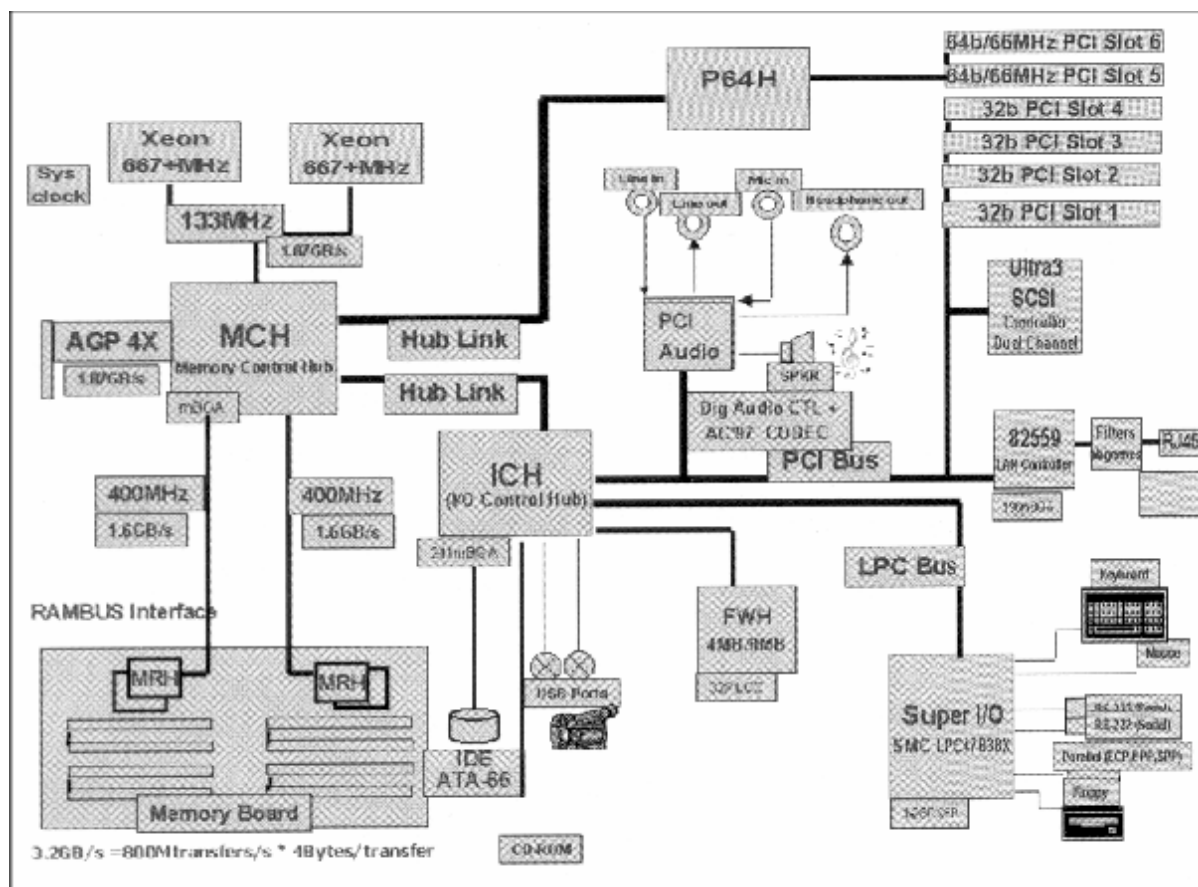
Ďalším podstatným prvkom je operačná pamäť **RAM**. Dnešné rýchle RAMBUS pamäte RDRAM s kapacitou rádovo v stovkách megabytoch sa významnou mierou podpisujú pod výkon celej zostavy.

Tretím charakteristickým prvkom WS sú **grafické subsystemy** (aj adaptéry al.karty), zväčša navrhované pre náročné aplikácie – 2D/3D animácie, editácie videa, rendering ⇒ teda základný nástroj pre vizualizáciu v GiS. Kvôli vyššiemu prietoku dát sa už tradične pripájajú na MB pomocou AGP (Accelerated Graphic Port) a iba zriedka cez staršie PCI, nezanedbateľná je aj veľkosť vlastnej rýchlej elektronickej pmäte (napr. DDRAM), pre ukladanie textúr, o veľkosti desiatok MB. Samozrejmosťou je aspoň čiastočná hardvérová podpora štandardu pre 3D grafiku - OpenGL.

Užívateľ si môže vybrať z ponuky základných 2D/3D adaptérov (NVIDIA TNT / GeForce, Matrox Gxxx, Elsa Synergy II), alebo profesionálnych 3D subsystemov (Elsa Gloria II, Oxygen GVX1, PowerStorm, alebo súčasná špička – Intense3D WildCat 4210 PRO).

Ceny značkových pracovných staníc sa pohybujú v stovkách tisícoch korún, čo už je veľmi vážna investícia, všeobecne však môžeme skonštatovať trend poklesu cien v dôsledku vývoja nových, ekonomickejších výrobných postupov.

Na obr. 3.1 môžeme vidieť príklad architektúry základnej dosky s najnovším čipsetom od Intelu, použitej pre pracovné stanice Compaq.



Obr. 3.1

2.3 Monitory

Monitor je štandardné periférne zariadenie, ktoré premieňa elektrické impulzy z počítača na obrazové informácie. Spolu s klávesnicou a myšou zabezpečuje základnú komunikáciu medzi používateľom s počítačom a tak jeho parametre majú vplyv efektivitu a komfort práce.

Prvým významným parametrom je **rozlíšenie** (angl. resolution, stupeň detailnosti zobrazovaných snímok) – udáva sa počtom bodov (svetelných stôp) v horizontálnom a vertikálnom smere.

S ním býva často spojená **obnovovacia frekvencia** uvádzaná v hercoch (Hz). Platí medzi nimi nepriama úmera, teda čím vyššie rozlíšenie, tým nižšia frekvencia prekreslenia a tak aj väčšia záťaž očí (známa únava z blikajúceho monitoru). Pre prácu s CAD systémami ako napr. MicroStation je rozhodujúca aj uhlopriečka zobraziteľnej plochy monitora a mala by byť minimálne 17“ (palcov), pre komfort a dokonalú prehľadnosť sú vhodnejšie 19“ a 21“, pretože sa tým zväčší virtuálna pracovná plocha. Samozrejme tomu musí zodpovedať vhodné rozlíšenie, napr. 1024 x 786 pre 17“ je minimálne optimum. Moderné ploché (Trinitron – valcový výsek s veľkým polomerom, napr. 50m) 21“ monitory zvládajú rozlíšenie 1920 x 1440 pri 75Hz a 1600 x 1200 až 95Hz.

Ďalšími vymoženosťami nových modelov sú

- nízka radiácia, medzné hodnoty sú udávané v priemyselných normách ako napr. MPR II a TCO
- korekcie skreslenia a vernosť farieb
- OSD – On Screen Display, menu nastavenia parametrov ako jas, kontrast či geometria obrazu priamo na obrazovke
- svetlocitlivý senzor pre automatickú optimalizáciu jasu k okolitým svetelným podmienkam

Tu možno spomenúť aj ultratenké displeje s označením podľa technológie generovania obrazu, napr. LCD (Liquid Crystal Display) alebo plazmové displeje, používané najmä v prenosných počítačoch, ale v poslednom čase už aj pre stolné počítače, pretože výrazne šetria miesto na stole, dokonca sa dajú zavesiť na stenu. Nevýhodou je ich vysoká cena, ktorá odráža náročnosť výroby jemnej kryštalickej štruktúry.

Alternatívou k monitorom pre väčšie pracovné skupiny a takisto pre účely hromadnej prezentácie výsledkov GIS môže byť **videoprojektor**, ktorého hlavnú výhodu poznať na prvý pohľad – niekoľko násobne väčšia zobrazovacia plocha, závislá iba od vzdialenosti projekčnej plochy. Táto výhoda je kompenzovaná o niečo slabšími svetelnými podmienkami, nižšou rozlišovacou schopnosťou a neporovnateľne vyššou cenou (i tieto nedostatky sa časom v laboratóriách odstránia).

Obraz zabezpečujú rôzne technológie – staršia a známa LCD „vysiela“ svetlo cez tekuté kryštály, novšia DMD (Digital MicroMirror Device) odráža svetlo od mikroskopických zrkadiel.

2.4 Plotre

Sú to veľkoformátové výstupné zariadenia používané pre vytváranie analógových kópií máp, prípadne iných grafických výstupov (výkresy, grafy). Podľa technológie nanášania pigmentu na (papierový) podklad existujú 3 skupiny: perové, tryskové (ink-jet), elektrostatické. Ako inde v IT, ani tu sa pokrok nezastavil a každým rokom predstavuje trh kvalitnejšie, presnejšie a rýchlejšie „mašinky“. Príkladom môže byť ink-jet veľkoformátový ploter HP DesignJet 1055 CM, na ktorom si teraz ukážeme prvky moderných technológií (HP patrí medzi lídrov v tejto oblasti).

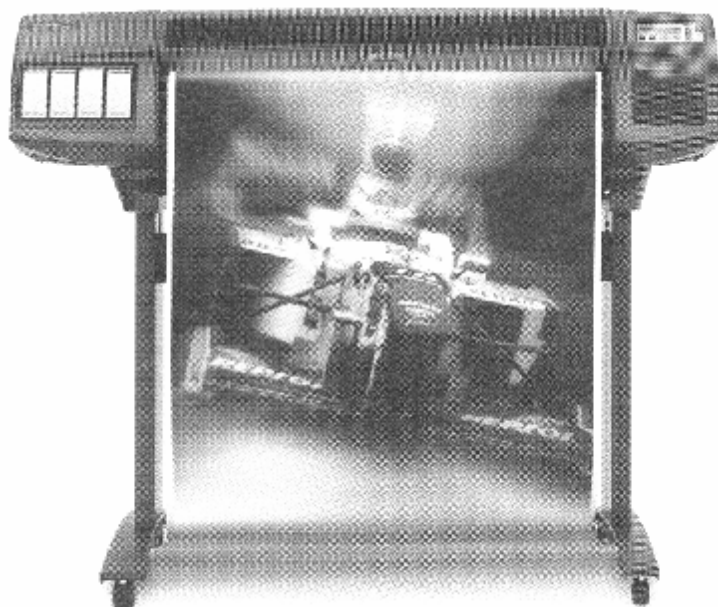
Prvé, čo ma pri študovaní problematiky upútalo, bola rýchlosť tlače – výkres formátu A1 v kvalite draft a vo farbách zvláda za 45 sekúnd, A0 za 1min. 15s. Na výsledku sa podpisuje výkonný tlačový algoritmus aj kvality tlačovej hlavy (cartridge), na ktorej sa nachádza 512 trysiek s výstrekom cez 6 miliónov kvapiek za sekundu (objem jednej kv. je 12 pikolitrov = 12×10^{12}). Rýchlosť celého tlačového procesu sa značne zrýchlil integrovaním sieťovej karty pre rýchly prenos dát z počítača a 2GB harddisku (súčasť hardvérového RIPu – Raster Image Preprocessor). Ovládanie je zabezpečené predným panelom a prehľadným displejom.

Problémom z nečakaného vyprázdnenia zásobníkov tlačových hláv predchádza jednak štandardným vybavením doplnovacích zásobníkov a navyše aj zabudovaným čipom, ktorý presne počítá vytlačené kvapky a včas upozorní na kritický stav, prípadne celkom odmietne tlačiť.

Čo sa týka rozlíšenia, zvláda 600 dpi vo farbe a 1200 dpi čiernobielo (adresovateľné rozlíšenie).

Orientačná cena: cez 400 000 Sk.

Plotre určené pre pracovné skupiny reprezentuje HP DesignJet rady 800 s parametrami: 2400 x 1200 dpi, min.hrúbka čiary 0,04 m, 96MB RAM a 6GB HDD.



Obr. 3.2 HP DesignJet 1055 CM

4. Softvérové prostriedky pre GT

Softvér, udomácnený pojem z angl. originálu software (SW), často prekladaný ako programové vybavenie počítača, predstavuje popri hardvére najdôležitejšie komponentum počítača. V prenesenom význame s ním vytvára jeden organizmus – rozum a výkonné orgány. Iná analógia hovorí o tele a duši, tu by som však započítal aj užívateľa, ktorý predstavuje najvyššiu správnu úroveň. Nech sú azda predstavy akékoľvek, faktom zostáva, že softvér zabezpečuje komunikáciu s hardvérom a viac-menej plné využívanie jeho hrubého výkonu.

Softvér pre GIS je obsiahly a rozmanitý, jeho vývoj podlieha najväčším zmenám – musí držať krok s dobou, a to ako s vývojom nového hardvéru (s úsmevom môžeme tvrdiť aj opak), tak predovšetkým s požiadavkami koncových užívateľov.

Všeobecne vzaté, podľa [1], SW pre GIS pozostáva z **modulov**, ktorých spoločným **jadrom** je geografická (priestorová) báza údajov a systém jej riadenia. Sú to moduly pre:

- Ø *zber a vstup údajov* – umožňujú konverziu a verifikáciu informácií (údajov) po prevedení do digitálnej formy kompatibilnej so systémom. Zdrojom môžu byť mapy, senzorové vstupy a výsledky pozorovania (merania)
- Ø *transformáciu (reštrukturalizáciu) údajov* – úlohou je meniť formu údajov bez zmeny obsahu. Patria sem postupy ako generalizácia máp, zmeny mierky či projekcie a pod.
- Ø *relačnú a priestorovú analýzu* – umožňujú dopytovanie a prehľadávanie báz údajov, modelovanie procesov
- Ø *zobrazenie a výstup údajov* – slúžia k úpravám výsledkov manipulácie s údajmi a analýz. Výstupy môžu mať podobu máp, diagramov, tabuliek, grafov a to buď na monitore alebo inom výstupnom zariadení (ploter, tlačiareň a pod.)
- Ø *užívateľské rozhranie (interface)* – „interfejs“ zabezpečuje komunikáciu užívateľa a systému, interpretuje príkazy a prekladá ich do formy pochopiteľnej systémom. Môže byť implementovaný ako príkazový riadok, alebo ako systém ponúk / volieb (ikonky). V súčasnosti sa kladie dôraz na interaktívnosť ovládania a výber funkcií, pomoc vo forme on-line dokumentácie a nápovedy, možnosť nastaviť špecifický užívateľský profil (špecifické voľby, nastavenia, výber údajov, ...), otvorená modulárna štruktúra systému.

Týmto by so uzavrel čisto teoretický pohľad na softvér. Nasledujúce 2 podkapitoly dávajú konkrétnejší pohľad na používaný SW. Prvá si dáva za cieľ načrtnúť základy (rozdelenie a krátke charakteristiky, príklady) v praxi implementovaných SW prostriedkov. Druhá sa zameriava na

priblíženie hlavných GIS aplikácií od veľkých producentov / priekopníkov v oblasti softvérových nástrojov GT.

4.1 Klasifikácia SW

Softvér pre GIS ako každý iný IS nadväzuje na známe, všeobecne používané softvérové prostriedky, jeho špecifikum sa odráža až na špecializovanom programovom vybavení, ktoré je s tými všeobecnými úzko prepojené a efektívne využíva všetky dostupné prostriedky a výhody.

Všeobecne používané SW prostriedky:

- ▼ *operačné systémy (OS)* – základný súbor programov, ktoré zabezpečujú komunikáciu aplikácií s hardvérom i medzi sebou a rozhodujú o prideľovaní voľných prostriedkov, prístupových práv a pod. V GIS sa uplatňujú:
 - viacuzivatelské klient-server OS, hlavne rôzne varianty UNIXu (Solaris, HPUX, AIX, Linux) a Windows NT / 2000
 - desktop OS – MS Windows 95 / 98 aj 2000
 - ďalšie, napr. staršie OS – MS DOS, OS/2 alebo OS platformy Apple Macintosh – MacOS
- ▼ *programovacie jazyky* – základné nástroje pre tvorbu programov, slúžia teda pre zápis určitého algoritmu do tvaru, z ktorého ich buď prekladací program prevedie do strojového kódu alebo sú interpretačným programom priamo interpretované. Pre tvorbu GIS aplikácií sa používajú jazyky ako C++, Java, Pascal, Basic, SmallTalk, Avenue a ďalšie prevažne objektové jazyky pre vývoj objektovo orientovaných aplikácií. Okrem týchto existujú napr. aj PJ pre popis stránky (PDL, page description language) ako PostScript, ktorého programovacie metódy popisujú spôsob zobrazenia alebo tlače súboru kombinujúceho text a/alebo grafiku. Ďalšou skupinou sú PJ pre tvorbu makier (malých programov pre opakujúce sa činnosti).
- ▼ *systémy riadenia báz údajov* SRBÚ (angl. DBMS – Database Management System). Ide o špeciálny počítačový systém (súbor programov) pre obhospodarovanie a analýzu údajov v databáze. Spolu s databázou tvorí databázový systém.
SRBÚ delíme na:
 - relačné – napr. MS Access, staršie verzie Oracle a Xbase, používajú iba číselné a textové formáty
 - relačné, rozšírené o grafické, prípadne aj objektové formáty – napr. najnovšie verzie Oracle (v.8), ukladajú aj rastrové údaje
 - objektovo orientované – spravidla na mieru vytvorené v objektovom programovacom jazyku ako SmallTalk, ukladajú všetky údaje a metódy

- ▼ *grafické konštrukčné programové systémy – úroveň CAD* , ich hlavným významom je navrhovanie a konštrukcia (kreslenie) 2D a 3D objektov. Pre AM a GiS sú u nás rozšírené 2 najznámejšie CAD produkty:

§ AutoCAD; výrobca Autodesk Ltd., USA

§ MicroStation; výrobca Bentley Inc. (v rokoch 87-94 spoločne s fy Intergraph Corp., USA)

Špecializovaný geoinformačný softvér:

- *a) programy na automatizované mapovanie (AM, CAM)*

napr. MicroStation + nadstavby

- TerraModeler – aplikácia pre modelovanie terénu (z nameraných údajov, graficky alebo zo súradníc XYZ)
- MicroGeo – (pozri 6.kapitolu)
- I/RAS B, I/RAS C – prog. pre manuálnu vektorizáciu rastrov
- I/GEOVEC, I/RAS Engineer – nadstavby nad MS i I/RAS B pre poloautomatickú podporu vektorizovania rastrov
- Descartes – editácia, správa a konverzia rastrov

ďalej ImageStation, alebo Kokeš

- b) programy pre informačné spracovanie technických sietí (FM) – napr FRAMME (Intergraph) alebo SRP*

- *duálne geoinformačné systémy (DBMS + CAD) bez topologickej analýzy*

Väčšina súčasných GiS, vrátane takých ako ARC/INFO, System 9 a Geo/SQL, má vo svojej architektúre relačný databázový systém. Niektoré ho využívajú iba k uloženiu atribútov a pre prácu s polohovými údajmi používajú vlastný softvér (duálne systémy), iné využívajú relačný DB systém pre obe skupiny údajov (integrované systémy).

Duálne systémy ako ARC/INFO a Geo/SQL sú príklady systémov, v ktorých sa využíva RDBMS (relačné SRBÚ) na prácu s atribútovými údajmi a jeho prepojenie k vlastnému softvéru pre prácu s polohovými údajmi..

V ARC/INFO napr. Info je relačná DB a Arc je prostredie pre ukladanie a manipuláciu geometrických údajov. Geo/SQL spojuje 3 zdroje – AutoCAD pre prácu s grafikou, ORACLE ako RDBMS a vlastný softvér na ich prepojenie.

Architektúra duálnych giS zahŕňa 2 možnosti, buď je RDBMS súčasť GIS (v jeho vnútri) a tak sa aj predáva, alebo je mimo GiS.

V poslednej dobe sa zdôrazňuje potreba logického vylepšenia duálnych architektúr poskytnutím prepojenia na externé RDBMS. Napr ArcStorm od ESRI umožňuje spojiť ARC/INFO s externou databázou.

- q *GiS s topológiou a priestorovou analýzou* – napr. MicroStation GeoGraphics, ArcView, GeoMedia, Teplyn
- q *Otvorené GiS s prenosom do počítačových sietí (OpenGiS)* – iniciatíva stelesňovaná Open GIS Konzorciom, jeho koncept môžeme špecifikovať ako „plnú a voľnú integráciu priestorových dát a zdrojov pre ich spracovanie v distribuovanom prostredí národnej a medzinárodnej (svetovej) komunity pre geodáta a geografické analýzy“.

Príkladom úplne otvoreného softvéru je produkt fy ESRI s názvom MapObjects. Tvorí ho zostava komponentov pre mapovanie a GiS, určené pre vkladanie týchto funkcií do aplikácií Microsoft Windows. MapObjects obsahujú ovládače pre spájanie a začleňovanie objektov (OLE – Object Linking & Embedding) a zostavu programovateľných automatizovaných OLE objektov, určených pre tvorbu mapových aplikácií, alebo pre zabudovanie mapových nástrojov do existujúcich negrafických aplikácií.

MapObjects znižujú nároky na čas a programátorské úsilie, potrebné k vytvoreniu špecializovaného riešenia. Pri tvorbe individuálnych OLE-kompatibilných GiS aplikácií sa dajú použiť s populárnymi programovacími prostriedkami ako sú Visual Basic, Delphi, PowerBuilder, Visual C++ a ďalšie štandardné vývojové prostredia.

4.2 Produkty najrenomovanejších firiem

V súčasnosti, môžeme povedať, je komerčný sektor poskytujúci riešenia pre GiS pomerne dosť rozvinutý. Na trhu sú dostupné špecializované aj všeobecné GiS programové systémy, od veľkých spoločností s dlhoročnou tradíciou až po drobné vývojové tímy, zameriavajúce sa často na problémy implementácie GiS v blízkych regiónoch, nezriedka vo forme doplnkových aplikácií k osvedčeným produktom veľkých firiem.

V nasledujúcich 3 podkapitolách uvádzam prehľad produktov 3 softvérových gigantov (Intergraph, Autodesk, ESRI), ako ho spracoval [2].

4.2.1 Programové prostriedky firmy Intergraph

Aplikácie Intergraph pre spracovanie geopriestorových informácií obsahujú celý rad produktov pre tvorbu, analýzu a publikáciu údajov GiS v podobe jednoduchých prehliadačov, cez analytické nástroje až po produkty na úrovni GiS serverov.

Medzi staršie aplikácie patrí najmä prog.systém **MGE SX**, ktorý je nadstavbou MS a predstavuje ideálny nástroj na tvorbu a správu tzv. veľkých GiSov s využitím v rôznych aplikačných oblastiach. Existuje na OS UNIX a WindowsNT, má modulárnu architektúru, ktorá sa veľmi hodí pre postupný rozvoj systému. Medzi základné moduly patria:

- MGE Basic Nucleus je jadro na prístup k údajom v projekte MGE.
- MGE Basic Administrator poskytuje nástroje na správu systému a databázy v aplikáciách.
- MGE, ktorý využíva relačné databázy.
- MGE Base Mapper zaisťuje budovanie a správu dát projektu GiS v prostredí MGE. Obsahuje interaktívne aj dávkové nástroje na vstup, čistenie a úpravu grafických dát.
- MGE Base Analyst umožňuje vytvárať požiadavky, analyzovať a zobrazovať priestorové údaje s topologickou štruktúrou.
- MGE ASCII Loader slúži k čítaniu a ukladaniu priestorových údajov vo formáte ASCII.
- MGE MAP Finisher umožňuje zostaviť výstupnú mapu a jej legendu.

Túto základnú sadu možno dodatočne podľa typu aplikácie rozšíriť o aplikačné moduly, napr. MGE Segment manager, ktorý podporuje výhodnejšiu správu informácií o líniových sieťach použitím prepracovanej metódy dynamickej segmentácie.

Nová architektúra produktov koncipovaných ako 32-bitové Windows objektové aplikácie založené na databázovej správe priestorových údajov je reprezentovaná radom produktov technológie **GeoMedia**. Pod týmto názvom sa skrýva univerzálny GiS klient, schopný zobrazenia a analýzy na jednom počítači viac dátových formátov od rôznych producentov GiS a mapovacích technológií (ESRI, Bentley Systems, Intergraph, Oracle ...) a rozdielne dáta zobrazíť na jednej mape.

K hlavným prednostiam technológie patria:

- ü pôvodná Windows aplikácia s veľmi ľahkým ovládaním založená na najmodernejších objektových a databázových technológiách
- ü súbežný, transparentný prístup k údajom rôznych formátov
- ü plná sada nástrojov priestorovej analýzy a prezentácie dát
- ü otvorené vývojové prostredie na tvorbu vlastných aplikácií a nastavieb
- ü priama integrácia s ostatnými, napr. kancelárskymi aplikáciami Windows (MS Word a.i)

GeoMedia majú okrem množstva iných, zabudované nástroje pre vytváranie dynamických máp, previazaných s multimédiami ako sú zvukové záznamy, obrázky, video či internetové linky. Na rozdiel od iných desktop GiS aplikácií, GeoMedia nemajú špeciálne vývojové prostredie na prispôbenie alebo rozšírenie funkčnosti, sú plne kompatibilné so všetkými štandardami vývojárskych nástrojov pod Windows. GeoMedia môžu byť upravované pomocou OLE nástrojov (napr. Powerbuilder, Excel <s VBA>, Visual Basic a Visual C++), takisto je možné prispôbiť používateľské rozhranie (editácia položiek v menu, vlastná nástrojová lišta) jednoduchým použitím myši.

V dnešnej dobe existuje GeoMedia v týchto variantoch:

- GeoMedia 4.0 – univerzálny GiS klient, ktorý umožňuje komplexné expertné požiadavky nad ľubovoľnou množinou údajov.

- GeoMedia Web Map 4.0 – je určený pre publikáciu v prostredí internetu/intranetu. Umožňuje publikovať hybridy raster/vektor, zabezpečuje on-line prístup k databázam vo všetkých bežne používaných formátoch a súradnicových systémoch (MGE, FRAMME, MGSM, GeoMedia, Oracle SDO/SC, ArcInfo, DGN, DWG...) a publikáciu do všetkých webových prehliadačov.
- GeoMedia Professional 4.0 - univerzálny GIS klient aj prostriedok na modernú tvorbu údajov.
- GeoMedia Web Enterprise – riešenie zlučujúce vlastnosti predošlých produktov.
- Mfworks for GeoMedia – silný a kompletný nástroj rastrovej analýzy.
- Team GeoMedia – tím na zdieľanie všetkých vývojarských poznatkov a podporu vývojárov na celom svete.

4.2.2 Programové prostriedky firmy Autodesk

Autodesk je veľmi známy producent CAD systémov, menej sa už vie o jeho zainteresovaní v oblasti tvorby digitálnych máp a GIS. Na platforme PC mu v tejto oblasti patrí dokonca I. miesto.

Všeobecnou charakteristikou existujúceho GIS riešenia firmy je podpora najnovších trendov, technológií a vývoja na trhu IS, ktorý jednoznačne smeruje do oblasti MS Windows/Office aplikácií a internet technológií. Tento trend prenesie GIS z drahých neštandardných platforiem do prostredia Windows, a tak v konečnom dôsledku sprístupní širokému spektru používateľov.

GIS riešenie firmy Autodesk je štruktúrovo rozdelené do troch smerov – tvorby geografických údajov, integrácie rôznych typov a formátov geografických a DB údajov a nakoniec komunikácia a publikácia geoinformácií. Z predošlého môžeme rozdeliť postup tvorby GIS do 3 fáz:

1. Oblasť tvorby vstupných dát reprezentuje program **AutoCAD Map** – kompletný AutoCAD doplnený o nástroje na tvorbu väzieb na externé DB, topológiu, analýzy, import a export geografických formátov a o ďalšie mapovacie funkcie. Je to produkt určený správcom zariadení, geodétom, urbanistom a ostatným tech.pracovníkom, ktorí vytvárajú a spravujú vlastné mapy a ďalej v nich analyzujú. Umožňuje ukladať veľmi presné grafické údaje, tvorbu a analýzu topológií, tematické mapovanie a výkonné nástroje na tlač mapových zostáv. AutoCAD Map podporuje rastrovú aj vektrovú grafiku a umožňuje priradiť objektom alfanumerické údaje a vytvárať väzby na externé DB. Možno z neho priamo importovať dáta z ESRI ARC/INFO a ArcView, MapInfo, MicroStation, MapGuide, DXF a takisto 15 najbežnejších rastrových formátov.
2. Oblasť integrácie je reprezentovaná produktmi Autodesk **World**, ktoré umožňujú spravovať a integrovať geografické a databázové informácie rôznych formátov vo flexibilnom a výkonnom prostredí MS Office. Systém obsahuje OLE rozhranie a integrovaný Visual Basic for Applications. Autodesk World využíva Microsoft Jet Engine (jadro systému MS Access) ako svoju domácu databázu a ako prostriedok pre prepojenie s ostatnými ODBC (Open DataBase Connectivity) kompatibilnými databázami. Ďalšou štandardnou súčasťou systému je Seagate Crystal Reports

aplikácia špecializovaná na tvorbu grafov a tlačových zostáv. Pre viacuzivatelský prístup ku geografickým i alfanumerickým údajom využíva efektívnu klient-server technológiu.

3. Oblasť riešení pre publikáciu a prístupnosť interaktívnych máp v prostredí podnikových sietí a Internetu zastupuje Autodesk **MapGuide**. Základnými vlastnosťami sú ľahká implementácia, jednoduché ovládanie a rozšíriteľnosť. Intranet/Internet technológia je tvorená tromi modulmi – MapGuide Server, Author a plugin. MapGuide je určený používateľom, ktorí potrebujú sprístupniť svoje geografické dáta (⇒ interaktívne mapy a pod.), podporuje import mnohých formátov máp a GIS súborov vrátane MapInfo MIF/MID, ESRI ArcView SHP a Atlas GIS BNA.

4.2.3 Programové prostriedky firmy ESRI

Základným prostriedkom spoločnosti ESRI (Environmental Systems Research Institute) je profesionálny geografický informačný systém **ArcInfo**.

Obsahuje všetky potrebné nástroje na obstarávanie priestorových údajov, ich správu, analýzu, modelovanie a publikáciu. Jeho georelačný priestorový model podporuje správu grafických tabuľkových údajov v jednom integrovanom prostredí. Podporuje väčšinu štandardov a noriem z oblasti IT. Modulárna stavba umožňuje dosiahnuť maximálnu funkčnosť a výkon v požadovanej oblasti. Je zložený zo šiestich modulov:

- PC STARTER KIT – základný modul, ktorý obsahuje nástroje na digitalizáciu a tvorbu máp, výstavbu topologickej DB, tvorbu atribútových tabuliek, tlač máp, vývoj užívateľských aplikácií aj rozhraní a spoluprácu s ostatnými počítačmi v sieti.
- PC ARCPLOT – obsahuje funkcie na zobrazovanie geografických údajov, ďalej funkcie na tvorbu priestorových DB požiadaviek a analýz.
- PC ARCEDIT – umožňuje zaobstaranie a editáciu priestorových prvkov a tabuliek
- PC DATA CONVERSION – obsahuje nástroje na prenos dát medzi ArcInfo a inými formátmi.
- PC OVERLAY
- PC NETWORK – ponúka funkcie pre sieťové analýzy a lokalizáciu adries.

ArcInfo možno prevádzkovať na najvýznamnejších HW platformách a OS UNIX aj Windows NT:

- § Digital (UNIX, Windows NT)
- § HP 9000/700, IBM RS/6000
- § Silicon Graphics, SUN
- § Intel (Windows NT)

ArcInfo spolupracuje s výkonnými SQL databázami Oracle, Informix, Sybase, CAOpenIngres, MS SQL Server. Veľkou výhodou tohto systému je aj to, že podporuje rôzne kódové stránky a tým aj rôzne národné prostredia.

ArcInfo môže byť doplnený o ďalšie voliteľné moduly:

- ARC TIN slúži pre tvorbu, analýzu a zobrazenie trojrozmerných plôch.
- ARC GRID je robustný modul pre správu, modelovanie, analýzu a vykresľovanie rastrových údajov.
- ARC COGO má za cieľ integráciu CAD funkcií do GiS a možnosť zahrnúť výsledky pozemného merania do GiS aplikácií.
- ARC NETWORK má k dispozícii presnú metodiku modelovania sietí a rad funkcií na riešenie úloh na sieťach ako je hľadanie trás a podobne.
- ARC STORM je správcou priestorovej databázy.
- ARC SDE (Spatial Database Engine) je univerzálny server pre geografické údaje
- ARC SCAN je nástroj pre poloautomatickú vektorizáciu a editáciu rastrových dát, predovšetkým skenovaných mapových podkladov.
- ARC PRESS predstavuje výkonný tlačový RIP (raster image preprocessor), ktorý nachádza svoje uplatnenie pri veľkých nárokoch na objem dát a rýchlosť tlače.
- ARC EXPRESS slúži pre zrýchlené zobrazovanie vektorovej grafiky v prípade rozsiahlych alebo detailných priestorových databáz.
- ARC FM je nadstavba určená špeciálne pre implementáciu GiS v oblasti distribučných sietí (AM/FM/GIS).

Ďalším produktom firmy ESRI je program **ArcView**. Ten predstavuje tzv. desktop GiS, teda produkt pre koncových používateľov, ktorým umožní jednoduchú prácu so všetkými informáciami vo vzťahu k mape. K jeho základným vlastnostiam patrí najmä:

- ü intuitívne grafické používateľské rozhranie (GUI)
- ü vytváranie máp pomocou symbolov, voľba farebnosti, rôzne typy klasifikácie údajov
- ü podpora jednoduchých aj zložitých požiadaviek na priestorové a tabuľkové údaje
- ü funkcie pre obchodnú grafiku
- ü vykresľovanie rôznych druhov grafov
- ü podpora komunikácie medzi aplikáciami (IAC)
- ü architektúra klient-server
- ü objektovo-orientovaný systém
- ü nástroje na vývoj aplikácií a úpravu systému
- ü podpora rôznych kódových stránok
- ü ľahké programovanie aplikácií

Okrem obvyklých funkcií pre desktop GiS obsahuje aj celý rad funkcií pre priestorové analýzy – prekryvy a pretínanie plôch, vytváranie ochranných pásiem, vyhľadávanie susediacich prvkov a i. K priestorovým údajom je možné relačne pripájať ďalšie databázy, pre prácu s tabuľkami ponúka ArcView sadu nástrojov pre triedenie, požiadavky, výbery, štatistiky, výpočty a editáciu tabuliek. Podporuje databázy rôznych formátov, napr. Oracle, Informix, Access, Excel, Paradox, Xbase a ďalšie

podporované štandardom ODBC. Takisto pracuje s množstvom rastrových a vektorových formátov bez potreby konverzie, napr. s výkresmi DWG, DXF, DGN a rastre TIFF, RLC, BIL, BIP, Erdas, JPEG a ďalšie.

Arcview podporuje štandardné patformy Win a Unix, je dobra rozširiteľný a v súčasnej dobe sú ponúkané tieto rozširujúce aplikačné moduly:

- Spatial Analyst – výkonná rastrová analýza a integrovaná analýza raster-vektor
- Network Analyst – vyhľadávanie optimálnych ciest s dopĺňujúcimi podmienkami
- 3D Analyst – práca s 3D údajmi
- Internet Map Server – interaktívna práca s mapou a GiS aplikácie na internete
- Tracking Analyst – zobrazovanie a analýza pohybujúcich sa objektov v reálnom čase
- ArcPress – program pre náročné tlačové úlohy
- Image Analysis – kvalitné spracovanie družicových a leteckých snímok
- Stereo Analyst – 3D digitalizácia

5. Vývojové trendy HW a SW prostriedkov pre GT

HW a SW je na prelome storočí oblasťou najvýraznejšieho a hlavne najviditeľnejšieho pokroku ľudských technológií, najmä ak vezmeme do úvahy fakt, že počítače zasahujú už prakticky do každej sféry ľudskej aktivity – od nanorobotov cez domáce spotrebiče po ťažké výrobné stroje, od potravinárskeho priemyslu cez medicínu až po výskum vesmíru, atď. I v oblasti GT sú široké možnosti a cesty ako posúvať kvality geoinformačných systémov neustále vyššie a vyššie.

Podľa [1], z pohľadu úzkeho vzťahu k rozvoju informatiky možno predpokladať vplyv týchto oblastí:

- Objektovo-orientované štruktúrovanie údajov – OO prístup sa snaží zlepšiť modelovanie reálneho sveta naproti doterajšej orientácii na záznamy, ktoré viac zodpovedajú podstate počítača. Nový prístup má za cieľ vytvorenie modelu reálneho sveta tak, ako ho vníma človek. Odstraňuje nevýhodu relačných dátových modelov, keď je určitá informácia v DB rozptýlená v oddelených tabuľkách a jej vyhľadávanie obtiažne. Objektová orientácia speje k zoskupovaniu všetkých údajov týkajúcich sa objektu tým, že kombinuje dáta aj žiaduce operácie.
- Distribuované databázy – možnosť prístupu aj k veľmi vzdialenej databáze, napr. za pomoci elektronickej pošty a počítačových sietí.
- Umelá inteligencia – rozvoj dokonalejších expertíznych systémov, aplikácia neurónových sietí a systémov ...

- Troj a štvorrozmerné systémy – záujem o modelovanie v 3D a 4D medzi používateľmi GIS rastie, ide nielen o geografov a kartografov, ale takisto aj architektov, krajinných ekológov, správcov prírodných zdrojov a pod.
- Technický rozvoj hardvérových komponentov – vzrast výkonu i kapacity.

Dôležitým faktorom rozvoja GIS naďalej zostáva rozvoj osobných počítačov s 32-bitovou architektúrou procesorov a operačných systémov (Windows 9x, 2000, XP), objavujú sa známky nástupu 64-bitových platforiem PC. Svoje posledné slovo však nepovedala ani platforma Apple Macintosh, stavajúca na výkonných procesoroch radu PowerPC, novom prepracovanom MacOS X a graficky orientovaných profesionálnych aplikácií. V každom prípade podstatné pre GIS budú rýchle CPU, kvalitná grafika, veľké pamäte a pamäťové médiá. Výraznému záujmu sa bude tešiť problematika vizualizácie, rozšírená o ďalšie možnosti prezentácie dát, napr. animácie, stereoskopické videnie, či dnes tak atraktívnu virtuálnu realitu.

Dôraz sa bude určite klásť aj na všadedostupnosť požadovaných informácií, s čím súvisí vývoj prenosných IT, ktoré už dnes značne uľahčujú prístup – palmtopy, notebooky, mobilné telefóny s implementáciou multimédií. Ich najhlavnejšími parametrami bude veľkosť, jednoduchosť ovládania, rýchlosť prenosu dát s vhodným vstupným a výstupným zariadením (napr. veľký rozkladací dotykový displej s vysokým rozlíšením, integrujúci prípadný systém rozpoznávania reči).

6. Návrh konfigurácie hardvéru a softvéru pre pracovisko na tvorbu technickej mapy mesta

Digitálna technická mapa mesta tvorí spolu s vektorovou katastrálnou mapou a ďalšími dig. účelovými mapami digitálnu mapu mesta, ktorá je základom mestského informačného systému (MIS). V rámci MIS je geoinformačnými prostriedkami umožnená jej aktualizácia, analýza a syntéza priestorových javov a vzťahov medzi nimi. Digitálna mapa sa zvyčajne vytvára inkrementálnym spôsobom – rozčlenením mesta na územné časti (horizontálne členenie) a tematické oblasti (vertikálne členenie).

Digitálna technická mapa DTM dopĺňa vektorovú katastrálnu mapu o chýbajúce prvky polohopisu a inžinierskych sietí. Najdôležitejšie prvky DTM sú:

- inžinierske siete (vodovody, kanalizácia, plynovody, elektrorozvody, telekomunikačné a oznamovacie vedenia, teplovody, verejné osvetlenia, káblová televízia)
- stavby (ploty, stĺpy, prístrešky, drobné stavby a pod.)

- ostatné technické objekty (lavičky, detské ihriská, nádrže, spevnené plochy, šachty, obrubníky ...)

Vymenované prvky môžeme prípadne ešte doplniť o výškopis.

Podklady na tvorbu DTM tvoria základ, keď však neexistujú alebo nevyhovujú, je potrebné chýbajúce prvky domerať, a to buď geodetickými metódami, leteckou fotogrametriou, alebo ich kombináciou.

S odkazom na [4] a [5], načrtnem teraz princíp tvorby i najpoužívanejšie softvérové prostriedky v podmienkach tak akademického, ako aj komerčného sektoru na Slovensku. Z hľadiska dostupnosti SW a HW riešení pre väčšinu pracovísk považujem uvedené zostavy za najvhodnejšie pre tvorbu technickej mapy mesta.

Princíp tvorby a použitý softvér

Pri tvorbe digitálnych grafických údajov (ktoré predstavuje aj DTM) sa s obľubou využíva kombinácia výkonného a komfortného CAD systému, doplneného o špecializované nadstavby. Okrem minimalizácie problémov s odovzdávaním vytvorených údajov sú podstatné aj funkčné výhody, plynúce z využitia CAD systémov, ako široká paleta ponúkaných funkcií, väčšia otvorenosť, možnosť programovej aj dátovej spolupráce s ďalšími nadstavbami; aj technické vlastnosti, teda možnosť prevádzky na viacerých OS, podpora veľkého množstva vstupných a výstupných zariadení a možnosť manipulácie s objemnými súbormi údajov.

Tieto dôvody predurčili pre tvorbu DTM CAD systém MicroStation fy Bentley, ako aj fakt, že MS tvorí grafické jadro GIS v mestách, u správcoch sietí aj v podnikoch a zároveň v niektorých krajinách (ČR, Rakúsko) sa presadil ako základný graf.systém na údržbu VKM. Pre aplikácie mapovacieho charakteru je k dispozícii aj redukovaná, jednoduchšia a lacnejšia – pritom výkonná verzia MS (bez 3D a databáz): PowerDraft.

DTM sa konštruje v mierke 1:1000 so zabezpečením vstupných údajov v III. triede presnosti, v prostredí používateľských programov formou referenčných súborov s účelným uložením územných prvkov vo vrstvách. Každý referenčný súbor (napr. súbor obsahujúci polohopis či elektrické vedenia), označený podľa jeho významu (POL, ELV), má podľa schváleného technologického postupu definovanú štruktúru rozvrstvenia, kde sú definované hlavné atribúty prvkov (napr.budova) v príslušnej vrstve ako je farba, typ, hrúbka čiary, príp. číslo bunky v príslušnej norme.

Na riešenie geodetických úloh pri tvorbe DTM sa používajú špecializované nadstavby ako GEO, MGEO a pod. Zameriam sa však iba na jeden významný produkt – geodetickú nadstavbu MGEO od

fy GISoft. Bol vyvinutý v jazyku MDL (Microstation Development Language) – programovacím jazyku systému MS na báze jazyka C.

Pozrime sa teraz na funkcie, ktoré z neho robia vhodný a silný nástroj na tvorbu DTM:

- *Funkcie na prácu so zoznamom súradníc* umožňujú načítať zoznam v textovom tvare do 2D/3D výkresu MS (a naopak), i v tvare s mapovými kódmi, pomocou ktorých možno vytvoriť kresbu automaticky na základe údajov z terénu. Tak sa línie, krivky, oblúky a značky pri načítaní umiestňujú priamo s definovanými atribútmi (vrstva, farba, štýl...).
- *Funkcie na prácu s kladom mapových listov* umožňujú vykresliť rám, popis a sieť krížikov zadaného mapového listu na území SR (a ČR) v kladoch ZMVM a ZMSM
- *Funkcie na kreslenie* dopĺňajú konštrukčné úlohy MS sadou geodetických konštrukčných úloh (ortogonálna metóda, konštrukčné omerné atď). Funkcie zahŕňajú aj automatické umiestňovanie omeriek, kreslenie terénnych šráfov, jednoduchú zmenu veľkosti textov a značiek.
- *Funkcie prieskumníka výkresu* na podrobnú analýzu obsahu aktívneho výkresu, pri ktorej program vypisuje počet prvkov podľa kritérií (vrstvy, typ, atribúty).
- *Funkcie pre tlač mapových listov* v pevnom i všeobecnom klade, bez potreby zásahov do výkresu, aj s rámom a mimorámovými údajmi. Program môže doplniť krížiky, podľa mierky upraviť veľkosť textov a značiek, umožňuje prispôbiť mimorámové údaje akýmkoľvek požiadavkám.
- *Funkcie na kreslenie podľa dátového modelu* spĺňajú požiadavky na pevné členenie údajov do výkresu a vrstiev, dodržanie grafických aj popisných atribútov objektov, uľahčujú tvorbu mapového diela väčšieho rozsahu, zavádzajú poriadok v štruktúre vytváraných údajov. Načítaním dátového modelu (digitalizačného predpisu) už nie je nutné zaoberať sa prepínaním vrstiev, nastavovaním atribútov a vyvolávaním kresliacich funkcií. Práca sa obmedzí iba na názvy objektov.
- *Funkcie na prácu so skenovanými mapami*, obrazovková digitalizácia.

S programom sú dodávané knižnice mapových značiek a používateľských štýlov čiar podľa platnej normy ČSN 01 3411 – pre mapy veľkých mierok.

MGEO existuje vo dvoch verziách (s a bez dátového modelu) pre MicroStation 95 / SE, MS PowerDraft a MS GeoOutlook na operačných systémoch Windows 9x, NT, 2000.

Hardvérové vybavenie

Požiadavky na technické zariadenie môžeme formulovať z mnohých hľadísk, napr. ekonomického, výkonnostného alebo z hľadiska komfortu. Nákup minimálnej HW konfigurácie na prvý pohľad rieši finančný problém, na ten druhý si však vyberie krutú daň na čase, strávenom prácou pri počítači.

Druhým extrémom je zaobstaranie drahej pracovnej stanice s veľkou pravdepodobnosťou nenávratnosti vloženej investície.

Pri navrhovaní HW zostavy pre pracovisko na tvorbu (D)TM mesta som vychádzal z minimálnych HW požiadaviek základného programového vybavenia – systému CAD.

MicroStation 95 si pre korektný chod vyžaduje počítač PC založený na procesoroch triedy Pentium a kompatibilných (zvykne sa uvádzať aj IBM kompatibilných), 16 MB RAM, vyše 100 MB voľného miesta na harddisku, monitor, klávesnicu a myš. Tento nárok je minimum – extrém, ktorý v dnešných časoch predstavuje skutočne krajné riešenie.

Nasledujúca konfigurácia patrí podľa môjho názoru k súčasnému štandardu pri nákupe nových PC, bez zbytočných nárokov na investície, no zároveň s možnosťou prevádzkovať na nej aj náročnejšie aplikácie, s perspektívou dobrej využiteľnosti aj o veľa rokov neskôr:

- SW ⇒ MicroStation SE + MGEO, príp. ďalšie nadstavby pre vektorizáciu rastrov (I/RAS B,C; Descartes), či spracovanie leteckých snímok
MS Windows 98 SE
- HW ⇒ procesor: Intel Pentium III/Celeron , alternatívne AMD K7 Duron 750 MHz
RAM: 128 MB SDRAM
HDD: 20 GB Ultra ATA/100, 7200 ot.
grafická karta: Riva TNT 2, 32 MB RAM, AGP
ostatné: CD ROM TEAC/TOSHIBA, floppy mechanika, sieťová karta
periférie: Win klávesnica, 3-tlačítková myš, 17" monitor
skener formátu A3 s rozlíšením 1200 dpi

Ako špeciálnu investíciu by som označil kúpu perového plotru formátu výsledných analógových kópií DTM, vzhľadom k vysokej cene, ktorá výrazne prevyšuje zaobstarávacie náklady na PC.

7. Záver

Geoinformačné systémy získavajú každým rokom na oblúbe a dôležitosti, prenikajú do čoraz menších správnych jednotiek – obcí, štruktúr menších firiem a pri veľkej predstavivosti si trúfam tvrdiť aj domácností, veď koniec koncov, ako som už v úvode tvrdil, mať poriadok vo svojich veciach (tak profesionálnych ako aj súkromných) je prirodzenou túžbou človeka. Možno už nepôjde o tak špecializovaný systém akým je GIS dnes, vývoj jednoznačne speje k zjednocovaniu a otvorenosti, a získa na tom predovšetkým používateľ. Každopádne, budú to práve užívateľsky prítulné informačné technológie, ktoré presadia (G)ISy ako životuľahčujúce nástroje modernej spoločnosti.

Som preto rád, že som touto prácou mohol aspoň sčasti objasniť niektoré prostriedky vedúce k lepšiemu poznaniu takej perspektívnej oblasti, akou GIS nepochybne sú. Práve počas študovania materiálov pre vypracovanie tejto práce som pochopil mnohé súvislosti a premietol si tak celú problematiku vo svetle, ktoré vo mne podnietilo hlbší záujem o poznanie ďalších súvislostí.

8. Zoznam použitej literatúry

- [1] TUČEK, J.: Geografické informační systémy, Computer Press, Praha, 1998.
- [2] SMUTNÝ, J.: Geografické informační systémy a jejich využití ve stavebnictví, CERM, Brno, 2000.
- [3] GEOInfo, dvojmesačník pre GIS a DPZ, 3/1999.
- [4] Sokol, Š., Bajtala, M.: Využitie geoúdajov pre tvorbu mestského informačného systému, Zborník referátov, SZG, Gabčíkovo, 2000.
- [5] Prospekty k produktu MGEO, geodetickej nadstavbe pre MicroStation, GISoft v.o.s., Opava.
- [6] Prednášky z predmetu geoinformatika, odbor GaK, Svf STU Bratislava, 1999.

Pod'akovanie

Za cenné pripomienky, ktoré prispeli k obsahovej správnosti a terminologickej čistote mojej práce, patrí moja vďaka p. Ing. Petrovi Černému a Ing. Janke Chalachanovej.