

CAD a GIS v grafickom prostredí MicroStation

Dušan Dugáček¹ a Erika Orlitová¹

CAD and GIS in the graphic environment of MicroStation

The article introduces the CAD and GIS systems and graphical environment MicroStation, as a software base. Some important systems moduls by Benley Corporation and complementary moduls created in MDL language at our department are described.

Key words: CAD, GIS, MicroStation, ODBC, MDL, vector data, raster data.

Úvod

V priebehu posledných desiatich rokov dochádza prirodzeným vývojom informačných technológií k ich rozširovaniu do všetkých odvetví ľudskej činnosti. Počítačové spracovanie informácií a ich grafické a textové vyjadrenie viedlo k vzniku a rozvoju špecializovanej softvérovej podpory. Nové programové vybavenie počítačov sa snaží vyhovieť čo najširšiemu okruhu používateľov, a tak sa aj pôvodne nedostupné a drahé grafické pracovné prostredia objavujú na bežných počítačoch. Hoci tento druh programového vybavenia patrí medzi zložité a na technickú podporu náročné produkty, ľudia a počítače na našich pracoviskách vyspeli natoľko, že ich vedia plným spôsobom využiť.

V dobe, keď sa začali objavovať prvé dostupné verzie CAD systémov na našom trhu, zvažovali sme možnosti voľby medzi niekoľkými vyspelými a navzájom si konkurujúcimi. Napokon voľba padla na grafické prostredie MicroStation, firmy *Intergraph Corporation*. Už v tom čase, keď sme sa pred niekoľkými rokmi stretli s jeho štvrtou verziou, ponúkala firma *Intergraph* komplexné GIS riešenia na platforme tohto svojho základného produktu. Aj keď je situácia, čo sa týka kvality a výkonnosti, na trhu CAD a GIS softvéru v dnešnej dobe veľmi vyrovnaná, zostáva MicroStation hlavným CAD pracovným prostredím pre mnohé firmy a inštitúcie.

Z hľadiska nášho pracovného zamerania podporuje riešenie úloh, odvíjajúcich sa do viacerých smerov. Je to oblasť environmentálnej geoinformatiky pri úlohách sledovania stavu životného prostredia v rámci projektov, na ktorých riešení sa podieľame, ale aj pri úlohách aplikovanej ložiskovej geológie, napr. prieskumu ložísk, kde nám je prospešná efektívna podpora v trojrozmernej grafike.

CAD a GIS

Pojem CAD

CAD je skratkou anglického Computer Aided Design, čo znamená počítačom podporované projektovanie. Jedná sa o programové produkty, využívané na projektovanie v rôznych oblastiach. Najčastejšie sú CAD systémy, nasadzované v strojárstve, architektúre, stavebníctve, elektrotechnike, pri správe dát, a pod.

V súvislosti s CAD sa často stretávame s pojmami CAM a CAE.

CAM (Computer Aided Manufacturing) je počítačom riadená výroba. Systémy známe ako CAD/CAM obsahujú nástroje pre konštrukčný návrh výrobku až po vygenerovanie kódu pre NC (Numeric Control) stroje.

CAE (Computer Aided Engineering) – obsahuje nástroje pre analýzu výrobku z hľadiska jeho zaťaženia, životnosti, výkonových parametrov, kritických miest, a pod. Systémy CAD/CAM/CAE obsahujú nástroje pre komplexný prístup k návrhu, analýze a výrobe. Podľa zamerania sa na rôzne oblasti sa CA systémy ďalej delia na:

CAPD – navrhovanie a správa potrubných celkov,

CAAD – CA systém zameraný na architektúru a stavebníctvo,

¹Ing. Dušan Dugáček a Ing. Erika Orlitová. Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG Technickej univerzity, 043 84 Košice, Park Komenského 15

(Recenzovali: Ing. Anton Ginč a Ing. Karol Havlice. Revidovaná verzia doručená 30.3.1998)

CACD – návrh obvodov v oblasti elektrotechniky,

CAC – počítačom podporovaná kartografia, a ďalšie špecializované CA systémy.

Všetky CA systémy sú založené na báze CAD, ktorý využíva prostriedky počítačovej grafiky. Pri projektovaní pomocou CAD nevzniká len zmes grafických prvkov, ale inteligentný návrh, pre ktorý sú charakteristické asociatívne väzby medzi jednotlivými grafickými objektami.

Na rozdiel od kresliacich programov, medzi ktoré môžeme zaradiť aj známy CorelDraw, majú CAD systémy vlastnosti :

- vytvárať asociatívne väzby medzi objektami, vrátane asociatívneho kótovania a šrafovania,
- vrstviť objekty do hladín, nastavovať atribúty pre objekty a hladiny,
- modelovanie v 3D (trojrozmernom priestore) s využitím rotačných plôch, NURBS plôch (B-spline) a 3D booleovských operácií,
- komfortné zobrazovanie – viac pohľadov na návrh, modifikovateľnosť týchto pohľadov, schopnosť skrývať neviditeľné hrany, rendering (tvorba plášťa trojrozmerného objektu), a pod.,
- existencia súradnicového systému a z toho vyplývajúca možnosť presného vykresľovania, merania dĺžok, plošných a objemových výpočtov,
- otvorenosť v oblasti knižníc buniek, šrafovacích vzorov a materiálových charakteristík,
- výstupy v grafickej aj textovej forme, napr. kusovníky,
- výmena dátových formátov s inými CAD systémami.

Nástroje, používané v CAD systémoch, využívajú vektorovú grafiku. To znamená, že každý objekt je definovaný typom a sekvenciou súradníc vrcholov prípadne matematickou funkciou. Ku každému objektu sa viažu atribútové informácie o jeho hladine, farbe, type a hrúbke čiary.

Súbory rastrových dát, ktoré sa získajú najčastejšie skenovaním už existujúcich výkresov, či máp sa v CAD systémoch používajú len ako podkladové súbory (napr. letecké snímky), alebo ako podklady pre následnú vektorizáciu.

Princípom rastrovej grafiky je rozdelenie celého podkladu na pravidelné základné jednotky, ktoré voláme pixely. Pixel má najčastejšie štvorcový tvar. Pre každý pixel sa do súboru ukladá jeho hodnota. Každý pixel obsahuje práve len jednu hodnotu. V prípade napr. čierneho-bieleho podkladu sa ukladajú pre každý pixel len hodnoty 1 alebo 0. Pre farebný podklad sa ukladá pre každý pixel číslo farby.

Jemnosť delenia podkladu na pixely sa udáva v jednotkách DPI (dot per inch, t.j. počet bodov na palec). Čím väčšie je toto číslo, tým je väčšia aj veľkosť súboru na disku, s čím súvisí aj predĺženie času pre niektoré, najmä výpočtové operácie so súborom. Rastrové dáta majú síce veľmi jednoduchú štruktúru, ale sú objemné a neumožňujú používať nástroje CAD systémov.

Softvér pre CAD

V oblasti CAD existuje veľké množstvo softvérových produktov a ich nastaviel. Odhaduje sa, že u nás sa ich používa okolo 50. Rôzne programy používajú a podporujú rôzne dátové formáty. Ucelený prehľad u nás používaných programov je uvedený v prílohe časopisu CAD 2/95. Univerzálnym prevodným formátom, ktorý podporuje takmer každý GIS, je formát DXF.

Medzi najpoužívanejšie platformy v oblasti CAD programov patria MicroStation – produkt americkej firmy *Bentley Systems* a AutoCAD produkt takisto americkej firmy *Autodesk*. MicroStation pracuje s vlastným formátom DGN, AutoCAD s vlastným formátom DWG. Pre oba tieto programy existujú rozšírenia a nadstavby, zamerané do konkrétnych špecializovaných oblastí. Podrobnejšie informácie je možné získať na týchto adresách: www.autodesk.cz a www.bentley.com.

Naše pracovisko si ako platformu zvolilo prostredie MicroStation, a to najmä z dôvodu veľmi zaujímavej cenovej politiky firmy Bentley voči školám a intenzívnejšej orientácie firmy do oblasti GIS.

Pojem GIS

GIS je skratka anglického Geographical Information Systems, čo znamená informačné systémy spravujúce georeferenčné dáta. Georeferenčnosť je väzba dát k určitému miestu na Zemi. Cieľom GIS je vhodným spôsobom pretransformovať objekty a javy, viažúce sa k Zemskému povrchu do digitálneho tvaru, aby mohli byť ďalej spracované a analyzované pomocou počítača.

Jedna z novších definícií uvádza pojem GIS ako organizované spojenie počítačového hardvéru, softvéru, geografických dát a osôb, vytvorené za účelom efektívneho získavania, ukladania, aktualizácie, manipulácie, analýzy a zobrazenia všetkých foriem geograficky lokalizovaných informácií (ArcDATA 1994).

Tradične sa georeferenčné dáta zaznamenávajú v grafickej podobe vo forme máp, ktoré na vyjadrenie reality používajú rôzne symboly, čiary a výplne rôznych farieb a typov. Použité symboly, čiary a výplne sú dané príslušnou normou, alebo predpisom a sú zobrazené v legende mapy. Priestorové umiestnenie zobrazenej oblasti je dané príslušnou kartografickou projekciou a súradnicovým systémom.

V prípade GIS sa na grafické zobrazenie reality tiež používajú mapy, ktoré sú ale uložené vo forme počítačových súborov a ich štruktúra je teda odlišná od klasických máp. Hlavnou a nespornou výhodou počítačových máp je ich variabilita, účelovosť a rýchla aktualizácia.

Pretože georeferenčné dáta zaznamenávame pomocou grafických objektov, používa sa v tejto oblasti pojem geografické dáta.

Vlastnosti GIS

Základnou vlastnosťou GIS dát je topológia. Pod týmto pojmom rozumieme definovanie priestorových vzťahov príslušnosti, nadväznosti a susedstva medzi objektami. Príslušnosť je vyjadrením vzťahu objektu k väčšiemu celku, nadväznosť je vzťah vyjadrujúci prepojenie objektov, napr. u cestnej siete a susednosť vyjadruje väzbu s okolitými objektami, napr. u parciel. Topológia sa dá definovať len pomocou vektorových dát.

Digitálne mapy v GIS používajú len tri základné grafické typy zobrazenia objektov, a to bod, línia a plocha.

GIS pracuje s dvomi typmi dát. Digitálne mapy a snímky sa v prostredí GIS označujú ako *grafické dáta*. Druhým typom dát, s ktorými pracujú GIS sú dáta *atribútové*, čiže popisné, ako napr. prietok rieky, druh pôdy, vlastník a veľkosť parcely. Tieto dáta sú uložené v databázových tabuľkách. Geografické dáta majú nasledovné štyri charakteristiky:

- poloha - geografické umiestnenie v priestore dané súradnicami,
- popis - atribútové dáta,
- topológia, poradie - priestorové vzťahy medzi objektami,
- čas - vo vzťahu k aktuálnosti a platnosti dát.

Dáta v GIS

Ako je spomenuté vyššie, GIS pracuje s grafickými a atribútovými dátami. V oblasti grafických dát sú dnešné GIS systémy schopné pracovať s vektorovými aj rastrovými dátami. Nástroje na analýzu dát sa ale líšia. U vektorových dát sa analýza zakladá na topologických vzťahoch medzi objektami a u rastrových je analýza založená na booleovských operáciách medzi jednotlivými rastrovými hladinami. V praxi majú najväčšie využitie GIS, založené na vektorovej grafike, kde sa rastrové súbory používajú len ako podkladové snímky, prípadne existuje doplňujúca nadstavba umožňujúca ich analýzu. Rastrové súbory GIS vznikajú skenovaním existujúcich máp, alebo sú to digitálne letecké snímky, či zábery z družíc z diaľkového prieskumu Zeme. Vektorové súbory GIS vznikajú priamo vykreslením mapy, digitalizáciou pomocou digitalizačného tabletu, alebo vektorizáciou naskenovaných máp.

Atribútové dáta sú uložené oddelene od grafických dát, a to v databázových tabuľkách, najčastejšie s relačnou väzbou. GIS zabezpečuje prepojenie databázy grafických dát a databázy atribútových dát, ktoré sa zvyknú označovať spoločným názvom *priestorová databáza*. Prepojenie je zabezpečené pomocou jednoznačne definovaných identifikátorov, ktoré sú súčasťou grafickej aj atribútovej zložky každého objektu.

Základné typy analýzy dát v GIS

- Vyhľadanie a zobrazenie popisných údajov, ktoré sa vzťahujú k vyznačenému miestu digitálnej mapy. Napr. ak ukážeme na parcelu, zobrazia sa údaje z pripojených záznamov, ako sú vlastník parcely, rozloha, typ pôdy, jej využitie, atď.
- Vyhľadanie a zvýraznenie všetkých objektov digitálnej mapy, ktoré vyhovujú zadaným podmienkam. Systém dokáže napr. vyhľadať a ukázať miesta na rieke, kde namerané hodnoty obsahov dusičnanov prekročili stanovenú hodnotu, alebo dokáže vyhľadať všetky parcely, ktoré sú vo vzdialenosti do 1 km od obce s pôdou vhodnou na výstavbu, atď.
- Sledovanie zmien v danej oblasti v závislosti na čase. Napr. ako sa mení kvalita vody v rieke v sledovanom období, t.j. ako sa menia koncentrácie znečisťujúcich látok, atď.
- Sieťové analýzy, ako napr. nájdenie najkratšej možnej cesty, optimalizácia prepravných nákladov, atď.

- Predpovede, teda napr. akú veľkú plochu lesa bude nutné vyrúbať, ak by sa plánovaná cesta postavila vo vzdialenosti 400 m od obce, atď.

Softvérové produkty pre GIS

Rovnako ako u CAD systémov, aj v oblasti GIS existuje veľké množstvo rôznych softvérových produktov. Najvýznamnejšiu časť svetového trhu ovládli americké firmy *ESRI*, *Intergraph Corporation* a *Bentley Systems*. Medzi najčastejšie používané produkty patria *ArcInfo* a *ArcView* (*ESRI*), *MGE* (*Intergraph Corporation*) a *MapInfo* (*MapInfo Corporation*). Vo všeobecnosti je možné povedať, že produkty *ESRI* sa používajú hlavne v oblasti monitorovania a ochrany životného prostredia a produkty *Bentley* a *Intergraph* v technickejšie orientovaných oblastiach. Produkty *MapInfo* sú používané pri demografických analýzach a v oblasti obchodného manažmentu.

Vzájomný vzťah CAD a GIS

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že CAD sa v GIS využíva ako grafický systém pre tvorbu máp a ich editovanie. CAD je veľmi otvorený systém, s minimálnymi obmedzeniami, čo sa týka geometrie objektov, a preto model ukladania dát je odlišný od GIS modelu. Vložiť do CAD výkresu topológiu, ktorá je základom pre GIS, znamená prakticky prekresliť, resp. predefinovať všetky objekty. CAD sa používa v GIS ako interaktívne grafické prostredie, jeho nástroje a možnosti sú však koordinované nadradeným GIS modulom.

Grafické prostredie MicroStation

Pôvodné autorstvo grafického prostredia patrí firme *Bentley*, ktorá ho s podporou firmy *Intergraph Corporation* presadila ako jeden z kvalitných a výkonných CAD produktov v prostredí operačných systémov OS2 a UNIX. So vzrastom výkonu počítačov kategórie PC (Personal Computer) boli v poslednom desaťročí vytvorené podmienky pre jeho prechod pod operačné systémy MS-DOS a Windows. Takto sa *MicroStation* dostal aj na trh softvéru bežných počítačov, čo znamenalo jeho rýchle rozšírenie do množstva odvetví vedy, techniky a riadenia spoločnosti. Najčastejšie je možné jeho inštalácie nájsť nad operačným systémom Windows95 a WindowsNT.

Keďže celá táto oblasť sa búrlivo rozvíja a na trhu CAD produktov pôsobí viacero silných tvorcov, nevyhli sa zmenám ani pôvodné vzťahy medzi oboma firmami. Došlo k ich rozdeleniu a následnému nezávislému vývoju ďalšej podpory a nadstavieb pre *MicroStation* tak u *Intergraph Corporation* ako aj u *Bentley Systems*. Obe firmy v súčasnej dobe ponúkajú vlastné riešenia, zachovávajúc pôvodnú kompatibilitu v prenose grafických údajov medzi svojimi produktami.

Mali sme možnosť pracovať s prostredím *MicroStation* od firmy *Intergraph* vo verzii 4.0.3, neskôr vo verzii 5.0 pod operačným systémom MS-DOS. V poslednej dobe sme skúšali verziu 5.0 pre WindowsNT a popri tom nakoniec *MicroStation95* od firmy *Bentley Systems*. Z uvedených verzií je najmladšia práve verzia *MicroStation95*, ktorá má oproti svojmu predchodcovi od firmy *Intergraph* celú radu zlepšení (manažment rastrových grafických údajov, konektivita na databázy prostredníctvom ODBC, ergonomickjšie ovládanie funkcií, atď.).

Nasledujúci popis problematiky sa odvíja práve od tejto poslednej dostupnej verzie produktu.

MicroStation 95

Patrí medzi najznámejšie a najrozšírenejšie CAD systémy. Predstavuje jadro celej jednej aplikačnej sústavy počítačového spracovávanie grafických informácií. Keďže sa v dnešnej dobe okrem kreslenia v rámci projektu vyžaduje aj prepojenie na negrafické zdroje informácií (databázy), stáva sa z neho aj podporný prostriedok pre GIS.

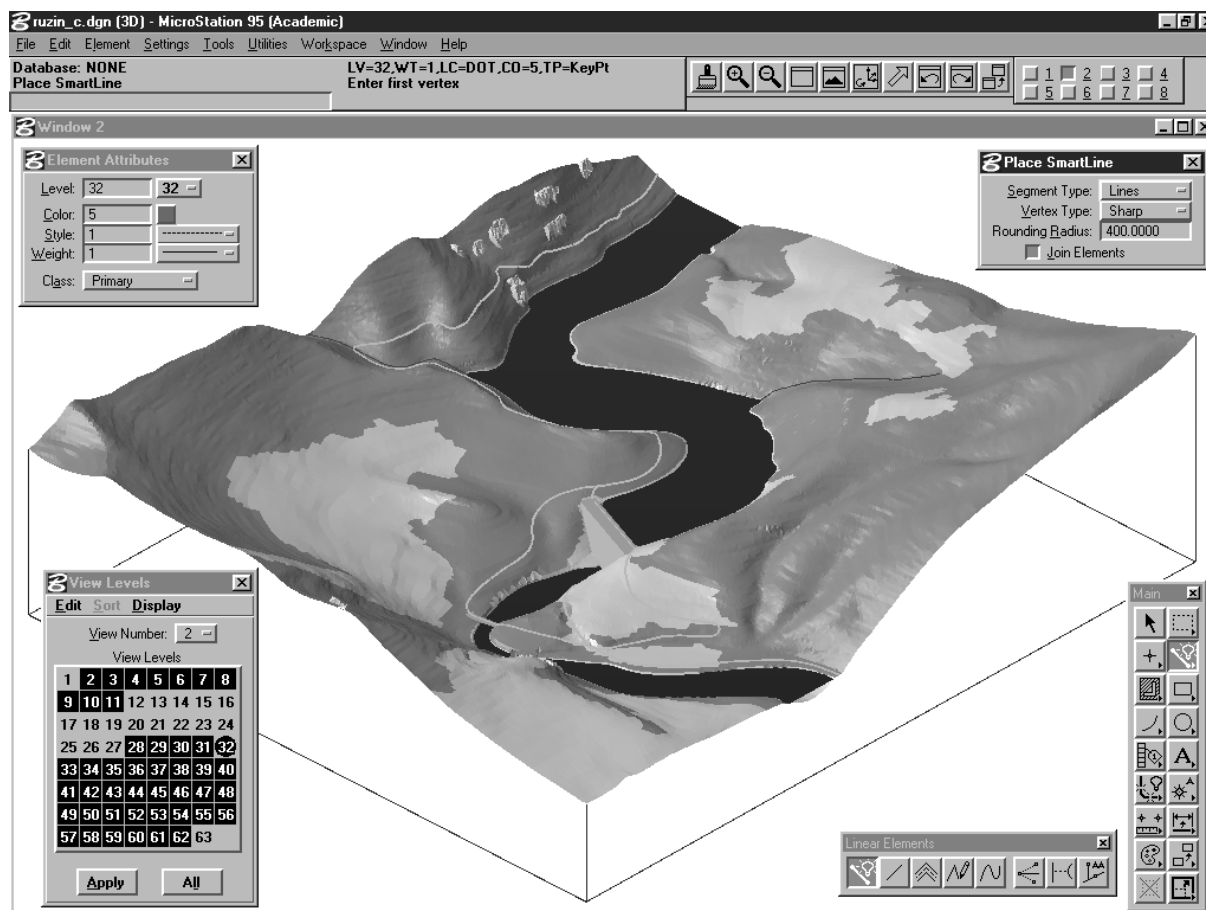
Používa sa v celom rade priemyselných odvetví, vedných odborov a využíva sa pri riešení celého radu civilných úloh. V špecializovanej podobe sa uplatňuje pri monitorovaní, prevádzke a údržbe technologických prevádzok či inžinierskych sietí väčších firiem. Uplatňuje sa aj v informačných systémoch mestských správ a úradov.

Pre jeho úspešné zavedenie však musí byť splnených niekoľko základných podmienok. Najskôr je to jasne zadefinovaná úloha, ktorú má plniť. Je zrejmé, že iné požiadavky má samostatný projektant-strojár a iné napr. správca mestského obvodu. Od toho sa odvíjajú požiadavky na finančné náklady, a to pre technické zabezpečenie (optimálne vybavenie počítača), programové zabezpečenie (prípadné nadstavby) a zabezpečenie vstupných údajov. Vstupné údaje sú grafického charakteru

(napr. digitálne mapové podklady) a negrafického charakteru (databáza údajov). Práve zabezpečovanie vstupných údajov sa javí ako najnákladnejšia časť celého CAD/GIS pracoviska.

Otvorenosť prostredia MicroStation95 je významná vo viacerých zmysloch:

- Dá sa z hľadiska spôsobu ovládania veľmi pružne prispôbiť ľubovoľnému typu používateľa.
- Prispôbenie ovládania je automatizovateľné zavedením vhodnej nadstavby.
- Podporuje štandardné formáty pre vstupné (import) a výstupné (export) údaje.
- Pomocou tvorby používateľských príkazov (UCM), jazyka MicroStation BASIC, či silnou podporou programátora (MDL, MicroStation Development Language) je možné prostredie doplniť a dobudovať o funkcie, ktorými pôvodne nedisponuje. Takto vznikajú aj všetky nadstavby.
- Je otvorené aj vo vzťahu k nosnému operačnému systému. Napr. prepojenie na ODBC pre prístup k rôznym databázam, ktoré sú pre MicroStation externým zdrojom negrafických informácií.



Obr. 1. Pohľad do pracovného prostredia MicroStation. Priestorový model priehrady Ružín pri Košiciach.

Podrobnejší popis pracovného prostredia presahuje rámec tohto článku, takže stručne by sa dali uviesť aspoň niektoré základné vlastnosti:

- Ovládanie je charakteristicky podobné Windows: dialogové okná, roletové menu, interaktívna komunikácia, funkcie kreslenia volané z palet nástrojov.
- Grafické údaje sú vytvárané pre použitie v 2D alebo 3D priestore. Vzniká súbor, ktorý obsahuje akoby „databázu“ definujúcu jednotlivé vektorové grafické objekty, ich informačné štruktúry a celý rad systémových atribútov a parametrov, ktoré sa týkajú aktuálneho výkresu.
- Podporuje import už hotových vektorových grafických údajov: DWG/DXF, IGES, CGM, GRD, ako aj rôzne formáty rastrových grafických údajov: JPEG, GIF, TIFF, PCX, TGA, BMP, atď.
- V rámci exportu ponúka výstup do DWG/DXF, IGES, CGM a GRD, ako aj špeciálne tvary, napr. RIB, ako štandard pre potreby priestorového modelovania.
- Prostredie poskytuje jeden až osem pohľadov (okien) do aktuálneho výkresu (View 1 až View 8).
- V aktuálnom výkrese je možné grafické prvky ukladať do niektorej zo 63 vrstiev.
- Pre kreslenie ponúka výber z palety 255 farieb, 8 základných typov čiar, 32 hrúbok čiar. Ponúkaný výber si je možné používateľsky prispôbovať (definovať vlastné farby, vlastné typy čiar...).

- Popisovanie textami je podporované vlastnými vektorovými typmi písma (fontov). Je možné fonty importovať alebo vytvoriť si svoje vlastné.
 - K aktuálnemu výkresu je možné otvoriť (zviditeľniť) ďalšie iné grafické podklady:
 - Vektorové referenčné výkresy až do počtu 255. Spôsob zviditeľnenia každého z nich je samostatne nastaviteľný.
 - Rastrové referenčné výkresy až do počtu 255. Spôsob zviditeľnenia každého z nich je tiež samostatne nastaviteľný.
 - Vďaka týmto možnostiam je možné vizualizovať aj veľmi mohutné zostavy grafických údajov a efektívne sa v nich orientovať.
 - Tvorba vlastných knižníc grafických objektov, napr. knižnice špeciálnych symbolov, knižnice textúr, knižnice technologických komponentov, atď., čím sa automatizuje opakované kreslenie.
 - Ponúka rozsiahlu skupinu kresliacich nástrojov: čiary, polygóny, kružnice, elipsy, oblúky, krivky, mnohásobné čiary, vyplňovanie šrafovaním alebo vektorovými textúrami podľa vlastného návrhu, atď.
 - K dispozícii sú nástroje pre editovanie vektorových objektov: zoskupovanie do komplexných celkov, rozbíjanie komplexných celkov, duplikovanie objektov, zmena mierky, otáčanie, presúvanie a rad ďalších.
 - Model vytvorený v 3D priestore je možné vizualizovať funkciou *Rendering* a získať tak fotorealistický obraz návrhu.
 - Ponúka pripojenie na rôzne databázy, vrátane podpory spojenia cez ODBC.
 - Umožňuje napojenie na digitalizačný tablet a tak slúži ako vektorizačné zariadenie.
 - Poskytuje možnosť tlače na tlačiarňami inštalovanými v nosnom operačnom systéme. Ovláda výstup na veľkoformátové rastrové plotrovacie zariadenia.
- Na obrázku č.1 je uvedený pohľad do pracovného prostredia MicroStation a obrázok č.2 naznačuje vzťah prostredia s prídavnými aplikáciami (nadstavbami).

Systemové nadstavby pre MicroStation

MicroStation, či už vo verzii firmy *Intergraph Corporation* alebo *Bentley Systems*, ako už bolo uvedené, predstavuje základný „modul“, teda jadro celej CAD grafiky. Zahŕňa veľké množstvo funkcií pre prácu s grafickými aj negrafickými údajmi. Tieto funkcie však nezohľadňujú špecifiká rôznych odborov vedy, či aplikovanej techniky. Existujú prirodzené rozdiely v požiadavkách na návrh karosérie nového automobilu, projektovanie novostavby alebo prieskumného vrtu do hĺbok zeme. Preto má základná verzia MicroStation len všeobecné uplatnenie a jeho skutočne efektívne využitie sa dosahuje až po doplnení vhodnou nadstavbou.

Nadstavby sa inštalujú ako samostatné programové vybavenie. Ich konečná väzba s prostredím je veľmi tesná, pretože priamo využívajú funkcionality grafického jadra. Spôsobom ovládania (obsluha dialógových okien, paliet nástrojov...) hladko zapadajú do prostredia, čo uľahčuje zvládnutie ich obsluhy. Aby zohľadnili požiadavky jednotlivých druhov používateľov, vznikali a vznikajú v tesnej spolupráci s nimi. Jediným obmedzením bývajú rozdiely v platných normách a štandardoch jednotlivých krajín, čo spôsobuje potrebu ich prispôbenia lokálnym podmienkam. Druhu nadstavby závisí aj na platforme operačného systému - niektoré nadstavby sú dostupné napr. len pre UNIX.

Pre zaujímavosť je možné povšimnúť si ponúkané rozpätie nadstavieb a rozšírení pre MicroStation od *Bentley Systems*:

Samostatná podpora je venovaná oblasti geoinžinierstva. Tu sú ponúkané nadstavby *GeoGraphics*, *Descartes*, *GeoExchange*, *GeoCoordinator*, *GeoTerrain* a ďalšie.

Stavebníctvo a architektúra sú podporované nadstavbami *MicroStation TriForma*, *Power-Architect*, *MicroStation TriForma for Landscape* a ďalšími.

Strojárske projektovanie je posilnené nadstavbami *MicroStation Modeler*, *COSMOS/M DESIGNER II*, atď.

Ďalšou zvlášť podporovanou oblasťou je priemyselné inžinierstvo. K dispozícii sú napr. *PlantSpace 3D Core*, *PlantSpace Piping*, *PlantSpace Equipment*, *PlantSpace Enterprise Navigator* a iné.

Svoju podporu majú aj rôzne „civilné“ úlohy, napr. potreby štátnej správy. Tu môže pomáhať *GEOPACK Survey*, *GEOPACK Bridge*, *GEOPACK Site*, alebo iné zo série *GEOPACK*.

Medzi tzv. základné produkty patrí pri menších nárokoch na kreslenie aj *MicroStation PowerDraft*. Pri potrebe organizovať a riadiť prácu nad zložitejšími projektami pomáha *MicroStation TeamMate*. Na zverejňovanie prístupu ku grafickým údajom prostredníctvom Internetu môže slúžiť *ModelServer Publisher*.

Je prirodzené, že voľbe vhodnej nadstavby musí predchádzať zrelá úvaha o skutočných potrebách používateľa a porovnanie požiadavok s možnosťami, ktoré perspektívna nadstavba

poskytuje. V mnohých ohľadoch bývajú aj nadstavy vytvorené ako otvorené produkty, ktoré je možno doplniť ďalšími potrebnými zdrojmi (knihnice grafických objektov podľa želania zákazníka, a pod).

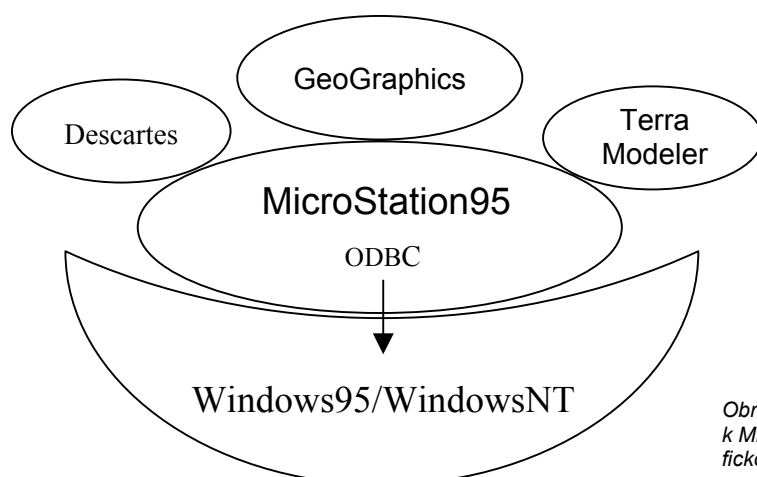
Dôležité je aj technické riešenie počítača, na ktorom má byť softvér prevádzkovaný. Vo vzťahu k vážnosti problematiky (napr. spravovanie katastrálneho GIS) alebo jej robustnosti (napr. spracovávanie mapových družicových snímok), by mal byť zvolený spoľahlivý a dobre dimenzovaný (rýchly a výkonný) počítač. Pre prenos a spracovávanie údajov môže hrať dôležitú rolu skenovací alebo plotovací zariadenie, či veľkokapacitný výmenný disk (pamäťové médium).

Ako je zrejmé, vytvorenie špecializovaného grafického pracoviska môže byť finančne dosť nákladná záležitosť. Náklady na zakúpenie nadstavieb sa navrhujú na základnú cenu produktu MicroStation. Nemožno zabudnúť ani na náklady na operačný systém počítača a programové produkty, ktoré nejakým spôsobom súvisia s využívaním grafického prostredia. Sem patria napr. databázy. Medzi najrozšírenejšie a relatívne ľahko zvládnuteľné patrí *Microsoft Access*. Náročnejší používatelia si možno vyberú niektorú z relačných databáz, napr. *Oracle*.

S prevádzkovaním zložitých programových prostriedkov súvisí aj kvalifikácia pracovníkov. Dobre zorientovaný, znalý a zručný pracovník potrebuje prax, a to chce svoj čas.

Na našom pracovisku sme sa mali možnosť prakticky oboznámiť s kolekciou *GeoSuit* od firmy *Bentley Systems* a vyskúšali sme si jej programy pri riešení našich úloh. Súčasťou tejto kolekcie bolo:

MicroStation95 – verzia pre použitie vo Windows95/WindowsNT,
 MicroStation GeoGraphics – GIS nadstavba pre MicroStation,
 MicroStation Decartes – editor rastrových podkladov,
 Terra Modeler – modelovanie povrchov a ich analýzy.



Obr. 2. Špecializované nadstavy vo vzťahu k MicroStation 95. Sú použiteľné len v jeho grafickom prostredí.

MicroStation 95

Stručný popis tejto základnej časti CAD systému bol uvedený vyššie. Služi ako prevádzkujúce prostredie pre tri nasledujúce nadstavy.

MicroStation GeoGraphics

Keďže MicroStation predstavuje dnes jeden z hlavných štandardov pre tvorbu, manažment a manipuláciu s grafickými údajmi, aj táto nadstavba podporuje otvorenosť v prenose a zdieľaní údajov medzi rôznymi platformami a profesionálnymi špecializáciami. GIS za podpory *GeoGraphics* umožňuje realizovať priestorovo orientované analýzy pri tvorbe závažných rozhodnutí (riadenie priemyselných prevádzok...), pri plánovaní (výstavba miest a obcí, inžinierske siete...) či riešení rôznych problémov (katastrofy v životnom prostredí, vyhľadávanie priestorovo definovaných informácií, a pod.). Kombinuje priestorové (grafické) a negrafické (databázové) atribúty a prostredníctvom vlastných funkcií ponúka možnosť ich inteligentného skúmania a analýzy.

Disponuje celou radou vlastností, ktoré sú charakteristické pre moderný výkonný produkt:

- Plne integrovaný CAD/GIS, zoskupujúci jednak množstvo špecializovaných funkcií pre správcov grafických a negrafických údajov, ako aj funkcií pre vývojárov ďalšieho možného rozširovania aplikácie.

- Poskytuje možnosti profesionálneho triedenia, správy a analýzy údajov za podpory prístupu do viacerých štandardných negrafických databáz. Medzi ne patria DBASE, FoxPro, Oracle, Informix, RIS a rozhranie ODBC. Vďaka rozhraniu ODBC je zabezpečená konektivita na každý typ databázy, pre ktorú má používateľ príslušnú ODBC podporu v prostredí Windows95/WindowsNT.
- Poskytuje aplikácia možnosti úprav prostredia na mieru podľa potrieb používateľa, keďže každý geoinformačný projekt je svojim spôsobom špecifický.
- Štrukturovanie atribútov vo vzťahu ku grafickým a negrafickým údajom je tzv. „feature-based“, čím sú vďaka štrukturovaníu tabuliek databáz prekonávané obmedzenia „klasického“ členenia údajov podľa vrstiev (pozri popis základného prostredia MicroStation), čoho sa dosahuje hierarchickým členením štruktúry atribútov. Tým sa manažment zobrazovania obsahu projektu a jeho analýza stáva príjemne intuitívnym a prehľadným, nezávisle od zložitosti projektu.
- Manažment máp je organizovaný tak, aby nezaťažoval používateľa potrebami poznať fyzické usporiadanie súborov v knižnici mapových podkladov. Pomocou generalizovanej tzv. kľúčovej mapy a priestorového indexovania máp sa používateľ ľahko dostáva k požadovaným podkladom. *GeoGraphics* môže byť používaný v súčinnosti s nadstavbou *MicroStation TeamMate*, ktorá poskytuje manažment viacúčitateľského prístupu k dokumentácii projektov a zabezpečuje ich pred nepovolánym prístupom.
- Disponuje funkciami na interaktívne odstraňovanie geometrických nepresností grafických údajov (nežiaduce medzery medzi čiarami, duplikáty, presahy a prekríženia čiar,...), ktoré umožňujú lokalizovať ich a automaticky opravovať na základe používateľom definovaných kritérií.
- Do projektov je možné importovať grafické údaje rôznych formátov, medzi ktoré patrí napr. IGES, DXF, DWG či CGM.
- Interaktívny prístup k obsahu systémovej databázy projektu (Query Builder) umožňuje efektívne skúmať vzťahy medzi atribútmi grafických objektov a ich grafickou interpretáciou v mapách. Tie sú uložené v špeciálnych tabuľkách databázy projektu.
- SQL manažer poskytuje pomocou štandardnej metódy (SQL príkazy) výsledky analýz obsahu tabuliek používateľských údajov.
- Operácie nad vzájomnými vzťahmi medzi grafickými objektami, napr. priesečník polygónov alebo zjednotenie polygónov umožňujú používateľovi skúmať vzťahy medzi vrstvami údajov. Toto skúmanie topologických vzťahov prebieha tzv. okamžitým spôsobom. Funkcie priestorovej analýzy generujú virtuálne topologické vrstvy, ktoré sú ďalej skúmateľné (prienik, rozdiel, zjednotenie...) aj pomocou filtrovania štandardnými SQL kritériami.
- Aplikácia poskytuje prístup aj k rastrovým obrazovým podkladom, ako k doplnkovej vizuálnej informácii v podobe priestorových fotografií, satelitných snímok, či naskenovaných obrazov. Zobrazuje čierne-biele alebo 256 farebné rastrové podklady vo formátoch TIFF, CIT a COT.
- Pracovné prostredie je možné doplniť o funkcie vyvolávané makro-príkazmi v internom jazyku MicroStation BASIC. Ďalšou inou možnosťou je prístup ku kompletnej knižnici funkcií MDL (MicroStation Development Language), ktorá umožňuje programátorom, znalým jazyka C, rozšíriť MicroStation o ďalšie schopnosti a vlastnosti.

Hore uvedený popis ani zďaleka nevyčerpáva bohatosť a pestrosť vlastností, ktorými *GeoGraphics* rozširuje grafické prostredie MicroStation. Z praktického hľadiska je podstatné, že umožňuje profesionálnym, dobre organizovaným spôsobom založiť, viesť a udržiavať GIS projekt a účinne riešiť úlohy spravovania a analýzy priestorovo definovaných údajov a ich popisu.

MicroStation Descartes

Nadstavba vznikla ako editor pre rastrové grafické podklady. Rozširuje prostredie MicroStation o efektívny spôsob zobrazovania, editácie, transformácie, zlepšovania (kontrast, jas,...), strihania, georeferencovania (warping) a plotovania údajov v rastrovom formáte.

Medzi jeho základné črty patrí:

- efektívny spôsob vizualizácie rastrov (interný formát HMR),
- spracovanie 1-bitových (čierno-bielych), 4-bitových (16-farebných) a 8-bitových (256 farebných) formátov údajov,
- nastavovanie jasů a kontrastu,
- manažment zobrazovania rastrov využívajúci všetkých 8 pracovných pohľadov (Views) v prostredí MicroStation,
- manažment neobmedzeného množstva rastrových súborov,
- možnosti tlače (plotovanie) lokálne alebo po sieti,

- operácie s obsahom rastrov – strihanie, odoberanie a pridávanie,
- modifikácie rastrov – presun, zmena mierky, pootočenie, zrkadlenie, a iné,
- funkcie pre čistenie a homogenizáciu obsahu rastrov – odstraňovanie „šumu“, vyplňanie otvorov, vyhladzovanie čiar, atď.,
- kreslenie rastrového obsahu – použitie štetcov, vymazávanie,
- filtrovanie farieb pre zvolené odtiene či oblasti,
- georeferencovanie, t.j. definovanie súradníc pre umiestnenie rastra vo vektorovom prostredí (warping), a ďalšie iné.

Nadstavba je priamou podporou pre prípravu rastrových grafických údajov pre GIS projekty, budované prostredníctvom *MicroStation GeoGraphics*.

Terra Modeler

Nadstavba je samostatným produktom firmy *Terrasolid Ltd.* a do zostavy *GeoSuit* od firmy *Bentley Systems* sa dostala bezosporu vďaka svojim kvalitám a výkonnosti. Jej úlohou je doplniť prostredie *MicroStation* o funkcie, automatizujúce tvorbu povrchových modelov a ich analýzu. Ponúka priamu podporu pre rôzne druhy pozemných prác, a keďže môže aktívne manažovať až 12 povrchov naraz, poskytuje aj prestorovú analýzu pre podzemné diela.

Spomeňme aspoň niekoľko jej základných čŕt:

- Generuje triangulované (TIN, Triangulated Irregular Network) priestorové útvary buď z údajov získaných geodetickým meraním, alebo odvodených z prostredia grafického podkladu či importom z XYZ textového súboru.
- Generuje izolíniové diagramy, čím poskytuje možnosť grafického zobrazovania napr. teplotných pomerov v priestore, intenzity hluku v mestskej zástavbe, alebo priestorovú kontamináciu spôsobenú znečistením, a pod.
- Umožňuje zobrazenie trojakým spôsobom:
 - v podobe priestorového triangulovaného plášťa,
 - v podobe izolínií,
 - v podobe pravidelnej siete s definovanou hustotou (grid).
- Umožňuje gradovať farebný vzhľad povrchu podľa jeho elevácie.
- Umožňuje interaktívne editovanie, napr. vloženie bodu do siete modelu, zrušenie bodu v sieti modelu, vyhladzovanie povrchu podľa definovanie elevácie, tvarovanie povrchu presunom jeho bodov, vytváranie otvorov v povrchu, atď.
- Meria a generuje svahovanie terénu.
- Poskytuje funkcie na ručné kreslenie po povrchu modelu alebo automatické kladenie grafických objektov na povrch modelu (napr. zatrávnenie parku, zalesnenie záhrady).
- Prepočítava objemové údaje medzi definovanými povrchmi, čo je praktické v prípade plánovania výkopových prác alebo ťažby hornín.
- Vykresľuje priestorové profily (rezy) vytvorených povrchov.

Z popisu je zrejmé, že sa jedná o funkčne samostatnú a veľmi praktickú aplikáciu, ktorá môže svojimi funkciami a nástrojmi podporiť analytické možnosti projektov CAD a GIS.

Doplnkové aplikácie pre MicroStation

V predchádzajúcej časti boli popísané niektoré štandardné nadstavby. Jedná sa o pomerne zložité a komplexné produkty, ktorých plné zvládnutie vyžaduje nemálo času a energie. Pre jednoduchého, laického používateľa sú však priveľmi zložité. V našich pracovných podmienkach (Katedra geológie a mineralógie) a vo výučbe sa často ukazuje potrebné hľadať čo najjednoduchšie riešenie, ktoré by plne uspokojilo praktické požiadavky pre automatizáciu manažmentu, či už grafických alebo negrafických údajov.

Preto postupne vznikli programovaním menšie, domáce špecializované nadstavby. Medzi ne patria:

Tectonogram

Tvorba špecializovaného GIS pre účely skúmania ložísk prostredníctvom štruktúrnej geológie. Komplexná aplikácia zabezpečujúca tvorbu tektonogramov, nástroje pre tvorbu GIS projektov a prehľadný manažment grafických aj negrafických údajov.

Raster Manager

Jednoduchý a prehľadný manažment základného mapového diela v rastrovom tvare. Pracuje v rámci JTSK súradníc. Umožňuje ovládanie prístupu pre klad listov v mierkach 1:10 000 až 1:200 000. Poskytuje prístup k piatim tematickým vrstvám: polohopis, výškopis, vodstvo, popis a porasty.

Vector Manager

Jednoduchý a prehľadný manažment základného mapového diela vo vektorovom tvare. Pracuje v rámci JTSK súradníc. Umožňuje ovládanie prístupu pre klad listov v mierkach 1:10 000 - 1:200 000. Poskytuje prístup k piatim tematickým vrstvám: polohopis, výškopis, vodstvo, popis a dodatky.

DBMan

Malý databázový manažer pre tvorbu GIS. Umožňuje jednoduché a pohodlné viazanie grafických a negrafických údajov na vektorové objekty prostredia *MicroStation*.

DataPort

Ponúka nástroje pre ručnú parametrickú vektorizáciu (kreslenie) a export grafických údajov do tvaru textu. Body, ktorými sú definované čiarové objekty, sú v textovom súbore vyjadrené XYZ súradnicami. Môže slúžiť ako predprocesor údajov pre import do aplikácie *Terra Modeler*.

MicroDraw

Špecializovaná nadstavba pre automatizáciu projektovania a kreslenia. Umožňuje:

- automatické kreslenie symbolov, bodov či textov podľa súradníc načítaných z textového súboru,
- automatické kreslenie čiarových objektov (čiary, mnohoúhelníky) podľa súradníc načítaných z textového súboru,
- automatické kreslenie obrysov (rámcov) a popisov súradnicových polí pre potreby tvorby mapových podkladov,
- presný vstup pre zadávanie súradníc v JTSK.

Aplikácie boli „ušíte na mieru“ podľa požiadaviek programovaním v MDL (MicroStation Development Language). Vznikli pri riešení našich potrieb v rámci výučby alebo pri riešení výskumných projektov.

Záver

Tento príspevok sa venuje problematike CAD a GIS v prostredí MicroStation. Podáva základné informácie a vyjadruje sa k cestám ďalšieho vývoja a uplatnenia. Keďže sme mali možnosť hlbšie poznať grafické prostredie MicroStation, rozhodli sme sa podeliť o svoje skúsenosti s inými používateľmi. Tým záujemcom, ktorý sa s problematikou CAD a GIS začínajú práve oboznamovať, môžu naše informácie pomôcť v orientácii a rozhodovaní.

Literatúra

- Bernhardsen, T.: Geographical Information Systems. *Norway, Arendal, Viak IT., 1992.*
Fikar, P.: CAD a GIS – majú vôbec niečo spoločného? *CAD, 3, 1994, s. 17-24.*
McDonnell, R. & Kemp, K.: International GIS Dictionary. *Cambridge, Pearson Professional, 1995.*
Orlitová, E.: Úvod do Geografických informačných systémov. *Košice, ICV TU, 1996.*
Príloha CAD+, *CAD, 2, 1995, s. 16-30.*
Tomlin, C.D.: Geographic Information Systems and Cartographic Modeling. *Englewood Cliffs, PRENTICE HALL, 1991.*
Voženílek, V.: Digitální data v informačních systémech. *Vyškov, Atrim s.r.o., 1996.*

V priebehu poslednej desiatky rokov dochádza prirodzeným vývojom informačných technológií k ich rozširovaniu do všetkých odvetví ľudskej činnosti. Počítačové spracovanie informácií a ich grafické a textové vyjadrenie viedlo k vzniku a rozvoju špecializovanej softvérovej podpory. Nové programové vybavenie počítačov sa snaží vyhovieť čo najširšiemu okruhu používateľov, a tak aj pôvodne nedostupné a drahé grafické pracovné prostredia sa objavujú aj na bežných počítačoch. Hoci tento druh programového vybavenia patrí medzi zložité a na technickú podporu náročné produkty, počítače na našich pracoviskách vyspeli natoľko, že ich vedia plným spôsobom využiť.

V dobe, keď sa začali objavovať prvé dostupné verzie CAD systémov na našom trhu, zvažovali sme možnosti voľby medzi niekoľkými navzájom si konkurujúcimi a vyspelými z nich. Napokon voľba padla na grafické prostredie MicroStation od firmy *Intergraph Corporation*. Už v tom čase, keď sme sa pred niekoľkými rokmi stretli s jeho štvrtou verziou, ponúkala firma *Intergraph* komplexné GIS riešenia na platforme tohto svojho základného produktu. Aj keď je situácia, čo sa týka kvality a výkonnosti, na trhu CAD a GIS softvéru v dnešnej dobe veľmi vyrovnaná, zostáva MicroStation hlavným CAD pracovným prostredím pre mnohé firmy a inštitúcie.

Z hľadiska nášho pracovného zamerania podporuje riešenie úloh odvíjajúcich sa do viacerých smerov. Je to v oblasti environmentálnej geoinformatiky pri úlohách sledovania stavu životného prostredia v rámci projektov, na ktorých riešení sa podieľame. Tiež aj pri úlohách aplikovanej ložiskovej geológie, napr. prieskumu ložísk, kde nám je prospešný efektívnou podporou v trojrozmernej grafike.

Obsah tohto článku je našim štartovným príspevkom k sérii ďalších nasledujúcich, ktoré budú na seba voľne naväzovať v rámci spoločného námetu *CAD a GIS v grafickom prostredí MicroStation*.

CAD a GIS

Pojem CAD

CAD je skratka z anglického Computer Aided Design čo znamená počítačom podporované projektovanie. Jedná sa o programové produkty využívané na projektovanie v rôznych oblastiach. Najčastejšie sú CAD systémy nasadzované v strojárstve, architektúre, stavebníctve, elektro-technike, pri správe dát apod.

V súvislosti s CAD sa často stretáme s pojmami CAM a CAE.

CAM (Computer Aided Manufacturing) je počítačom riadená výroba. Systémy známe ako CAD/CAM obsahujú nástroje pre konštrukčný návrh výrobku až po vygenerovanie kódu pre NC stroje.

CAE (Computer Aided Engineering) – obsahuje nástroje pre analýzu výrobku z hľadiska jeho zaťaženia, životnosti, výkonových parametrov, kritických miest apod. Systémy CAD/CAM/CAE obsahujú nástroje pre komplexný prístup k návrhu, analýze a výrobe. Podľa zamerania do rôznych oblastí sa CA systémy ďalej delia na:

CAPD - navrhovanie a správa potrubných celkov,

CAAD – CA systém zameraný na architektúru a stavebníctvo,

CACD – návrh obvodov v oblasti elektrotechniky, a ďalšie špecializované CA systémy.

Všetky CA systémy sú postavené na báze CAD, ktorý využíva prostriedky počítačovej grafiky.

Pri projektovaní pomocou CAD nevzniká len zmäť grafických prvkov, ale inteligentný návrh, pre ktorý sú charakteristické asociatívne väzby medzi jednotlivými grafickými objektami.

Na rozdiel od kresliacich programov, medzi ktoré môžeme zaradiť aj známy CorelDraw, majú CAD systémy vlastnosti:

- vytvárať asociatívne väzby medzi objektami, vrátane asociatívneho kótovania a šrafovania,
- vrstviť objekty do hladín, nastavovať atribúty pre objekty a hladiny,
- schopnosť 3D modelovania s využitím rotačných plôch, NURBS plôch (B-spline) a 3D booleovských operácií,
- komfortné zobrazenia – viac pohľadov na návrh, modifikovateľnosť týchto pohľadov, schopnosť skrývať neviditeľné hrany, rendering apod.,
- existencia súradnicového systému a z toho vyplývajúca možnosť presného vykresľovania, merania dĺžok, plošných a objemových výpočtov,
- otvorenosť v oblasti knižníc buniek, šrafovacích vzorov a materiálových charakteristík,
- výstupy v grafickej aj textovej forme napr. kusovníky,
- výmeny dátových formátov s inými CAD systémami.

Nástroje používané v CAD systémoch využívajú vektorovú grafiku. To znamená, že každý objekt je definovaný typom a sekvenciou súradníc vrcholov prípadne matematickou funkciou. Ku každému objektu sa viažu atribútové informácie o jeho hladine, farbe, type a hrúbke čiary.

Súbory rastrových dát, ktoré sa získajú najčastejšie skenovaním už existujúcich výkresov, či máp sa v CAD systémoch používajú len ako podkladové súbory (napr. letecké snímky), alebo ako podklady pre následnú vektorizáciu.

Princípom rastrovej grafiky je rozdelenie celého podkladu na pravidelné základné jednotky, ktoré voláme pixely. Pixel má najčastejšie štvorcový tvar a pre každý pixel sa do súboru ukladá jeho hodnota. Každý pixel obsahuje práve len jednu hodnotu. V prípade napr. čierno-bieleho podkladu sa ukladajú pre každý pixel len hodnoty 1 alebo 0. Pre farebný podklad sa ukladá pre každý pixel číslo farby.

Jemnosť delenia podkladu na pixely sa udáva v jednotkách DPI (dot per inch t.j. počet bodov na palec). Čím väčšie je toto číslo, tým sa zväčšuje aj veľkosť súboru na disku a s tým súvisí aj predĺženie času pre niektoré najmä výpočtové operácie so súborom. Rastrové dáta majú síce veľmi jednoduchú štruktúru, ale sú objemné a neumožňujú používať nástroje CAD systémov.

Softvér pre CAD

V oblasti CAD existuje veľké množstvo softvérových produktov a ich nastavieb. Odhaduje sa, že u nás sa ich používa okolo 50. Rôzne programy používajú a podporujú rôzne datové formáty. Ucelený prehľad u nás používaných programov je uvedený v prílohe časopisu CAD 2/95. Univerzálnym prevodným formátom, ktorý podporuje takmer každý GIS je formát DXF.

Medzi najpoužívanejšie platformy v oblasti CAD programov patria MicroStation – produkt americkej firmy *Bentley Systems* a AutoCAD produkt takisto americkej firmy *Autodesk*. MicroStation pracuje s vlastným formátom DGN aj AutoCAD s vlastným formátom DWG. Pre oba tieto programy existujú rozšírenia a nastavby zamerané do konkrétnych špecializovaných oblastí. Podrobnejšie informácie je možné získať na týchto adresách: www.autodesk.cz a www.bentley.com.

Naše pracovisko si ako platformu zvolilo prostredie MicroStation z dôvodu veľmi zaujímavej cenovej politiky firmy Bentley voči školám a intenzívnejšej orientácie firmy do oblasti GIS.

Pojem GIS

GIS je skratka z anglického Geographical Information Systems čo znamená informačné systémy spravujúce georeferenčné dáta. Georeferenčnosť je väzba dát k určitému miestu na Zemi. Cieľom GIS je vhodným spôsobom pretransformovať objekty a javy viažúce sa k Zemskému povrchu do digitálneho tvaru, aby mohli byť ďalej spracované a analyzované pomocou počítača.

Jedna z novších definícií uvádza pojem GIS ako organizované spojenie počítačového hardvéru, softvéru, geografických dát a osôb, vytvorené za účelom efektívneho získavania, ukladania, aktualizácie, manipulácie, analýzy a zobrazenia všetkých foriem geograficky lokalizovaných informácií (ArcDATA 1994).

Tradične sa georeferenčné dáta zaznamenávajú v grafickej podobe vo forme máp, ktoré na vyjadrenie reality používajú rôzne symboly, čiary a výplne rôznych farieb a typov. Použité symboly, čiary a výplne sú dané príslušnou normou, alebo predpisom a sú zobrazené v legende mapy. Priestorové

umiestnenie zobrazenej oblasti je dané príslušnou kartografickou projekciou a súradnicovým systémom.

V prípade GIS sa na grafické zobrazenie reality tiež používajú mapy, ktoré sú ale uložené vo forme počítačových súborov a ich štruktúra je teda odlišná od klasických máp. Hlavnou a nespornou výhodou počítačových máp je ich variabilita, účelovosť a rýchla aktualizácia.

Pretože georeferenčné dáta zaznamenávame pomocou grafických objektov, používa sa v tejto oblasti pojem geografické dáta.

Vlastnosti GIS

Základnou vlastnosťou GIS dát je topológia. Pod týmto pojmom rozumieme definovanie priestorových vzťahov príslušnosti, návaznosti a susedstva medzi objektami. Príslušnosť je vyjadrením vzťahu objektu k väčšiemu celku, návaznosť je vzťah vyjadrujúci prepojenie objektov napr. u cestnej siete a susednosť vyjadruje väzbu s okolitými objektami napr. u parcel. Topológia sa dá definovať len nad vektorovými dátami.

Digitálne mapy v GIS používajú len tri základné grafické typy zobrazenia objektov a to bod, línia a plocha.

GIS pracuje s dvomi typmi dát. Digitálne mapy a snímky sa v prostredí GIS označujú ako *grafické dáta*. Druhým typom dát, s ktorými pracujú GIS sú dáta *atribútové* čiže popisné jako napr. prietok rieky, druh pôdy, vlastník a veľkosť parcely. Tieto dáta sú uložené v databázových tabuľkách.

Geografické dáta majú nasledovné štyri charakteristiky:

- poloha - geografické umiestnenie v priestore dané súradnicami,
- popis - atribútové dáta,
- priestorové vzťahy medzi objektami - topológia, poradie,
- čas - vo vzťahu k aktuálnosti a platnosti dát.

Dáta v GIS

Ako je spomenuté vyššie GIS pracuje s grafickými a atribútovými dátami. V oblasti grafických dát sú dnešné GIS systémy schopné pracovať s vektorovými aj rastrovými dátami. Nástroje na analýzu dát sa ale líšia. U vektorových dát sa analýza zakladá na topologických vzťahoch medzi objektami a u rastrových je analýza postavená na booleovských operáciách medzi jednotlivými rastrovými hladinami. V praxi majú najväčšie využitie GIS založené na vektorovej grafike, kde sa rastrové súbory používajú len ako podkladové snímky, prípadne existuje doplňujúca nadstavba umožňujúca ich analýzu. Rastrové súbory GIS vznikajú skenovaním existujúcich máp, alebo ako digitálne letecké snímky, alebo zábery z družíc z diaľkového prieskumu Zeme. Vektorové súbory GIS vznikajú priamo vykreslením mapy, digitalizáciou pomocou digitalizačného tabletu, alebo vektorizáciou naskenovaných máp.

Atribútové dáta sú uložené oddelene od grafických dát a to v databázových tabuľkách najčastejšie s relačnou väzbou. GIS zabezpečuje prepojenie databázy grafických dát a databázy atribútových dát, ktoré sa zvyknú označovať spoločným názvom *priestorová databáza*. Prepojenie je zabezpečené pomocou jednoznačne definovaných identifikátorov, ktoré sú súčasťou grafickej aj atribútovej zložky každého objektu.

Základné analýzy dát v GIS

- Vyhľadanie a zobrazenie popisných údajov, ktoré sa vzťahujú k vyznačenému miestu digitálnej mapy. Napr.: ak ukážeme na parcelu, zobrazia sa údaje z pripojených záznamov ako vlastník parcely, rozloha, typ pôdy, jej využitie atď.
- Vyhľadanie a zvýraznenie všetkých objektov digitálnej mapy, ktoré vyhovujú zadaným podmienkam. Systém dokáže napr. vyhľadať a ukázať miesta na rieke, kde namerané hodnoty obsahov dusičnanov prekročili stanovenú hodnotu, alebo dokáže vyhľadať všetky parcely, ktoré sú vo vzdialenosti do 1 km od obce s pôdou vhodnou na výstavbu, atď.
- Sledovanie zmien v danej oblasti v závislosti na čase. Napr. ako sa mení kvalita vody v rieke v sledovanom období, t.j. ako sa menia koncentrácie znečisťujúcich látok, atď.
- Sieťové analýzy ako nájdenie najkratšej novej cesty, optimalizácia prepravných nákladov atď.
- Predpovede, teda napr. akú veľkú plochu lesa bude nutné vyrúbať, ak by sa plánovaná cesta postavila vo vzdialenosti 400 m od obce atď.

Softvérové produkty pre GIS

Rovnako ako u CAD systémov aj v oblasti GIS existuje veľké množstvo rôznych softvérových produktov. Najvýznamnejšiu časť svetového trhu ale ovládli americké firmy *ESRI*, *Intergraph Corporation* a *Bentley Systems*. Medzi najčastejšie používané produkty patria *ArcInfo* a *ArcView* (*ESRI*), *MGE* (*Intergraph Corporation*), a *MapInfo* (*MapInfo Corporation*). Vo všeobecnosti je možné povedať, že produkty *ESRI* sa používajú hlavne v oblasti monitorovania a ochrany životného prostredia a produkty *Bentley* a *Intergraph* v technickejšie orientovaných oblastiach. Produkty *MapInfo* sú používané pri demografických analýzach a v oblasti obchodného manažmentu.

Vzájomný vzťah CAD a GIS

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že CAD sa v GIS využíva ako grafický systém pre tvorbu máp a ich editovanie. CAD je veľmi otvorený systém s minimálnymi obmedzeniami čo sa týka geometrie objektov, a preto model ukladania dát je odlišný od GIS modelu. Vložiť do CAD výkresu topológiu, ktorá je základom pre GIS, znamená prakticky prekresliť resp. predefinovať všetky objekty. CAD sa používa v GIS ako interaktívne grafické prostredie, jeho nástroje a možnosti sú však koordinované nadradeným GIS modulom.

Grafické prostredie MicroStation

Pôvodné autorstvo grafického prostredia patrí firme *Bentley*, ktorá ho s podporou firmy *Intergraph Corporation* presadila ako jeden z kvalitných a výkonných CAD produktov v prostredí operačných systémov OS2 a UNIX. Vzrastom výkonu počítačov kategórie PC (Personal Computer) v poslednom desaťročí boli vytvorené podmienky pre jeho prechod pod operačné systémy MS-DOS a Windows. Takto sa *MicroStation* dostalo aj na trh softvéru bežných počítačov, čo znamenalo jeho rýchle rozšírenie do množstva odvetví vedy, techniky a riadenia spoločnosti. Najčastejšie je možné jeho inštalácie nájsť nad operačným systémom *Windows95* a *WindowsNT*.

Keďže celá táto oblasť sa búrlivo rozvíja a na trhu CAD produktov pôsobí viacero silných tvorcov, nevyhli sa zmenám ani pôvodné vzťahy medzi oboma firmami. Došlo k ich rozdeleniu a následnému nezávislému vývoju ďalšej podpory a nadstavieb pre *MicroStation* tak u *Intergraph Corporation* ako aj u *Bentley Systems*. Obe firmy v súčasnej dobe ponúkajú vlastné riešenia zachovávajúc pôvodnú kompatibilitu v prenose grafických údajov medzi svojimi produktami.

Mali sme možnosť pracovať s prostredím *MicroStation* od firmy *Intergraph* vo verzii 4.0.3, pozdejšie vo verzii 5.0 pod operačným systémom MS-DOS. V poslednej dobe sme skúšali verziu 5.0 pre *WindowsNT* a popri tom nakoniec *MicroStation95* od firmy *Bentley Systems*. Z uvedených verzií je najmladšia práve verzia *MicroStation95*, ktorá doznala oproti svojmu predchodcovi od firmy *Intergraph* celú radu vylepšení (manažment rastrových grafických údajov, konektivita na databázy prostredníctvom ODBC, ergonomickejšie ovládanie funkcií, atď.). Nasledujúci popis problematiky sa odvíja práve od tejto poslednej dostupnej verzie produktu.

MicroStation 95

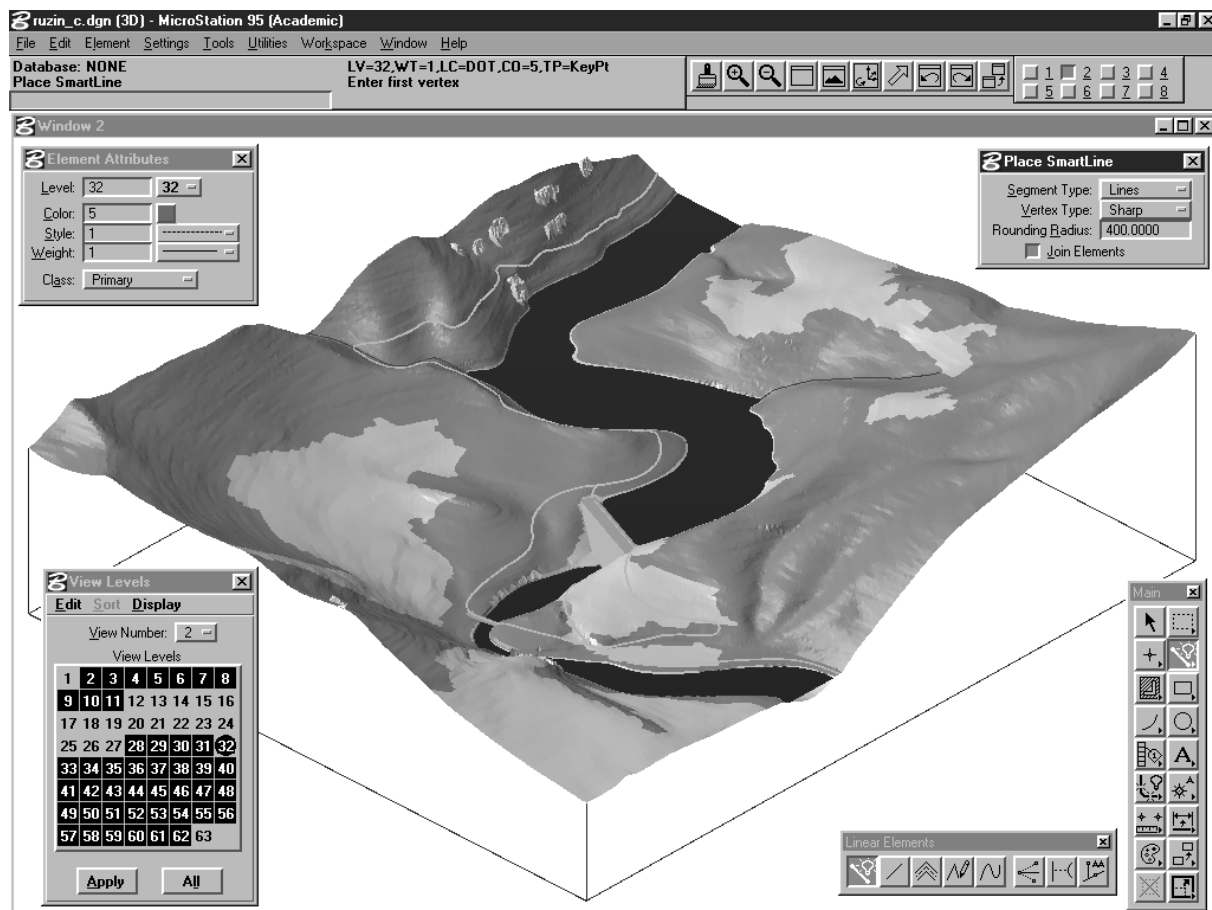
Patrí medzi najznámejšie a najrozšírenejšie CAD systémy. Predstavuje jadro celej jednej aplikačnej sústavy počítačového spracovávanie grafických informácií. Keďže sa v dnešnej dobe okrem kreslenia v rámci projektov vyžaduje aj prepojenie na negrafické zdroje informácií (databázy), stáva sa z neho aj podporný prostriedok pre GIS.

Používa sa v celom rade priemyselných odvetví, vedných odborov a využíva sa pri riešení celej rady civilných úloh. V špecializovanej podobe sa uplatňuje pri monitorovaní, prevádzke a údržbe technologických prevádzok či inžinierskych sietí väčších firiem. Uplatňuje sa aj v informačných systémoch mestských správ a úradov.

K jeho úspešnému zavedeniu však musí byť splnených niekoľko základných podmienok. Jednak je to jasne zadefinovaná úloha, ktorú má plniť. Je zrejmé, že iné požiadavky má samostatný projektant-strojár a iné napr. správca mestského obvodu. Od toho sa odvíjajú požiadavky na finančné náklady, a to pre technické zabezpečenie (optimálne vybavenie počítača), programové zabezpečenie (prípadné nadstavby) a zabezpečenie vstupných údajov. Vstupné údaje sú grafického charakteru (napr. digitálne mapové podklady) a negrafického charakteru (databáza údajov). Práve zabezpečovanie vstupných údajov sa javí ako najnákladnejšia časť celého CAD/GIS pracoviska.

Otvorenosť prostredia *MicroStation95* je význačná vo viacerých zmysloch:

- Dá sa z hľadiska spôsobu ovládania veľmi pružne prispôbiť ľubovoľnému typu používateľa.
- Prispôbenie ovládania je automatizovateľné zavedením vhodnej nadstavby.
- Podporuje štandardné formáty pre vstupné (import) a výstupné (export) údaje.
- Pomocou tvorby užívateľských príkazov (UCM), jazyka MicroStation BASIC či silnou podporou programátora (MicroStation Development Language) je možné prostredie doplniť a dobudovať o funkcie, ktorými pôvodne nedisponuje. Takto vznikajú aj všetky nadstavby.
- Je otvorené aj vo vzťahu k nosnému operačnému systému. Napr. prepojenie na ODBC pre prístup k rôznym databázam, ktoré sú pre MicroStation externým zdrojom negrafických informácií.



Obr.1. Pohľad do pracovného prostredia MicroStation.

Podrobnejší popis pracovného prostredia presahuje rámec náplne tohto článku, takže aspoň stručne by sa dali uviesť aspoň niektoré základné vlastnosti:

- Ovládanie je charakteristicky podobné Windows: dialogové okná, roletové menu, interaktívna komunikácia, funkcie kreslenia volané z palet nástrojov.
- Grafické údaje sú vytvárané pre použitie v 2D alebo 3D. Vzniká súbor obsahujúci akoby „databázu“ definujúcu jednotlivé vektorové grafické objekty, ich informačné štruktúry a celú radu systémových atribútov a parametrov, ktoré sa týkajú aktuálneho výkresu.
- Podporuje import už hotových vektorových grafických údajov: DWG/DXF, IGES, CGM, GRD, ako aj rôzne formáty rastrových grafických údajov: JPEG, GIF, TIFF, PCX, TGA, BMP, atď.
- V rámci exportu ponúka výstup do DWG/DXF, IGES, CGM a GRD, ako aj špeciálne tvary, napr. RIB ako štandard pre potreby priestorového modelovania.
- Prostredie poskytuje jeden až osem pohľadov (okien) do aktuálneho výkresu (View 1 až View 8).
- V aktuálnom výkrese je možné grafické prvky ukladať do niektorej zo 63 vrstiev.
- Pre kreslenie ponúka výber z palety 254 farieb, 8 typov čiar, 32 hrúbok čiar. Ponúkaný výber si je možno užívateľsky prispôbovať (definovať vlastné farby, vlastné typy čiar...).
- Popisovanie textami prebieha za podpory vlastných vektorových typov písma (fontov). Je možné naimportovať alebo vytvoriť si vlastné fonty.
- K aktuálnemu výkresu je možné otvoriť (zviditeľniť) ďalšie iné grafické podklady:

Ako vektorové referenčné výkresy až do počtu 255. Spôsob zviditeľnenia každého z nich je samostatne nastaviteľný.

Ako rastrové referenčné výkresy až do počtu 255. Spôsob zviditeľnenia každého z nich je tiež samostatne nastaviteľný.

Vďaka týmto možnostiam je možné vizualizovať aj veľmi mohutné zostavy grafických údajov a efektívne sa v nich orientovať.

- Tvorba vlastných knižníc grafických objektov, napr. knižnice špeciálnych symbolov, knižnice textúr, knižnice technologických komponentov atď., čím sa automatizuje opakované kreslenie.
- Ponúka rozsiahlu skupinu kresliacich nástrojov: čiary, polygony, kružnice, elipsy, oblúky, krivky, mnohásobné čiary, vyplňovanie šrafovaním alebo vektorovými textúrami podľa vlastného návrhu, atď.
- K dispozícii sú nástroje pre editovanie vektorových objektov: zoskupovanie do komplexných celkov, rozbíjanie komplexných celkov, duplikovanie objektov, zmena mierky, otáčanie, presúvanie a rada ďalších.
- Model vytvorený v 3D je možné vizualizovať funkciou *Rendering* a získať tak fotorealistický obraz návrhu.
- Ponúka pripojenie na rôzne databázy, vrátane podpory spojenia cez ODBC.
- Umožňuje napojenie na digitalizačný tablet a tak slúži ako vektorizačné zariadenie.
- Poskytuje možnosť tlačiť na tlačiarne inštalované v nosnom operačnom systéme. Ovláda výstup na veľkoformátové rastrové plotrovacie zariadenia.

Systémové nastavy pre MicroStation

MicroStation, či už vo verzii od *Intergraph Corporation* alebo od *Bentley Systems*, ako už bolo uvedené, predstavuje základný „modul“ teda jadro celej CAD grafiky. Zahrňuje veľké množstvo funkcií pre prácu s grafickými aj negrafickými údajmi. Tieto funkcie však nezohľadňujú špecifiká rôznych oborov vedy či aplikovanej techniky. Sú zrejme rozdiely v požiadavkách pri návrhu karosérie nového automobilu, projektovania novostavby alebo prieskumného vrtu do hĺbok zeme. Preto má základné MicroStation len obecné uplatnenie a jeho skutočne efektívne využitie sa dosahuje až po doplnení vhodnou nadstavbou.

Nastavby sa inštalujú ako samostatné programové vybavenie. Ich konečná väzba s prostredím je veľmi tesná, pretože priamo využívajú funkcionality grafického jadra. Spôsobom ovládania (obsluha dialogových okien, paliet nástrojov...) hladko zapadajú do prostredia a to uľahčuje zvládnutie ich obsluhy. Aby zohľadnili požiadavky jednotlivých druhov používateľov vznikali a vznikajú v tesnej spolupráci s nimi. Jediným obmedzením bývajú rozdiely v zavedených normách a štandardoch jednotlivých krajín, čo spôsobuje potrebu ich prispôbenia pre lokálne podmienky. Podľa druhu nastavby záleží aj od platformy operačného systému - niektoré nastavby sú dostupné napr. len pre UNIX.

Pre zaujímavosť je možné povšimnúť si ponúkané rozpätie nastaviel a rozšírení pre MicroStation od *Bentley Systems*.

Samostatná podpora je venovaná oblasti geoinžinierstva. Tu sú ponúkané nastavby *GeoGraphics*, *Descartes*, *GeoExchange*, *GeoCoordinator*, *GeoTerrain* a ďalšie.

Stavebná oblasť a architektúra je podporovaná nastavbami *MicroStation TriForma*, *PowerArchitekt*, *MicroStation TriForma for Landscape* a ďalšími.

Strojárske projektovanie je posilnené pomocou nastaviel *MicroStation Modeler*, *COSMOS/M DESIGNER II*, atď.

Ďalšou zvlášť podporovanou oblasťou je priemyselné inžinierstvo. K dispozícii sú napr. *PlantSpace 3D Core*, *PlantSpace Piping*, *PlantSpace Equipment*, *PlantSpace Enterprise Navigator* a iné.

Svoju podporu majú aj rôzne „civilné“ úlohy, napr. potreby štátnej správy. Tu môže pomáhať *GEOPACK Survey*, *GEOPACK Bridge*, *GEOPACK Site* alebo iné zo série *GEOPACK*.

Medzi tzv. základné produkty patrí pri menších nárokoch na kreslenie aj *MicroStation PowerDraft*. Pri potrebe organizovať a riadiť prácu nad zložitejšími projektami pomáha *MicroStation TeamMate*. K zverejňovaniu prístupu ku grafickým údajom po Internete môže slúžiť *ModelServer Publisher*.

Je prirodzené, že voľbe vhodnej nastavby musí predchádzať zrelá úvaha o skutočných potrebách používateľa a porovnanie požiadavok s možnosťami, ktoré perspektívna nastavba poskytuje. V mnohých ohľadoch bývajú aj nastavby spravené ako otvorené produkty, ktoré je možno dopĺňať ďalšími potrebnými zdrojmi (knižnice grafických objektov podľa želania zákazníka, a pod).

Dôležité je aj technické riešenie počítača, na ktorom má byť softvér prevádzkovaný. Vo vzťahu k vážnosti problematiky (napr. spravovanie katastrálneho GIS) alebo jej robustnosti (napr.

spracovávanie mapových družicových snímkov) by mal byť zvolený spoľahlivý a dobre dimenzovaný (rýchly a výkonný) počítač. Pre prenos a spracovávanie údajov môže hrať dôležitú rolu skenovacie alebo plotrovacie zariadenie alebo veľkokapacitný výmenný disk (pamäťové médium).

Ako je zrejmé, zavedenie špecializovaného grafického pracoviska môže byť finančne dosť nákladná záležitosť. Náklady na zakúpenie nadstavieb sa navrhujú na základnú cenu produktu MicroStation. Nemožno zabudnúť ani na náklady za operačný systém počítača a programové produkty, ktoré nejakým spôsobom súvisia s využívaním grafického prostredia. Sem patria napr. databázy. Medzi najrozšírenejšie a relatívne ľahko zvládnuteľné patrí *Microsoft Access*. Náročnejší používatelia si možno vyberú niektorú z relačných databáz, napr. *Oracle*.

S prevádzkovaním zložitých programových prostriedkov súvisí aj kvalifikácia pracovníkov. Dobre zorientovaný a znalý pracovník vzniká až praxou, a to chce svoj čas.

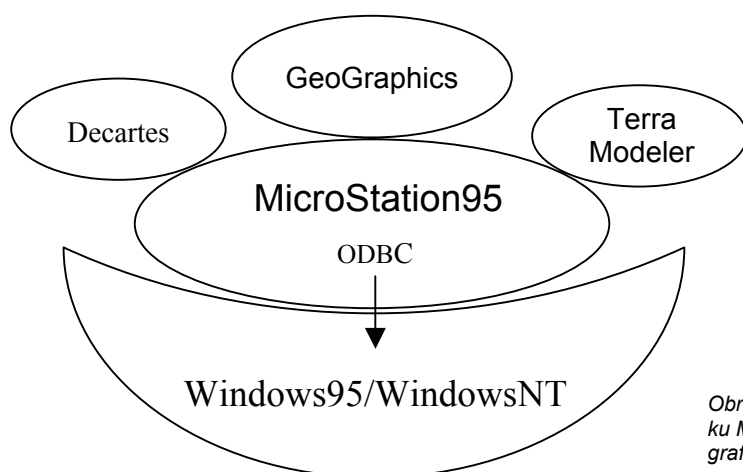
Na našom pracovisku sme sa mali možnosť prakticky oboznámiť s kolekciou *GeoSuit* od firmy *Bentley Systems* a vyskúšali sme si jej programy pri riešení našich úloh. Súčasťou tejto kolekcie bolo:

MicroStation95 – verzia pre použitie vo Windows95/WindowsNT.

MicroStation GeoGraphics – GIS nadstavba pre MicroStation.

MicroStation Decartes – editor rastrových podkladov.

Terra Modeler – modelovanie povrchov a ich analýzy.



Obr. 2. Špecializované nadstavby vo vzťahu ku MicroStation95. Sú použiteľné len v jeho grafickom prostredí.

MicroStation95

Stručný popis tejto základnej časti CAD systému bol uvedený vyššie. Služi ako prevádzkujúce prostredie pre tri nasledujúce nadstavby.

MicroStation GeoGraphics

Keďže MicroStation predstavuje dnes jeden z hlavných štandardov pre tvorbu, manažment a manipuláciu s grafickými údajmi, aj táto nadstavba podporuje otvorenosť v prenose a zdieľaní údajov medzi rôznymi platformami a profesionálnymi špecializáciami. GIS za podpory *GeoGraphics* umožňuje realizovať priestorovo orientované analýzy pri tvorbe závažných rozhodnutí (riadenie priemyselných prevádzok...), pri plánovaní (výstavba miest a obcí, inžinierske siete...) či riešení rôznych problémov (katastrofy v životnom prostredí, vyhľadávanie priestorovo definovaných informácií, a pod.). Kombinuje priestorové (grafické) a negrafické (databázové) atribúty a prostredníctvom vlastných funkcií ponúka možnosť ich inteligentného skúmania a analýzy.

Disponuje celou radou vlastností, ktoré sú charakteristické pre moderný výkonný produkt:

- Jedná sa o plne integrovaný CAD/GIS zoskupujúci množstvo špecializovaných funkcií pre správcov grafických a negrafických údajov, ako aj pre vývojárov ďalšieho možného funkčného rozširovania aplikácie.
- Poskytuje možnosti profesionálneho utriedovania, správy a analýzy údajov za podpory prístupu do viacerých štandardných negrafických databáz. Medzi nich patria DBASE, FoxPro, Oracle, Informix,

RIS a rozhranie ODBC. Vďaka rozhraniu ODBC je zabezpečovaná konektivita na každý typ databázy, pre ktorú má používateľ príslušnú ODBC podporu v prostredí Windows95/WindowsNT.

- Keďže každý geoinformačný projekt je svojím spôsobom špecifický, poskytuje aplikácia možnosti úprav prostredia na mieru podľa potrieb používateľa.
- Štruktúrovanie atribútov vo vzťahu ku grafickým a negrafickým údajom je tzv. „feature-based“, čím sú vďaka štruktúrovaniu tabuliek databáz prekonávané obmedzenia „klasického“ členenia údajov podľa vrstiev (pozri popis základného prostredia MicroStation). Dosahuje sa toho hierarchickým učlenením štruktúry atribútov. Tým sa manažment zobrazovania obsahu projektu a jeho analýza stáva príjemne intuitívnym a prehľadným, nezávisle od zložitosti projektu.
- Manažment máp je organizovaný tak, aby nezaťažoval používateľa potrebami poznať fyzické usporiadanie súborov v knižnici mapových podkladov. Pomocou generalizovanej tzv. kľúčovej mapy a priestorového indexovania máp sa používateľ poľahky dostáva k požadovaným podkladom. *GeoGraphics* môže byť používaný v súčinnosti s nadstavbou *MicroStation TeamMate*, ktorá poskytuje manažment viacúčitateľského prístupu k dokumentácii projektov a zabezpečuje ich pred nepovoľaným prístupom.
- K dispozícii sú aj funkcie na interaktívne odstraňovanie geometrických nepresností grafických údajov (nežiaduce medzery medzi čiarami, duplikáty, presahy a prekríženia čiar,...). Umožňujú lokalizovať ich a automaticky opravovať na základe používateľom definovaných kritérií.
- Do projektov je možné importovať grafické údaje rôznych formátov, medzi ktoré patrí napr. IGES, DXF, DWG či CGM.
- Interaktívny prístup k obsahu systémovej databázy projektu (Query Builder) umožňuje efektívne prešetrovať vzťahy medzi atribútmi grafických objektov a ich grafickou interpretáciou v mapách. Tie sú uložené v špeciálnych tabuľkách databázy projektu.
- SQL manažer poskytuje pomocou štandardnej metódy (SQL príkazy) výsledky analýz obsahu tabuliek používateľských údajov.
- Operácie nad vzájomnými vzťahmi medzi grafickými objektami, napr. priesečník polygonov alebo zjednotenie polygonov umožňujú používateľovi skúmať vzťahy medzi vrstvami údajov. Toto skúmanie topologických vzťahov prebieha tzv. okamžitým spôsobom. Funkcie priestorovej analýzy generujú virtuálne topologické vrstvy a tie sú ďalej skúmateľné (prienik, rozdiel, zjednotenie...) aj za pomoci filtrovania štandardnými SQL kritériami.
- Aplikácia poskytuje prístup aj k rastrovým obrazovým podkladom, ako k doplnkovej vizuálnej informácii v podobe priestorových fotografií, satelitných snímok či naskenovaných obrazov. Zobrazuje čierno-biele alebo 256 farebné rastrové podklady vo formátoch TIFF, CIT a COT.
- Pracovné prostredie je možné doplniť od funkcie vyvolávané makro-príkazmi v internom jazyku MicroStation BASIC. Ďalšou inou možnosťou je prístup ku kompletnej knižnici funkcií MDL (MicroStation Development Language), ktorý umožňuje programátorom znalým jazyka C rozšíriť MicroStation a ďalšie schopnosti a vlastnosti.

Zhora uvedený popis ani zďaleka nevyčerpáva bohatosť a pestrosť vlastností, ktorými *GeoGraphics* rozširuje grafické prostredie MicroStation. Z praktického hľadiska je podstatné, že umožňuje profesionálnym, dobre organizovaným spôsobom založiť, viesť a udržiavať GIS projekt a účinne riešiť úlohy spravovania a analýzy priestorovo definovaných údajov a ich popisu.

MicroStation Decartes

Nadstavba vznikla ako editor pre rastrové grafické podklady. Rozširuje prostredie MicroStation o efektívny spôsob zobrazovania, editácie, transformácie, vylepšovania (kontrast, jas,...), strihania, georeferencovania (warping) a plotovania údajov v rastrovom formáte.

Medzi jeho základné črty patrí:

- Efektívny spôsob vizualizácie rastrov (interný formát HMR).
- Spracovanie 1-bitových (čierno-bielych), 4-bitových (16-farebných) a 8-bitových (256 farebných) formátov údajov.
- Nastavovanie jasu a kontrastu.
- Manažment zobrazovania rastrov využívajúci všetkých 8 pracovných pohľadov (Views) v prostredí MicroStation.
- Manažment neobmedzeného množstva rastrových súborov.
- Možnosti tlače (plotovanie) lokálne alebo po sieti.
- Operácie s obsahom rastrov – strihanie, odoberanie a pridávanie.
- Modifikácie rastrov – presun, zmena mierky, pootočenie, zrkadlenie, a iné.

- Funkcie pre čistenie a homogenizáciu obsahu rastrov – odstraňovanie „šumu“, vyplňanie otvorov, vyhladzovanie čiar, atď.
- Kreslenie rastrového obsahu – použitie štetcov, vymazávanie.
- Filtrovanie farieb pre zvolené odtiene či oblasti.
- Georeferencovanie, t.j. definovanie súradníc pre umiestnenie rastra vo vektorovom prostredí (warping) a ďalšie iné.

Nadstavba je priamou podporou pre prípravu rastrových grafických údajov pre GIS projekty budované prostredníctvom *MicroStation GeoGraphics*.

Terra Modeler

Nadstavba je samostatným produktom firmy *Terrasolid Ltd.* a do zostavy *GeoSuit* od firmy *Bentley Systems* sa dostala bezosporu vďaka svojim kvalitám a výkonnosti. Jej úlohou je doplniť prostredie *MicroStation* o funkcie automatizujúce tvorbu povrchových modelov a ich analýzu. Ponúka priamu podporu pre rôzne druhy pozemných prác a keďže môže aktívne manažovať až 12 povrchov naraz, poskytuje aj prestorovú analýzu pre podzemné diela.

Spomeňme aspoň niekoľko jeho základných čít:

- Generuje triangulované (TIN, Triangulated Irregular Network) priestorové útvary buď z údajov získavaných geodetickým meraním alebo odvodených z prostredia grafického podkladu či importom z XYZ textového súboru.
- Generuje izolíniové diagramy a tak poskytuje možnosť grafického zobrazovania napr. teplotných pomerov v priestore, intenzity hluku v mestskej zástavbe alebo priestorovú kontamináciu spôsobenú znečistením, a pod.
- Model môže byť zobrazený trojakým spôsobom:
 - v podobe priestorového triangulovaného plášťa,
 - v podobe izolínií,
 - v podobe pravidelnej siete s definovanou hustotou (grid).
- Umožňuje gradovať farebný vzhľad povrchu podľa jeho elevácie.
- Umožňuje interaktívne editovanie, napr. vložiť bod do siete modelu, zrušiť bod v sieti modelu, vyhladzovať povrch podľa definovanej elevácie, tvarovať povrch presunom jeho bodov, vytvárať otvory v povrchu, atď.
- Meria a generuje svahovanie terénu.
- Poskytuje funkcie na ručné kreslenie po povrchu modelu alebo automatické kladenie grafických objektov na povrch modelu (napr. zatrávnenie parku alebo zalesnenie záhrady).
- Prepočítava objemové údaje medzi definovanými povrchmi, čo je praktické v prípade plánovania výkopových prác alebo ťažby hornín.
- Vykresľuje priestorové profily (rezy) vytvorených povrchov.

Z popisu je zrejmé, že sa jedná o funkčne samostatnú a veľmi praktickú aplikáciu, ktorá môže svojimi funkciami a nástrojmi podporiť analytické možnosti projektov CAD a GIS.

Doplnkové aplikácie pre MicroStation

V predchádzajúcej časti boli popísané niektoré štandardné nadstavby. Jedná sa o pomerne zložité a komplexné produkty, ktorých plné zvládnutie vyžaduje nemálo času a energie. Pre jednoduchého, laického používateľa sú však priveľmi zložité. V našich pracovných podmienkach (Katedra geológie a mineralógie) a vo výuke sa často ukazuje potrebné hľadať čo najjednoduchšie riešenie, ktoré by plne uspokojilo praktické požiadavky pre automatizáciu manažmentu či už grafických alebo negrafických údajov.

Preto postupne vznikli programovaním menšie, domáce špecializované nadstavby. Medzi nich patria:

Tectonogram

Tvorba špecializovaného GIS pre účely skúmania ložísk prostredníctvom štruktúrnej geológie. Komplexná aplikácia zabezpečujúca tvorbu tektonogramov, nástroje pre tvorbu GIS projektov a prehľadný menežement grafických aj negrafických údajov.

Raster Manager

Jednoduchý a prehľadný manažment základného mapového diela v rastrovom tvare. Pracuje v rámci JTSK súradníc. Umožňuje ovládanie prístupu pre klad listov v mierkach 1:10 000 až 1:200 000. Poskytuje prístup k piatim tematickým vrstvám: polohopis, výškopis, vodstvo, popis a porasty.

Vector Manager

Jednoduchý a prehľadný manažment základného mapového diela vo vektorovom tvare. Pracuje v rámci JTSK súradníc. Umožňuje ovládanie prístupu pre klad listov v mierkach 1:10 000 - 1:200 000. Poskytuje prístup k piatim tematickým vrstvám: polohopis, výškopis, vodstvo, popis a dodatky.

DBMan

Malý databázový manažer pre tvorbu GIS. Umožňuje jednoduché a pohodlné viazanie grafických a negrafických údajov na vektorové objekty prostredia *MicroStation*.

DataPort

Ponúka nástroje pre ručnú parametrickú vektorizáciu (kreslenie) a export grafických údajov do tvaru textu. Body, ktorými sú definované čiarové objekty sú v textovom súbore vyjadrené XYZ súradnicami. Môže slúžiť ako predprocesor údajov pre import do aplikácie *Terra Modeler*.

MicroDraw

Špecializovaná nadstavba pre automatizáciu projektovania a kreslenia. Umožňuje:

- automatické kreslenie symbolov, bodov či textov podľa súradníc načítaných z textového súboru.
- automatické kreslenie čiarových objektov (čiary, mnohoúhelníky) podľa súradníc načítaných z textového súboru.
- automatické kreslenie obrysov (rámcov) a popisov súradnicových polí pre potreby tvorby mapových podkladov.
- presný vstup pre zadávanie súradníc v JTSK.

Aplikácie boli „ušíte na mieru“ podľa požiadavok programovaním v MDL (MicroStation Development Language). Vznikli pri riešení našich potrieb v rámci výuky alebo výskumných projektov.

Záver

Tento príspevok, ako už bolo spomenuté, je prvým v sérii *CAD a GIS v prostredí MicroStation*. Podáva základné informácie o problematike a vyjadruje sa k cestám jej vývoja a uplatnenia. Keďže sme mali možnosť hlbšie poznať grafické prostredie MicroStation, rozhodli sme sa podeliť o svoje skúsenosti s inými používateľmi. Tým záujemcom, ktorý sa s problematikou CAD a GIS začínajú práve oboznamovať, môžu naše informácie pomôcť v orientácii a rozhodovaní.

V článkoch, ktoré by mali nasledovať, uvedieme ďalšie podrobnosti, vysvetlenia a komentáre týkajúce sa praktických skúseností s niektorými uvedenými aplikáciami.

Literatúra

- Bernhardsen, T.: *Geographical Information Systems. Norway, Arendal, Viak IT., 1992.*
Fikar, P.: CAD a GIS – majú vôbec niečo spoločného? *CAD, 3, 1994, s. 17-24.*
McDonnell, R. & Kemp, K.: *International GIS Dictionary. Cambridge, Pearson Professional, 1995.*
Orlitová, E.: Úvod do Geografických informačných systémov. *Košice, ICV TU, 1996.*
Príloha CAD+, *CAD, 2, 1995, s. 16-30.*
Tomlin, C.D.: *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling. Englewood Cliffs, PRENTICE HALL, 1991.*
Voženílek, V.: *Digitální data v informačních systémech. Vyškov, Atrim s.r.o., 1996.*