

# TVORBA A VIZUALIZÁCIA 3D MAPY PRIEMYSELNÉHO ZÁVODU

## CREATION AND VISUALIZATION OF 3D MAPS OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

Ing. Ján Ježko, Ph.D.

### ABSTRAKT

Cieľom príspevku je priblížiť programové prostriedky vhodné na tvorbu účelovej digitálnej mapy. Stručne je popisovaný grafický systém MicroStation, KOKEŠ, podrobnejšie softvér ATLAS a Atlas DMT, vrátane jeho základných vlastností, rozširujúcich modulov a samotnej tvorby 3D modelu a jeho vizualizácie na príklade účelovej digitálnej mapy závodu.

**Kľúčová slova:** *Digitálna mapa, programové prostriedky pre tvorbu grafiky, tvorba 3D modelu.*

### ABSTRACT

The aim of the article is approach of the software suitable for the specific digital map creation. Briefly the graphic software MicroStation and KOKEŠ are described, more detailed the software ATLAS and Atlas DMT, including its basic attributes, expansion modules and straight creation of 3D model and its visualization in the example of creation a specific digital map of enterprise.

**Key words:** *Digital map, program tools for creating graphics, 3D modeling.*

## 1 ÚVOD

### 1.1 Grafický systém MicroStation

Program patrí do skupiny grafických programov označovaných ako „CAD“ programy (*Computer Aided Design*). Svojimi vlastnosťami sa program MicroStation radí do kategórie programovateľných graficko-informačných systémov pracujúcich v rovine aj v priestore. Jeho použitie je veľmi široké – od elektrotechniky, strojárstva cez stavebníctvo, architektúru, až po mapovanie, geodéziu a geograficko-informačné systémy (GIS), všade tam, kde je nutné vytvárať grafickú technickú dokumentáciu.

Program MicroStation umožňuje vytvárať výkresy pomocou základných prvkov (entít) ako sú čiary, body, oblúky, kružnice, krivky a multičiary. Tieto prvky umožňuje kombinovať do zložitejších štruktúr, modifikovať ich, kopírovať, premiestňovať, otáčať, umožňuje takto vytvorené prvky združovať do užívateľských knižníc prvkov, a iné.

Ďalšími dôležitými vlastnosťami tohto programu je možnosť spájania grafických informácií výkresu s textovými údajmi, čo umožňuje vytvorenie si vlastného GIS, ako aj možnosť dopĺňať základné prostredie programu o ďalšie komponenty za pomoci programovacích jazykov *MicroStation Basic*, *MDL (MicroStation Development Language)*, *JMDL (Java MDL)*. Aplikácie vytvorené týmito programovacími jazykmi sa stávajú súčasťou MicroStationu a umožňujú užšiu špecializáciu, či využitie programu. Sú to napríklad: *Mkaster*, aplikácia na komplexné riešenie ROEP (register obnovenej evidencie pozemkov) v rámci katastrálnych území, ďalej *Groma*, aplikácia výpočtových

geodetických úloh v prostredí programu MicroStation, či *Geo*, aplikácia určená na tvorbu geometrických plánov [1].

## 1.2 Grafický systém KOKEŠ

System KOKEŠ, je interakčný grafický systém užívateľsky orientovaný na odbor geodézie a na geoinformačné systémy. Umožňuje riešenie rôznych geodetických a konštrukčných výpočtov, vytváranie a aktualizáciu kresby máp, vedenie popisných údajov k objektom a bodom mapy, digitalizáciu grafických podkladov, grafické a tlačové výstupy na plotery a tlačiarne. Je prepojený s ďalšími geodetickými, grafickými a databázovými systémami.

Vo svojich výpočtových nástrojoch má obsiahnutú celú škálu bežných geodetických výpočtových riešení. Medzi základné dátové množiny systému KOKEŠ patrí okrem zoznamu súradníc a rastra aj výkres. Výkres obsahuje vektorové dáta, mapu alebo jej časť. Vedľa grafických dát – bodov, línií a textov – môže výkres obsahovať atribúty, textové elementy a líniové elementy.

K základnému prostrediu systému je možné pripojiť viaceré nadstavby, špecificky zamerané na užšiu problematiku prevažne geodetických riešení, napríklad nadstavbu na tvorbu vektorovej katastrálnej mapy (VKM), na tvorbu geometrických plánov, na tvorbu registrov obnovenej evidencie pozemkov (ROEP), či na prepojenie systému KOKEŠ so softvérovým prostredím programu *ATLAS* určeného na tvorbu vrstevníc a digitálnych modelov terénu.

## 1.3 Softvér ATLAS

### 1.3.1 Program KRES

Hlavným účelom programu *Kres* je poskytnúť grafické prostredie pre tvorbu grafických aplikácií a výstupov nad digitálnym modelom terénu (DTM) Atlas. V programe *Kres* možno vytvárať grafické dokumenty (výkresy) obsahujúce vektorovú aj rastrovú kresbu.

Všetky objekty v dokumente sú organizované v stromovej štruktúre, podobnej štruktúre adresárov (zložiek) na disku počítača. Stromová štruktúra poskytuje možnosť určenia súradnicovej sústavy (príp. skupiny súradnicových sústav) pre svoje „podobjekty“. To umožňuje napr. pri rozmiestnení viac rezov a pôdorysov na jednom liste pracovať striedavo na ľubovoľnom z týchto objektov vždy v správnej súradnicovej sústave bez nutnosti akéhokoľvek prepínania, či jednoduché premiestňovanie objektov so všetkými pripojenými podobjektami. Ďalšou vlastnosťou stromovej štruktúry je to, že podobjekty môžu prijímať grafické vlastnosti (farbu čiary a pod.) od objektov, ku ktorým sú pripojené.

Program podporuje aj systém pomenovaných hladín, ktorých môžeme vytvoriť aj niekoľko tisíc a objekty do nich zaraďovať nezávisle na stromovej štruktúre. Hladiny môžu tiež určovať grafické vlastnosti objektov. Objekty možno rozdeliť na obecné, ktorými sú napr. úsečky, oblúky, krivky, texty, obdĺžniky a pod., a objekty význačné či aplikačné, ktorých vlastnosti sú dané ich zvláštnym určením. Väčšinou sú už výsledkom nastavbových aplikácií. Takými objektmi sú napríklad pôdorys, model terénu či zostava rezov [3].

### 1.3.2 Atlas DMT

Atlas DMT je základné prevedenie softvéru Atlas, obsahuje vlastný kresiaci program (grafický editor). Okrem špeciálnych funkcií týkajúcich sa DMT je možné ho použiť aj na bežné kreslenie – úsečky, polygóny, výplne, šrafy, typy čiar a pod..

Hlavným účelom programu Atlas DMT je tvorba, upravovanie digitálnych modelov terénu (DMT) a vytváranie grafických výstupov nad nimi [4].

Dôležitou časťou je programové prostredie, ktoré umožňuje rýchly a efektívny vývoj nastavbových aplikácií nad digitálnym modelom, alebo bez neho. Možno ho považovať za aplikáciu CAD, ktorá poskytuje niektoré služby nedostupné v iných grafických systémoch.

### 1.3.3 Základné vlastnosti digitálneho modelu terénu Atlas DMT

Dôležitou vlastnosťou softvéru je čítanie zoznamu bodov (x, y, z), prípadne lomových hrán z najrôznejších zdrojov, ako sú:

- geodetické merania,
- fotogrametria – údaje z leteckých družicových snímok,
- digitalizácia máp – pomocou tabletu, z naskenovaného rastru priamo na obrazovke,
- využitie vektorizovaných vrstevníc,
- import DXF súborov z CAD a GIS programov,
- možnosť dávkového načítania bodov do hotového modelu.

Atlas DMT umožňuje spracovanie veľmi rozsiahlych dát (až 10 miliónov bodov). Špeciálne vyvinuté algoritmy pracujú priamo s hladkou plochou – nedochádza teda k dodatočnému vyhladzovaniu a k nepresnostiam z neho vyplývajúcich, výhodou je teda :

- rýchle vytvorenie plochy i spracovanie rozsiahlych údajov,
- práca s nepravidelnou trojuholníkovou sieťou,
- možnosť definovať 5 typov lomových hrán,
- podpora rôznych súradnicových systémov, vrátane systému JTSK a Gauss-Krüger,
- funkcia na výškovú generalizáciu plochy ( vypustenie „nadbytočných“ bodov môže výrazne zredukovať veľkosť modelu a tým zefektívniť prácu).

Interaktívny grafický editor plochy umožňuje rýchlu a komfortnú prácu s modelmi:

- rýchla kontrola vstupných dát, možnosť interaktívnej opravy bez nového generovania modelu,
- možnosť modelovania a úprav terénu priamo na obrazovke,
- okamžitá kontrola priebehu reliéfu pomocou vrstevníc, profilov a ďalších informácií [4].

Okrem toho, systém poskytuje ďalšie nástroje pre prácu s plochou, ako porovnávanie, sčítanie, odčítanie a prelínanie dvoch plôch, práca s oblasťou v modely, prenos do iného modelu, zhustenie či zriadenie bodového poľa a transformácia (afinná, podobnostná, identické body).

### 1.3.4 Rozširujúce moduly

K základnému prevedeniu softvéru Atlas je možné si zaobstarať rozširujúce moduly. Existuje päť rozširujúcich modulov, a to FOTO, DESIGN, ŤAŽBA, OBJEM, REZY, GENERAL, 3D RASTER a 3D OBJEKTY a aplikácie TOK, CESTY, KANAL, VODA, PLYN, ERÓZIA, ŤAŽBA a ďalšie.

#### FOTO

Modul Foto rozširuje možnosti použitia DMT o prácu s rastrami v pôdoryse, rýchly 3D pohľad na model a vizualizáciu, vrátane mapovania rastrov na 3D povrchu, hmlu, animáciu a ďalšie funkcie. 3D

náhľad na model a vizualizáciu obstaráva modul 3D RASTER. Ten je súčasťou rozšírenia Foto a umožňuje rýchly perspektívny pohľad na model a vytváranie vizualizačných vstupov.

### DESIGN

Obsahuje sadu nástrojov pre vyňatie časti DMT (oblasti), jej editáciu a upravovanie mimo pôvodný "veľký" model a následné vrátenie na pôvodné miesto. Tieto nástroje umožňujú i "prepísanie" časti DMT novým modelom, získaným buď novým meraním alebo projektom. Umožňuje výpočet rozdielového modelu medzi dvoma plochami - napr. pri terénnych úpravách a jeho znázornenie v situácii napr. farebnou škálou (výkopy, navážky). Jeho súčasťou je i funkcia pre vyhladenie terénu - pri "neučesaných" údajoch, ktoré vznikajú napr. z fotogrametrie, je možné potlačiť lokálne nerovnosti.

### ŤAŽBA

Je to špeciálne prevedenie pre ťažobnú činnosť, a to výpočty objemu vrstiev a plánovanie ťažby.

### REZY

Modul obsahuje najrôznejšie spôsoby generovania pozdĺžnych a osových priečných rezov nad zadaným polygónom, ich rozmiestnenie, popis a editáciu. Umožňuje prispôbiť výkresy rezov požiadavkám najrôznejších profesií a spracovávať v jednom dokumente pôdorys i rezy so zachovaním všetkých vzájomných väzieb. Rezy a profily sú dynamicky prepojené s polygónom, čo znamená, že pri zmene jeho vedenia sa rezy automaticky prepočítajú.

### OBJEM

Počíta kubatúry medzi dvoma plochami (DMT), typicky medzi zameraním starého a nového stavu alebo zameraním a projektom.

### GENERAL

Je to modul pre generalizáciu – znižuje počet bodov výškopisu podľa zadanej výškovej tolerancie. Je vhodný najmä pre spracovanie rozsiahlych dát z fotogrametrie a vektorizovaných vrstevníc. Pri DMT vzniknutých z vektorizovaných vrstevníc sa prejavujú typické chyby – terasy na hrebeňoch a kaskády v údoliach. General vie tieto chyby rozoznať a odstrániť.

### 3D RASTER a 3D OBJEKTY

3D Raster a 3D Objekty slúžia na rýchly perspektívny pohľad na model a na vytváranie statických a dynamických vizualizácií terénu.

3D Raster je výstupný modul pre znázornenie plochy pomocou trojuholníkovej siete, hrán, vrstevníc, šrafovaní, plôšok a osvetlením, farebnej hypsometrie a sklonov, to všetko vrátane animácie pohľadov vo formáte AVI. Je tu i možnosť zobrazenia rastrových dát (mapa, ortofoto) v 3D.

Pri využití 3D Objektov je možné zobrazenie porastov, budov a iných objektov do DMT. Objekty natočené k pozorovateľovi je možné umiestňovať do DMT buď jednotlivito alebo do zvolenej oblasti alebo pozdĺž zvolenej línie [4].

## **2 TVORBA DIGITÁLNEJ MAPY AREÁLU ZÁVODU**

### **2.1 Realizácia zberu údajov**

Zber údajov bol realizovaný vo dvoch úrovniach, prvá - vybudovanie podrobného polohového a výškového bodového poľa, druhá - meranie polohopisu a výškopisu. Predmetom zberu údajov a zobrazenia bola časť areálu závodu (KÚ, Bratislava V) v rozsahu 11 ha.

## 2.2 Podrobné meranie polohopisu a výškopisu

Priestorové súradnice potrebné pre tvorbu účelovej mapy boli určené prístrojom TOPCON GTS 6A s internou registráciou meraných údajov z bodov PPBP. Vzhľadom na presnosť PPBP a presnosť použitého prístroja bola poloha meraných podrobných bodov určená s polohovou presnosťou  $m_x = 0.04$  m a výšky so strednou výškovou chybou  $m_h = 0.04$  m.

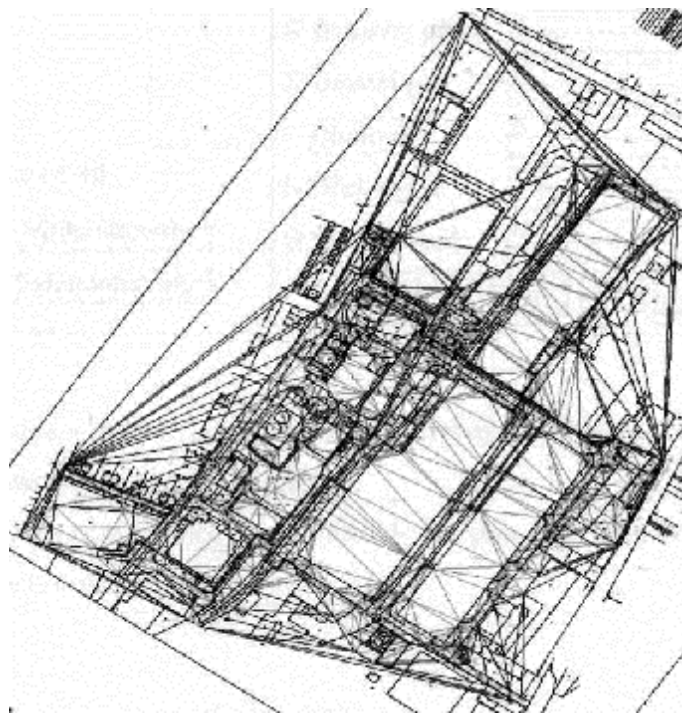
Výpočet súradníc a výšok podrobných bodov bol vykonaný v počítačovom prostredí pomocou programového vybavenia WIN KOKEŠ.

## 3 TVORBA 3D MODELU

### 3.1 Príprava vstupných údajov

Pre tvorbu DMT v uvedenej lokalite bolo potrebné pripraviť najprv vstupné údaje. Hlavným zdrojom údajov boli textové súbory z geodetických zázpisníkov a výkresy vo formáte DXF. Základným zobrazením DMT je trojuholníková sieť, ktorá vzniká generovaním. Generovanie nepravidelnej trojuholníkovej siete sa vykonáva v dvoch fázach.

Prvá fáza je generovanie prvotnej siete, jednotlivé body súboru sú postupne pripájané ku vznikajúcej trojuholníkovej sieti (obr. 1, [2]) tak, aby vznikol konvexný obal. V tejto fáze sa neberie ohľad na tvar trojuholníkov. V druhej fáze generovania sa zavedú do siete povinné spojnice. Sieť je modifikovaná tak, aby body, ktoré sú uvedené v predpise povinných spojnic, boli spojené hranami siete.



Obr. 1 Trojuholníková sieť – generovanie modelu z formátu DXF

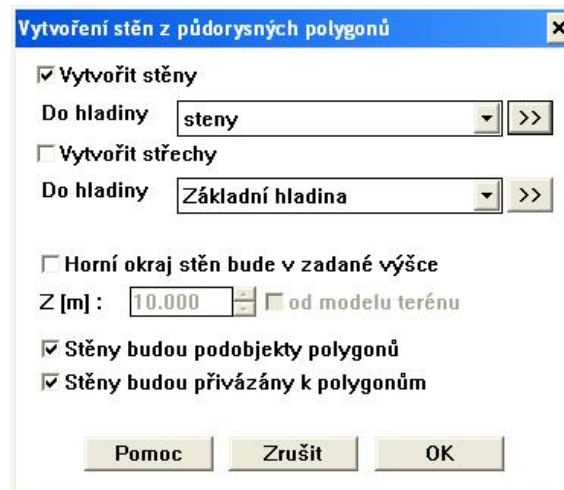
### 3.2 Príprava údajov pre objekty budov

#### 3.2.1 Založenie výkresu a export objektov (budov)

Po založení nového výkresu v hlavnom menu je potrebné vybrať položku „Model – Nový model – Založit i s pôdorysom“ a z adresára DMT vybrať DMT uvedenej lokality.

Pre možnosť „zhmotnenia“ vybraných objektov je potrebné v prvom rade vytvoriť nové hladiny, vyvolať dialóg hladín „Objekty – Hladiny“ a vytvoriť novú hladinu „steny“.

V importovanom výkrese si označíme vybraný objekt (budovu). Príkazom menu „Krajina – Spustiť stěny“ (obr.2) ich vytvoríme. V menu „Krajina – Hladiny pro export stěny“ vyberieme hladiny „strechy“ a „steny“ a zadáme „Export“. Týmto príkazom sú objekty pripravené na zobrazenie budov [2].



**Obr. 2** Krajina – Spustiť stěny – Vytvorenie stien z pôdorysných polygónov

### 3.2.2 Individuálne textúry (fasády)

Individuálne textúry nám poskytujú možnosť na jednotlivé steny budov „prilepiť“ skutočnú podobu daného objektu. Je ich možné získať fotografovaním a uložením do vhodného adresára.



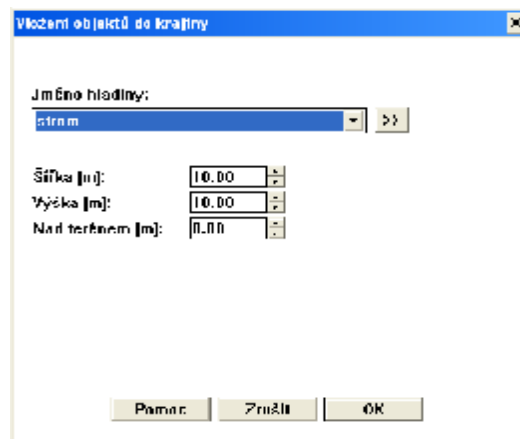
**Obr. 3** Vytvorenie stien z fotografickej snímky

Pri tvorbe fasády vyberieme polygón steny, na ktorý chceme „prilepiť“ fasádu. Klepneme na neho pravým tlačidlom myši a v kontextovom okne vyberieme položku „Jmeno“. Tu vyplníme meno rastra (fasády), ktorý prislúcha danej stene. Postup opakujeme do vyčerpania pripravených fasád. V panely POGledov „Stěnové objekty“ vyberieme „Individuální fasády“ a tu nalistujeme zložku s textúrami. Po potvrdení sa nám na stenách budov zobrazia individuálne textúry [2].

### 3.2.3 Export objektov do krajiny


Do scény (krajiny) možno vložiť pripravené 3D objekty – guľa, valec, ihličnatý a listnatý strom, alebo je možné objekt nahradiť textúrou – fotografiou objektu (obr. 3). Môže to byť napr. rastlina, lampa, lavička, postava. Každý typ objektu musí mať svoju hladinu, ktorú si vytvoríme v programe Kres „Objekty – Hladiny“.

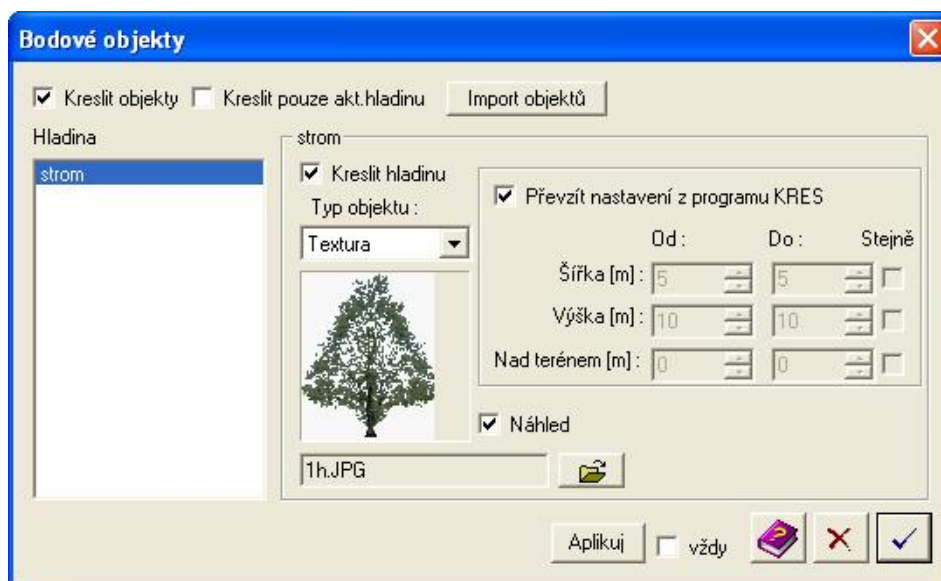
Pre vkladanie objektov do krajiny si vyberieme položku menu „Krajina – Vlož objekt pro POGledy“ (obr. 4).



Obr. 4 Vlož objekt pro POGledy – panel pre vkladanie objektov do krajiny


V panely zadáme šírku a výšku objektu a umiestnime ho do pôdorysu. V prípade, že mienime vkladat háj alebo alej stromov, teda viac rovnakých objektov naraz, nakreslíme v pôdoryse pomocou polygónu obrys hájika alebo trasu aleje. Potom polygón vyberieme a cez „Krajina – Vlož objekty pro POGledy do oblasti...“ vložíme objekty do pôdorysu. Posledným bodom v príprave objektov do scény je „Krajina – Export objektov“ [2, 3, 4].

Po zvolení pohľadu na scénu v POGledoch stlačíme tlačidlo . V panely „Bodové objekty“ (obr. 5) nastavíme spôsob zobrazenia typov objektov podľa jednotlivých hladín.



Obr. 5 Bodové objekty

### 3.3 Příprava scény

Vo výkrese, ktorý sme si pripravili vo výkresových súradniciach nakreslíme úsečku . Táto úsečka predstavuje smer pohľadu. Umiestnime ju preto tak, aby smerovala do miest, ktoré si chceme prehliadnuť. Vyvoláme ovládací panel menu „Krajina – 3D pohled na model“ (obr. 6) a nastavíme podľa uváženia. Výsledný pohľad na časť 3D modelu je na obr. 7, [2].



Obr. 6 3D– panel nastavenia pohľadu na model terénu



Obr. 7 3D pohľad na model

## 4 ZÁVER

Výsledok tvorby účelovej mapy môže byť mapa grafická, číselná alebo digitálna. Trieda presnosti, mierka a v neposlednom rade aj obsah mapy vychádza z účelu, pre ktorý je mapa tvorená.

Pre oblasť projektovania, realizácie a rekonštrukcie stavebných objektov je výhodné využiť i prezentovaný softvér, ktorý umožňuje v prostredí PC riešiť túto problematiku rýchlo a efektívne.

### Použitá literatúra

- [1] SOKOL, Š.: Náležitosti geometrických plánov. Znalectvo, č. 2/2000, USI – TU Žilina, s.7-14.
- [2] MIČEKOVÁ, E.: Geodetické práce pri tvorbe účelovej digitálnej mapy. Diplomová práca, Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 2006, 58s.
- [3] Podrobná užívateľská príručka softvéru Atlas.
- [4] [www.atlasltd.cz](http://www.atlasltd.cz).