
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1234R567 – Informatika a logistika

Vizualizace a animace 3D modelu území v GIS

**Visualization and animation 3D model of area
in GIS**

Bakalářská práce

Autor: **Jan Dostál**

Vedoucí práce: RNDr. Blanka Malá Ph.D.

Konzultant:

V Liberci 5. 5. 2008

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146089640

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

stav NTI

Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

meno a příjmení: Jan Dostál

adijní program: B 2612 – Elektrotechnika a informatika

or: 1802R022 - Informatika a logistika

Vedoucí ústavu Vám ve smyslu zákona o vysokých školách č.111/1998 Sb. určuje tuto bakalářskou práci:

ázev tématu:

vizualizace a animace 3D modelu území v GIS

ásady pro vypracování:

Studium současného stavu řešení problematiky, seznámení s potřebnými SW systémy

Přehledné stručné zpracování teorie vizualizace a animace v GIS

Teoretické řešení zadaných úloh - metody

Verifikace řešení na konkrétních datech

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 20, Liberec 5
PSČ 461 17

162/08Mb

NTI
58c, 2s. m.
ob; 1ob.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

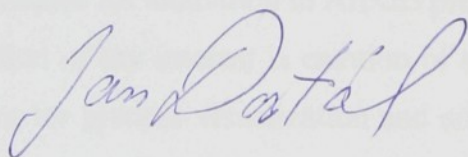
Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé BP a prohlašuji že **s o u h l a s í m** s případným využitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum 16.5.2008

Podpis



Abstrakt

V této bakalářské práci se zabývám teoretickým a praktickým řešením vizualizace a animace ve vybraném geografickém informačním systému. Hlavní oblastí zájmu je právě praktická vizualizace a animace v prostředí geografického informačního systému ArcGIS. Na základě daných dat podle jednotlivě zpracovaných kroků vytvářím prostorový model krajiny, včetně namapování leteckého snímku, který pokrývá oblast, která byla zvolena pro praktické řešení. Po vytvoření 3D modelu krajiny tento model animuji a popisuji zde také některé další možnosti pro tvorbu animace v prostředí programu ArcGIS.

Poslední oblastí mého zájmu je vytvoření animace 3D modelu v prostředí alternativního nástroje pro zpracování vizualizace a animace. Vybraným programem je 3DsMax, který je profesionálním produktem pro vytváření 3D modelů a animací všeho druhu.

Klíčová slova: Geografický informační systém, ArcGIS, animace, vizualizace

Abstract

This bachelor thesis is on first place dealing with theoretical visualization and animation in chosen geographical information system. Main part of this project is practical visualization and animation in ArcGis - geographical information system environment. On the basis of given data accordance with individually processed steps I am creating cubic model of landscape including surveying aerial photograph which covers area which was elect for practical solving.

After creation of 3D model of land is this model animated and I am describing some other techniques for animation in ArcGis program environment.

Last section of my interest is creation of animation of that model in alternative tool environment for process visualization and animation. Chosen program is 3DsMax which is professional tool for creation of 3D models and animation of all kind.

Key words: Geographical information system, ArcGis, animation, visualization

Předmluva

Tato bakalářská práce je v souladu se zvyšujícím se zájmem v soukromém i státním sektoru o tvorbu, vizualizaci a animaci 3D prostorových modelů krajiny, které se dají využít v mnoha průmyslových, ekologických, vojenských a dalších oborech.

Nejdříve se zabývá terminologií a významem vizualizace a animace i s jejich základními metodami v obecném pojetí a poté i z pohledu prostředí geografického informačního systému. Seznamuje s pojmem geografický informační systém a představuje produkt ArcGIS, kde je shrnuta stručná historie vývoje tohoto produktu a výčet jeho částí. Seznamuje také se speciálním pluginem 3D Analyst, pomocí kterého lze vytvořit 3D model krajiny.

Dále obsahuje teoretický postup pro tvorbu, vizualizaci a animaci krajinného území v geografickém informačním systému.

Další částí této bakalářské práce je názorné a praktické zpracování dat v programu ArcGIS, kde jsou uvedeny jednotlivé kroky pro vizualizaci a animaci prostorového modelu území Melechovského masivu.

Poslední částí této bakalářské práce je vytvoření vizualizace a animace v jiném prostředí než ArcGIS na základě předchozí práce s tímto geografickým informačním systémem.

Obsah

ABSTRAKT.....	4
PŘEDMLUVA.....	5
OBSAH	6
1 CO JE TO VIZUALIZACE	11
1.1 VIZUALIZACE DATABÁZE	12
1.2 VIZUALIZACE MODELU DMR.....	13
1.2.1 Metoda vrstevnic	13
1.2.3 Hypsometrie.....	13
1.2.4 Stínování reliéfu.....	13
1.2.5 Bump mapping.....	14
1.2.6 Normal mapping.....	14
1.3 CO JE TO ANIMACE.....	15
1.3.1 2D animace.....	16
1.3. 2 3D animace.....	16
1.3.3 Ruční animace	16
1.3.4 Počítačová animace.....	17
1.4 ZÁKLADNÍ TECHNIKY OBECNÉ JEDNODUCHÉ ANIMACE	17
1.4.1 Posun.....	17
1.4.2 Rotace.....	17
1.4.3 Změna měřítka.....	17
2 CO JE TO VLASTNĚ GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM (GIS)	19
2.1 VYUŽITÍ VIZUALIZACE A ANIMACE V GIS	20
3 PROGRAM ARCGIS	21
3.1 FIRMA ESRI :HISTORIE A VÝVOJ.....	21
4 O PROGRAMU ARCGIS 9.2	22
4.1 ARCGIS DESKTOP:.....	23
4.1.1 ArcView	23
4.1.2 ArcEditor	23
4.1.3 ArcInfo.....	23
4.1.4ArcReader.....	23
4.1.5 ArcExtensions.....	23
4.2 SERVER GIS:.....	24
4.2.1 ArcGIS Server.....	24
4.2.2 ArcGIS Explorer.....	24

4.2.3 ArcGIS Imagine Server.....	24
4.3 MOBILE GIS:.....	24
4.3.1 ArcPad.....	24
4.3.2 ArcGIS Mobile.....	24
4.3.3 ArcGIS Desktop.....	24
5 NADSTAVBA 3D ANALYST	26
5.1 ARC SCENE	26
5.2 ARC GLOBE.....	26
6 TEORETICKÝ POSTUP TVORBY 3D MODELU V GIS	27
6.1 ZÁKLAD PRO TVORBU MODELU	27
6.1.1 Vrstevnice	27
6.1.2 TIN struktura	28
6.2 POŘÍZENÍ LETECKÉHO SNÍMKU	29
6.2.1 Georeferencování	29
7 JAK VYTVOŘIT ZÁKLAD K TVORBĚ 3D MODEL KRAJINY V ARCGIS	30
7.1 JAK VYGENEROVAT TIN MAPU.....	32
7.2 JAK VYGENEROVAT GRID	35
7.2.1 Co je to Rastr.....	35
7.3 PRVNÍ ZPŮSOB TVORBY RASTROVÉ MAPY.....	36
7.4 DRUHÝ ZPŮSOB TVORBY RASTROVÉ MAPY.....	38
7.5 VYTVOŘENÍ STÍNOVANÉHO POVRCHU HILLSHADE	41
7.6 LETECKÝ SNÍMEK	43
7.6.1 Orientace leteckého snímku.....	43
8 VIZUALIZACE 3D MODELU V ARCSCENE	45
8.1 UŽITEČNOST 3D MODELU.....	45
8.2 OTEVŘENÍ POTŘEBNÝCH VRSTEV	45
8.3 NAVIGAČNÍ PRVKY PROSTŘEDÍ ARCSCENE.....	46
9 POSTUP PRÁCE PRO VYTVOŘENÍ 3D MODELU V ARCSCENE	47
10 ANIMACE 3D MODELU V ARCSCENE.....	49
10.1 VYTVOŘENÍ ANIMACE POMOCÍ CAPTURE VIEW	49
10.2 VYTVOŘENÍ ANIMACE POMOCÍ TLAČÍTKA RECORD	50
10.3 NASTAVENÍ A OPĚTOVNÉ PŘEHRÁNÍ ANIMACE	50
10.4 VYTVOŘENÍ ANIMACE POMOCÍ CREATE KEYFRAME	51
10.5 SPRÁVA KLÍČOVÝCH SNÍMKŮ V ANIMATION MANAGERU	52
10.5.1 Záložka Keyframes	52
10.5.2 Záložka Track.....	52
10.5.3 Záložka Time view	52

10.6 Uložení animace do videosouboru a výběr kodeku.....	53
11 VIZUALIZACE 3D MODELU V 3DSMAX	54
11.1 EXPORT MODELU Z ARCSCENE DO PODPOROVANÉHO FORMÁTU.....	54
11.2 STRUKTURA IMPORTOVANÉHO MODELU.....	54
11.3 PŘEPRACOVÁNÍ SCÉNY	55
11.4 OBJEKTY VE SCÉNĚ	55
11.5 NASTAVENÍ SCÉNY PRO ANIMACI V 3DSTUDIOMAX.....	55
11.6 POUŽITÝ RENDER	56
11.7 KONVERT ANIMACE DO VIDEOSOUBORU	56
12 ZÁVĚR.....	57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	58
PŘÍLOHA A – UKÁZKY 3D MODELŮ V GIS	59
PŘÍLOHA B – UKÁZKY 3D MODELŮ V 3DS MAX.....	60

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Rastrová ukázka mapy s detailem	20
Obrázek 4.1 Diagram produktů a služeb tvořících ArcGIS.	22
Obrázek 4.2 Ukázka pracovního prostředí ArcGIS.	25
Obrázek 6.1 Obrázek znázorňující tzv. vrstevnice	27
Obrázek 6.2 Znázornění triangulace povrchu.	28
Obrázek 7.1 Zpřístupnění rozšiřujících modulů pro tvorbu 3D modelu	30
Obrázek 7.2 Výběr panelů 3D Analyst a Spatial Analyst.	31
Obrázek 7.3 Zobrazení nabídky Create TIN from Features	32
Obrázek 7.4 Okno pro práci s vybranou vrstvou.	33
Obrázek 7.5 Vytvořená TIN struktura se softlines a bez softlines.	33
Obrázek 7.6 Nabídka pro přidání dat pro TIN	34
Obrázek 7.7 Rozdíly oříznutého a neoříznutého TINu	35
Obrázek 7.8 Příklad zobrazení rastrové mapy.	35
Obrázek 7.9 Zvolení standardního nástroje pro vytvoření rastrové mapy.	36
Obrázek 7.10 Nastavení rastrové mapy pomocí TIN to Raster.	37
Obrázek 7.11 Záložka Symbology	37
Obrázek 7.12 Obrázek barevné schéma rastrové mapy	38
Obrázek 7.13 ArcToolbox a volba nástroje Topo to Raster	38
Tabulka 7.14 Tabulka nastavení jednotlivých prvků.	39
Obrázek 7.15 Nastavení nástroje Topo to Raster.	40
Obrázek 7.16 Vygenerovaný rastr pomocí nástroje Topo to Raster.	40
Obrázek 7.17 Nabídka pro nastavení stínovaného povrchu Hillshade	41
Obrázek 7.16 Vygenerovaný rastr pomocí nástroje Topo to Raster	41
Obrázek 7.19 Nastavení Rectify...	44
Obrázek 7.20 Nastavení výšky vrstev pro zobrazení ve 3D	48
Obrázek 10.1 Nástrojový panel Animation se základním popisem.	49
Obrázek 10.2 Nastavení animace	50
Obrázek 10.3 Tabulka pro tvorbu jednotlivých klíčových snímků	51

Seznam symbolů a zkratek

GIS – Geografický informační systém

2D – dvourozměrný obraz

3D – trojrozměrný obraz

GPS – Global position system

DMR – Digitální model reliéfu

TIN – Triangulated irregular network – struktura nepravidelné sítě trojúhelníků

Fps – frame per second – obrázů za vteřinu

TIF – Tagget image file (obrazový formát)

Avi – Audio Video interleave (formát videosouborů)

Mov – formát videa pro Quick Time

VRML – Virtual Reality Modeling Language

Wrl – typ souboru pro VRML

NTSC– National Television System Committee

1 Co je to Vizualizace

Už od počátku lidské civilizace má člověk potřebu představovat své myšlenky, pocity nebo své vize ostatním lidem, má tedy potřebu jakýmkoli způsobem komunikovat se svým okolím. Můžeme to vidět např. od pravěkých jeskynních maleb zobrazujících lov divokých zvířat, egyptské nástěnné malby zobrazující výjevy z mytologie, obrázkové písmo, hliněné destičky a římské svitky nebo vynález knihtisku po moderní zobrazovací metody a techniky v počítačích.

Termín vizualizace je tedy velmi široký pojem, který je nutno vysvětlit a přiblížit. Mimo tvorbu na digitálních prostředcích vizualizace představuje obrazové vyjádření v dnešní době většinou v papírové podobě. Může se jednat opět o text, obrázky, mapy atd.

Při digitální práci, tedy práci s počítačem nebo jakýmkoli jiným digitálním pracovním prostředkem termín vizualizace v podstatě představuje jakékoli zobrazení na monitoru počítače nebo na jiném zobrazovacím prostředku. Můžeme tedy vizualizovat jakoukoli práci, může se jednat o text, obrázky, videosekvence atd.

Pro potřeby této bakalářské práce na téma „Vizualizace a animace v GIS“ si můžeme použít např. tuto definici.

Pod pojmem vizualizace si lze představit různě složitý proces, při kterém se z abstraktních dat, jako např. (návrhů, geografických souřadnic) získávají pomocí různých metod, nástrojů a postupů konkrétní grafické výstupy, nejčastěji ve formě plánů nebo obrazů, tedy dat, pomocí kterých můžeme získat konkrétní nebo upřesňující představy o předmětu našeho zkoumání.

Velká síla vizualizací tkví v tom, že je možné vycházet nejen z reálně naměřených nebo vypočtených hodnot, ale i z čistě abstraktních představ, u kterých nemáme žádná data k dispozici a to nejen statické obrazy ale i animace nebo videa.

Vizualizace se dají vytvářet jako grafické výstupy pomocí různě zaměřených a specializovaných programů, které obsahují nástroje pro jejich tvorbu. Výsledkem takovéto vizualizace může být jak 2D grafický výstup jako například geografické mapy nebo 3D reprezentace. Takovéto vizualizace jsou složitější než v případě 2D grafického výstupu, protože kromě os X a Y (tedy os které označují přesné místo ve 2D) také osu Z, která umožňuje zobrazit bod v prostoru. Vytvářejí se zpravidla modelováním nebo převodem dat do grafické podoby za pomoci různě složitých metod. Může se jednat

třeba o samotnou reprezentaci povrchu krajiny na základě naměřených dat jako třeba souřadnice GPS, údaje o nadmořské výšce atd.

Obsluha prostorových dat je definována jako získávání, uložení, manipulace a vizualizace v kontextu konkrétní aplikace. Kartografická vizualizace je obecně považována za proces konverze prostorových dat z databáze do grafického vyjádření.

Vizualizace, jako různě složitý proces se také liší podle účelu pro který je zamýšlena. Výsledek vizualizace pak hraje novou roli, protože není pouze komunikačním prostředkem, ale také nástrojem pro podporu procesu myšlení.

Ve výsledku lze vizualizace prezentovat nejjednodušeji na monitoru počítače nebo je pomocí projektoru zobrazit na plátně nebo samozřejmě vytisknout jako plán nebo obraz na papír v libovolných velikostech a rozlišeních.

Vizualizace tedy představují velmi mocný prvek, díky kterému je možné lépe si představit daný zkoumaný objekt zájmu a pomáhá tak řešit problémy nebo problémům třeba i předejít, protože grafické výstupy vizualizace lze vždy snadněji pochopit než jen samotný psaný text.

1.1 Vizualizace databáze

Abychom mohli prostorová data zpracovávat a přetransformovávat do grafické podoby, je velmi důležité, aby byla správně zpracovaná data dobře zařazena a strukturována v prostorové databázi. Správně strukturovaná databáze nám potom dovoluje poskytovat odpovědi na otázky dotazované aplikačním polem.

Při vizualizaci je vykreslení objektu na obrazovce výsledkem obrazové zobrazovací metody, která je přímo definována na objektové třídě. Lze využívat hodnoty atributů, sledovat ukazatele, které mají vazby na jiný objekt pro získání a vizualizování požadované informace. Dále obsahuje jednotlivé geometrie, umožňuje modifikaci jednotlivých objektů.

Sherill v roce 1995 a Vosloň v roce 1997 popsali možnosti GIS systémů pro kartografickou vizualizaci. Jsou určeny ke zpracování geografických dat. Primárně slouží k popisu jednotlivých entit, které se vyskytují nebo mohou vyskytovat na zemském povrchu a také popisují vztahy mezi těmito entitami, tedy jejich topologii nebo strukturu. Jednotlivé prvky jsou popisovány schematicky a stěžejní základní kámen pro implementaci obsahuje právě databáze.

Reprezentace obsahu databází má tedy hlavně praktický a orientační účel, protože zpřehledňuje a zjednodušuje práci.

1.2 Vizualizace modelu DMR

Metody vizualizace DMR v zásadě závisí na tom, jaké objekty jsou zobrazovány.

Podle dimenze můžeme rozlišit modely na:

- 2 D - Pak se jedná o rovinné objekty.
- 2,5 D - Jedná se o jakýsi přechod mezi 2D a 3D. Jsou to v podstatě 2D objekty, které mají v souřadnicových bodech X a Y také výškovou souřadnici Z jako atribut.
- 3 D - Ke každému bodu X a Y existuje množina souřadnic Z.
- 4 D - Jsou to v podstatě 3D objekty, které se mění v čase.

Základní metody vizualizace 2D nebo 2,5D lze zařadit k metodě vrstevnic, barevná hypsometrie nebo stínování reliéfu.

1.2.1 Metoda vrstevnic

Mohou být použity vrstevnice vygenerované z gridu nebo z TIN struktury nebo vrstevnice získané digitalizací kartografických map.

1.2.3 Hypsometrie

Při vizualizaci této metody se jednotlivé obrazové body/pixely modelu obarví podle barevné škály na základě převýšení modelu. Barevná škála může být jak jednobarevná, tak i vícebarevná. Obecně je vžita jakási norma, která říká od jaké nadmořské výšky bude jaká barva reprezentovat danou část modelu, ale je i možné přiřadit nebo vytvořit jinou barevnou škálu.

1.2.4 Stínování reliéfu

Tato metoda je založena na přiřazování světelných odstínů těm obrazovým bodům/pixelům, jejichž normála svírá vzhledem k světelným paprskům nejmenší úhel.

Je však možné použít i jiné pokročilé metody vizualizace. Tyto pokročilé metody se však ve valné většině případů používají v jiných oborech počítačové vizualizace, jako například v počítačových hrách nebo třeba při důležitých a detailních studiích krajiny. Pomocí těchto pokročilých metod lze dosáhnout velmi vysokého stupně realizmu, avšak jejich zpracování vyžaduje mnohem více času. Algoritmus, který je nutný pro zpracování těchto metod zpracovává velmi velké množství dat. Musí zpracovat několik různých nastavení jedné scény, které mohou navzájem ovlivňovat, tato nastavení se nakonec složí do jednoho obrazu. Zpracovává například nastavení intenzity, barvy a směru světla, tato nastavení přímo ovlivňují stíny ve scéně, odlesky nebo odrazy materiálů a dalších vlastností. Dále je nutné aby uměl zpracovávat různé druhy mapování, může se jednat o jednoduché mapování 2D textur nebo 2,5D textur (bump mapping), kdy tento druh mapování vytváří jakousi iluzi hloubky modelu.

1.2.5 Bump mapping

Jak už bylo řečeno, tento druh mapování vytváří jakousi iluzi hloubky modelu. V podstatě se jedná o mapu ve stupních šedi, která se přidá jako mapa k modelu. Lze tak dosáhnout větší věrohodnosti a realističnosti. Pro bump mapping lze použít i mapu barevnou, ale algoritmus bude barevnou škálu mapy ignorovat a převede ji na stupně šedivé. Tmavější místa pak budou vzdálenější než místa bílá, která budou blíže.

Nevýhodou této mapy je její nepřizpůsobivost na nastavení světelných podmínek ve scéně. Při změně směru světla totiž bump mapping nevrhá stín, vytváří jen jakousi plasticitu, proto se nedoporučuje tuto techniku používat při velkém detailu na zaměřený objekt.

1.2.6 Normal mapping

V dnešní době je to asi nejnovější technika, která vám dovolí přidat na realističnosti vašeho modelu. Normal mapy se většinou vytvářejí ve specializovaných programech a vytvářejí se přímo na modelu. V praxi to znamená, že detaily, jako je například zvrásnění nebo hloubka, kreslíme přímo na modelu. Můžeme tak vytvořit velmi realistické a věrohodné mapy. Po nakreslení detailů na model program vygeneruje normálovou mapu, kterou přidáme do našeho modelu. Výhodou této techniky je fakt, že oproti bump mappingu bude váš model při změně směru světla vrhat také stíny ve správném sklonu a orientaci.

1.3 Co je to animace

Slovo animace je velmi starým slovem. Jeho původ je řecký a v nadneseném slova smyslu znamená oživení nebo oživování. V dnešní době tedy naprosto správně pojmenovává to, co se ve velké většině případů odehrává na monitorech počítačů, televizích, kinech a dalších zobrazovacích prostředcích. Dá se tedy říci, že animace je proces, při kterém používáme takových metod, které nám dopomohou k tomu, abychom vdechli život neživým statickým obrazům, které reprezentují nějaký pohyb.

Lidské oko není dokonalým orgánem, důkazem je klasická animace nebo video. Lidskému oku se při sledování animace zdá, že je jedním plynulým a souvislým pohybem, který se nám promítá na obrazovku nebo plátno. Pravda je ale jiná.

Základem samotné animace jsou jednotlivé statické obrázky/snímky, které po propojení vytvoří animaci nebo video. Jelikož oko není dokonalé, stačí pro plynulou animaci nebo video, aby rychlost zobrazování jednotlivých obrazů byla 24 za vteřinu. Při této rychlosti už oko nepozná, že se jedná o jednotlivé obrázky míhající se jeden za druhým, ale vidí souvislý pohyb.

Každý snímek se v každé vteřině se obsahově liší podle toho, jak rychlý nebo naopak pomalý pohyb chceme aby daný objekt vykonal.

Pokud například chceme, aby přelet nad krajinou vypadal jako z tryskového letadla, pak je nutné, aby v jedné vteřině animace byla tato rychlost správně interpretována. V praxi to znamená, že „urazíme“ animací v jedné vteřině větší vzdálenost. Pokud bychom naopak chtěli animaci zpomalit, pak je nutné, aby byly mezi jednotlivými snímky/obrázky v jedné vteřině jen velmi malé rozdíly. Rozdělíme tak například jeden pohyb třeba do tří vteřin. Rychlost animace se tedy řídí těmito jednoduchými pravidly. Standardem pro zobrazování plynulého pohybu v Evropě je 24 nebo 25 snímků za vteřinu, v Americe je to pak 30 snímků za vteřinu. Můžeme se také setkat se zkratkou např. 25 fps znamená frame per sekund (obrazů za vteřinu).

Obecně je tedy animace proces, při kterém vytváříme a spojujeme jednotlivé obrázky takovým způsobem, aby vznikl plynulý pohyb. Animace se dají vytvořit v podstatě dvojím způsobem. Pokud se jedná o 2D animace, pak vybíráme jednotlivé snímky do každé vteřiny nebo popřípadě i interaktivně. Pokud se jedná o 3D animaci, pak téměř vždy lze v programu, který vytváří animaci vytvořit celou komplexní vymodelovanou 3D scénu a pak v této scéně pomocí speciálních metod a nastavení řídit tuto animaci interaktivně.

Animace se dá v zásadě rozdělit podle velkého množství kritérií. Nejzákladnější rozdělení animace je asi podle použitých dimenzí. Lze je tedy rozdělit na 2D a 3D animace.

1.3.1 2D animace

2D animace jsou v rovině, protože se jedná o zobrazení v osách X a Y. Klasickou 2D animací je kreslení jednotlivých snímků na papír, ale může se jednat i o animaci počítačovou. Kdy je pohyb objektu omezen jen na pohyby nahoru, dolů, doleva, doprava.

(Pro zjednodušení si lze představit že krabice by byla reprezentována jako čtverec.)
Nebo může být také reprezentována tak, že přikreslujeme jakousi iluzi třetí dimenze osy Z. Lze tak dosáhnout určité plasticity. (Pro představu si lze představit krabici tak, že jsou v podstatě vidět 3 její strany a na krabici je pohlíženo z perspektivy.)

1.3. 2 3D animace

3D animace je komplikovaná, protože je nutné nejdříve vymodelovat jednotlivé objekty ve 3D zobrazení a poté je naanimovat v pohybu. Tvoření se zásadně provádí pomocí počítače. Vytváříme tak v mnoha případech velmi propracované a složité modely při použití i velmi složitých animačních technik. Je nutné tedy vytvořit všechny 3 dimenze objektu. (Krabice musí být nejdříve vymodelována jako 3D objekt.)

1.3.3 Ruční animace

Dále se animace může dělit podle použitých nástrojů na ruční a počítačovou animaci. Ruční animace se vytváří ručně, kdy umělec kreslí každý jednotlivý snímek. Do této kategorie zapadá i animace s méně obvyklými materiály, jako je například modelína nebo loutky. Umělec tvaruje jednotlivé pohyby objektu, tyto dva příklady animace však probíhají za pomoci filmařského vybavení. Ruční animace se však neobejde bez digitalizace, protože je nutné nějakým způsobem jednotlivé snímky pospojovat, aby tvořily jednu ucelenou sekvenci. Většinou se obrázky naskenují do počítače a propojí pomocí specializovaných programů. Ruční animace však může probíhat i na počítači, kdy za pomoci např. tabletu kreslíme jednotlivé snímky a můžeme je efektivněji upravovat.

1.3.4 Počítačová animace

Počítačová animace se může dělit na kreslenou animaci nebo na realistickou.

Klasickou kreslenou animací může být například seriál Simpsonovi, kdy je použito jako materiálů pro objekty jen vybarvení určitou barvou. Realistická animace vyhlíží už jako skutečnost nebo se skutečnost snaží napodobit. Materiály objektů tedy vyhlížejí jako ve skutečnosti.

Dále se může dělit podle použitých nástrojů na jednoduchou animaci, při které používáme základní techniky jako je posun, rotace a změna měřítka nebo složitou, která je využívána především u filmu a her, kdy je možné animovat pohyby zvířat i lidí a to nejen pohyby jako je chůze, ale i obličejovou mimiku. Můžeme ovlivňovat nastavení světel, oblohy nebo i simulovat počasí jako je déšť, sníh mlha a podobně.

1.4 Základní techniky obecné jednoduché animace

Jednoduchá prostorová animace se skládá ze 3 základních technik.

Jedná se o: Posun, Rotace a Změna měřítka

1.4.1 Posun

Může jít o posun jak jednotlivých objektů, světel, tak i celých scén a to v jakémkoli směru. Jak osy X,Y i Z.

1.4.2 Rotace

Další jednoduchou technikou pro základní animaci je rotace a to opět podle jakékoli osy. Může se jednat například o rotaci planety okolo zemské osy. Rotace pohyblivých součástí strojů, nebo ve spojitosti s GIS systémy rotace kamery okolo vytvořeného modelu krajiny.

1.4.3 Změna měřítka

Poslední technikou je změna měřítka. Změna měřítka se však chová poněkud jinak, pokud se provádí změna měřítka podle všech os najednou, pak se objekt skutečně mění podle všech os rovnoměrně. Pokud provádíme změnu měřítka jen podle jedné nebo dvou os, pak se objekt poněkud deformuje, to znamená, že objekt mění měřítko jen těch os, které jsme si vybrali a ostatní jsou zachovány.

Mezi jednoduché animační techniky může být zařazeno také animování kamery, kdy měníme směr nebo vzdálenost ohniska od objektu, můžeme k tomu použít již

zmíněné techniky posunu nebo rotace. Dále lze kameru animovat podle již dříve nadefinované trajektorie. V praxi se lze setkat s vytvořenými liniemi, které lze ke kameře při animačním procesu připojit a kamera poté kopíruje směr a dráhu linií nebo pomocí souřadnic a dalších navigačních prvků.

2 Co je to vlastně Geografický informační systém (GIS)

Pod pojmem geografie si většinou lidé představí nějakou krajinu, která je objektem zkoumání nebo v lepším případě si někteří uvědomí, že pro vytvoření krajiny, kterou chceme přenést do použitelné formy ať už jako pro vytvoření 2D map jakéhokoli území nebo pro vytvoření 3D modelu krajiny, je nutné projít procesem, pomocí kterého získáme data právě pro vytvoření použitelných map ať už na jakékoli použití.

Pro lepší názornost uvedu tento příklad. Pokud bychom potřebovali vědět prodej nebo nákup pozemků v určité námi stanovené oblasti, která se mění v závislosti např. na vzdálenosti od města, na typu půdy, na tom jestli se vybraná oblast nachází třeba v záplavové oblasti nebo jestli je v oblasti zástavby rychlostních komunikací, je nutné všechny tyto informace, které přímo ovlivňují cenu pozemku zpracovat a vytvořit mapu nebo model, který nám znázorní dostupnost pozemku.

Geografický informační systém tedy zpracovává velké množství informací, které jsou nutné pro správnou reprezentaci mapy nebo modelu dané úlohy.

Ve stručnosti lze GIS pochopit několika způsoby :

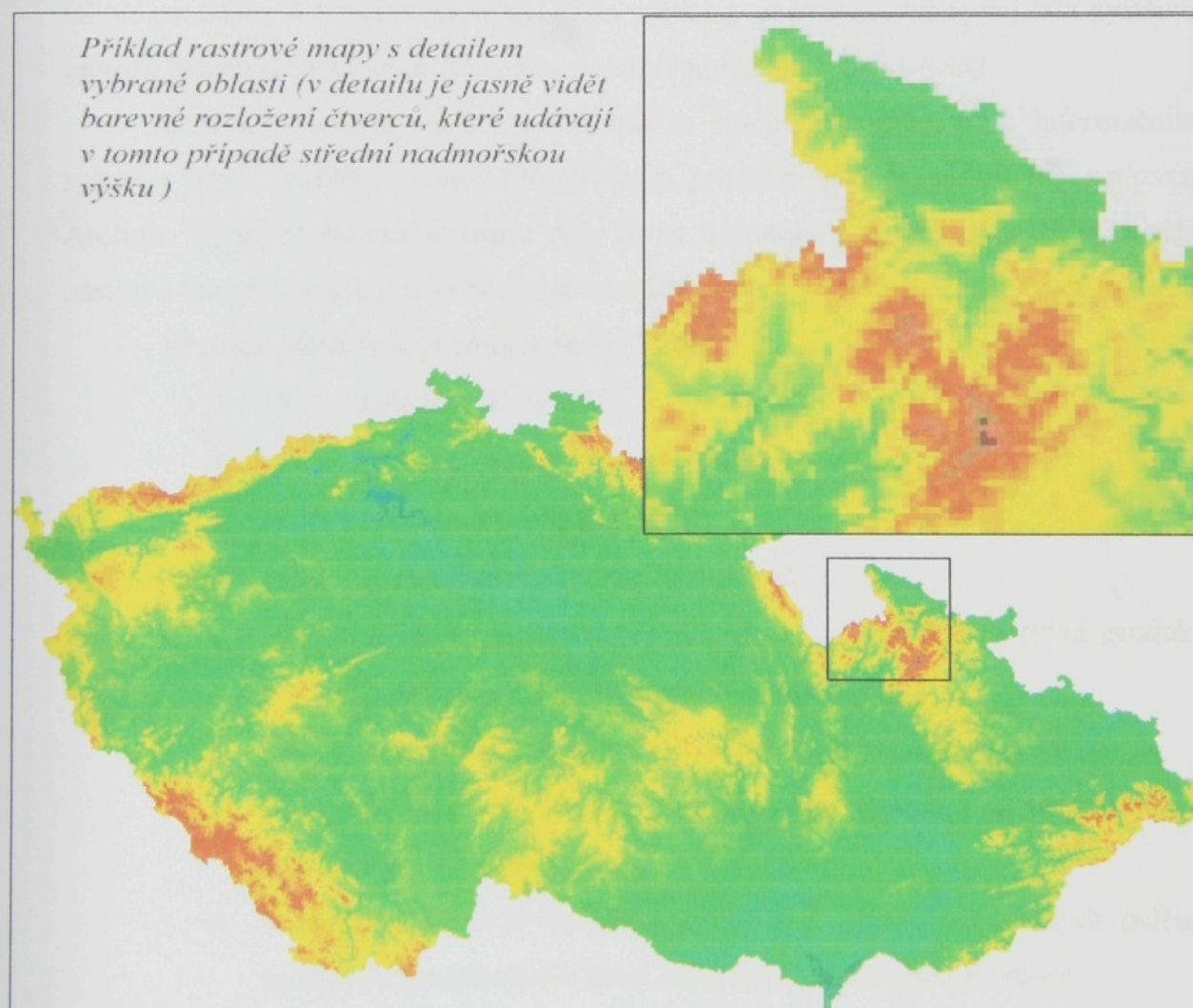
- Lze jej použít jako nástroj pro tvorbu a zobrazení map. Tento způsob je dobrý zejména pro ty uživatele, pro které je nejdůležitější 2D reprezentace. Tedy reprezentace zejména v papírové podobě.
- Jako nástroj pro zobrazení prostorové analýzy a modelování ve 3D. Pomocí tohoto způsobu můžeme získávat nové informace na základě vztahů mezi jednotlivými objekty.
- Jako databáze kde pracuje jako nástroj pro správný návrh, organizaci a implementaci geodatabázi pro inventarizaci dat.

Využití vizualizace v GIS je velmi různorodé a lze jej aplikovat do různých oborů:

- V ekologii (vývoj krajiny)
- V kartografii (digitální zpracování map)
- Povodí ČR (simulace zátopových oblastí)
- Ve státní správě (evidence majetku, parcel, nemovitostí)
- Pro správu inženýrských sítí (technické sítě, energetika)
- Ve stavebnictví (např. tvorba územního plánu, strategického plánu)

2.1 Využití vizualizace a animace v GIS

Využití vizualizací 3D reprezentace modelu má mnohé široké možnosti upotřebení (viz.výčet na předchozí stránce). Naprosto ukázkovým příkladem může být využití vizualizace v praxi, třeba ve stavebnictví. Normálním jevem každé stavební společnosti je snižování nákladů. Pomocí GIS systémů lze po vytvoření krajiny pro pozdější zástavbu předejít problémům, se kterými by se projektanti jinak mohli potýkat. Reprezentace 3D modelu území, které se má zastavět, tak díky své názornosti může velmi dobře přispět projektantům a inženýrům při představování svých nápadů. Tímto způsobem tedy můžeme neocenitelně snížit velikost nákladů daného projektu. Navíc při simulaci a animaci krajiny lze pracovat v GIS systémech v reálných časech, takže při změně údajů můžeme skoro okamžitě a přehledně vidět změny a dopady na zkoumané území.



*Obr.2.1 Rastrová ukázka mapy s detailem (Upraveno pro potřeby dokumentu ,
přejato z The Earth Resources Observation Systems (EROS))*

3 Program ArcGIS

3.1 Firma ESRI :Historie a vývoj

Historie firmy ESRI (Enviroment Systém Research Institut) se začala psát v roce 1961 v Redands v Kalifornii, kdy manželé Jack a Laura Dangermondovi tuto firmu založili. Během 70. let se firma zabývá vývojem základních principů GIS tak, aby byly použitelné pro praktické a reálné projekty, přičemž se samotným vývojem softwaru ještě nezabývá.

První geografický informační systém spatřil světlo světa až v roce 1982 a byl uveden pod názvem Arc Info. Ve stejném roce firma ESRI uspořádala první uživatelskou konferenci. Tato konference se sestávala z 18 lidí přímo v kanceláři firmy. V roce 1986 vznikl první GIS pro stolní počítače pod názvem PC ArcInfo. Vydáním tohoto produktu si firma otevřela dveře do světa a v podstatě začal vývoj GIS systému, protože během devadesátých let rostlo globální povědomí o firmě ESRI.

Dalším milníkem na své cestě stát se špičkou geografického informačního systému firma dosáhla v roce 1996 vydáním produktu pod Windows NT s názvem ArcInfo. Vydáním tohoto softwaru dala firma uživatelům do rukou první ucelenější nástroj a upevnila si tak pozici světového leadra na trhu.

Přehled historie a produkty firmy ESRI:

- 1961 – Založení firmy ESRI
- 1982 – První informační systém ArcInfo
- 1996 – ArcInfo pro Windows NT
- 1996 – ArcExplorer (jednoduchý desktop)
- 1999 – ESRI vydává ArcInfo 8 a ArcIMS (Jedná se o první produkt, který řeší zobrazování a integraci dat s Internetem.)
- 2001 – ArcGIS 8.1 (Jedná se o první komplexní produkt.)
- 2004 – ArcGIS 9 (Oproti minulé verzi vylepšen kromě jiného o ArcEngine a ArcGIS Server.)
- V současné době je na trhu ArcGIS 9.2 s podporou různých dalších nadstaveb usnadňujících práci nebo řešící rozmanité problémy.
- Plánované vydání ArcGIS 9.3 je naplánováno na rok 2008.

4 O programu ArcGIS 9.2

ArcGIS je profesionální program pro tvorbu, editaci, vizualizaci geografického prostředí. Jedná se o geografický informační systém, který je v současné době špičkou ve svém zaměření na světovém trhu. V programu jsou v podstatě vimplementovány 3 důležité části, které jsou základem k řešení problémů s tvorbou, analýzou nebo modelováním geografického prostředí.

Jedná se o:

- Integrované sady aplikací ArcGIS Desktop.
- Sadu Server ArcGIS pro problematiku serverů a internetu.
- Sadu Mobile GIS pro práci v terénu.



Obr. 4.1 Diagram produktů a služeb tvořících ArcGIS.

4.1 ArcGIS Desktop:

Základem sady pro desktop jsou 3 základní části.

4.1.1 ArcView

Tvoří ho sadu aplikací, které jsou Catalog, Map, Model Builder a okno Toolbox. V ArcView se dají mapy tvořit nebo i pomocí analýz z map informace získávat. Dále je možné mapy navrhovat nebo přidávat jednotlivé vrstvy map.

4.1.2 ArcEditor

Má stejné vlastnosti jako ArcView, ale navíc se v něm dají tvořit a spravovat geodatabáze. Řeší tedy problémy správy datového modelu geodatabáze. Umožňuje práci s objekty a jejich vztahy, s topologií, třídou kót a dalších funkcí pro vytváření geodatabázových modelů.

4.1.3 ArcInfo

Opět obsahuje funkcionalitu nejen ArcView i ArcEditor, ale obsahuje více než 200 možných nástrojů a funkcí pro zpracování prostorových dat, provádět analýzy vektorových dat, převody geometrií. Dále můžete vytvářet a editovat popisky k mapám.

4.1.4 ArcReader

Jak už název napovídá, jedná se o prohlížeč. Touto aplikací lze prohlížet vytvořené mapy. Má velmi podobnou stavbu jako ostatní aplikace v GISu a má i velmi podobný vzhled. Z této aplikace lze mapy velmi přehledně prohlížet nebo podle potřeby tisknout nebo dopisovat poznámky.

4.1.5 ArcExtensions

Jedná se o jednotlivé doplňující aplikace, které řeší nejrůznější problémy, může se jednat například o 3D Analyst řešící problematiku 3d modelů krajiny. Pomocí Spatial Analyst můžete provádět analýzy rastrových i vektorových dat. Další rozšíření pak řeší například podporu dalších prostorových formátů nebo hledání v mapách, nalezení nejkratších cest z bodu A do bodu B a další funkce.

4.2 Server GIS:

4.2.1 ArcGIS Server

Konfigurátor webových aplikací. Obsahuje nástroje pro správu, které lze dále upravovat a optimalizovat chod serveru.

4.2.2 ArcGIS Explorer

Jedná se o prohlížeč geoprostorových dat. Má velmi příjemné ovládání a přehledně a logicky uspořádanými ovládacími prvky. Prohlížet lze 2D i 3D obrazová data.

4.2.3 ArcGIS Image Server

Řeší problémy s růstem objemu dat, distribuci a publikování více obrazů při uchovávání jen jednoho zdroje dat. Zpracování obrazu je řešeno dynamicky.

4.3 Mobile GIS:

Jedná se o řešení pro práci přímo v terénu. Jsou to tedy řešení určená pro mobilní zařízení, která lze v terénu použít. Může se jednat například o notebook, kapesní počítač PDA nebo PC Tablet. Pomocí těchto zařízení ve spojení s řešením Mobile GIS pak lze upravovat nebo doplňovat data přímo na místě.

4.3.1 ArcPad

Jedná se o produkt řešící práci v terénu přímo v terénu. Tento software je založen na operačním systému Windows. Umožňuje práci s databázemi, mapováním a pracuje s GPS souřadnicemi. Podporuje rastrová i vektorová data. Dále obsahuje základní navigaci po mapě, měření i navigaci pomocí GPS.

4.3.2 ArcGIS Mobile

Produkt je navržen pro mobilní zařízení, která mají díky práci v terénu nepravidelné připojení k serveru.

4.3.3 ArcGIS Deskop

Tento produkt je primárně navržen pro ty mobilní zařízení, která obsahují tzv. technologii digitálního pera. Může se jednat o PDA nebo přímo tablet. Produkt obsahuje speciální nabídkový panel PC tablet, který práci s digitálním perem usnadňuje. Lze tak

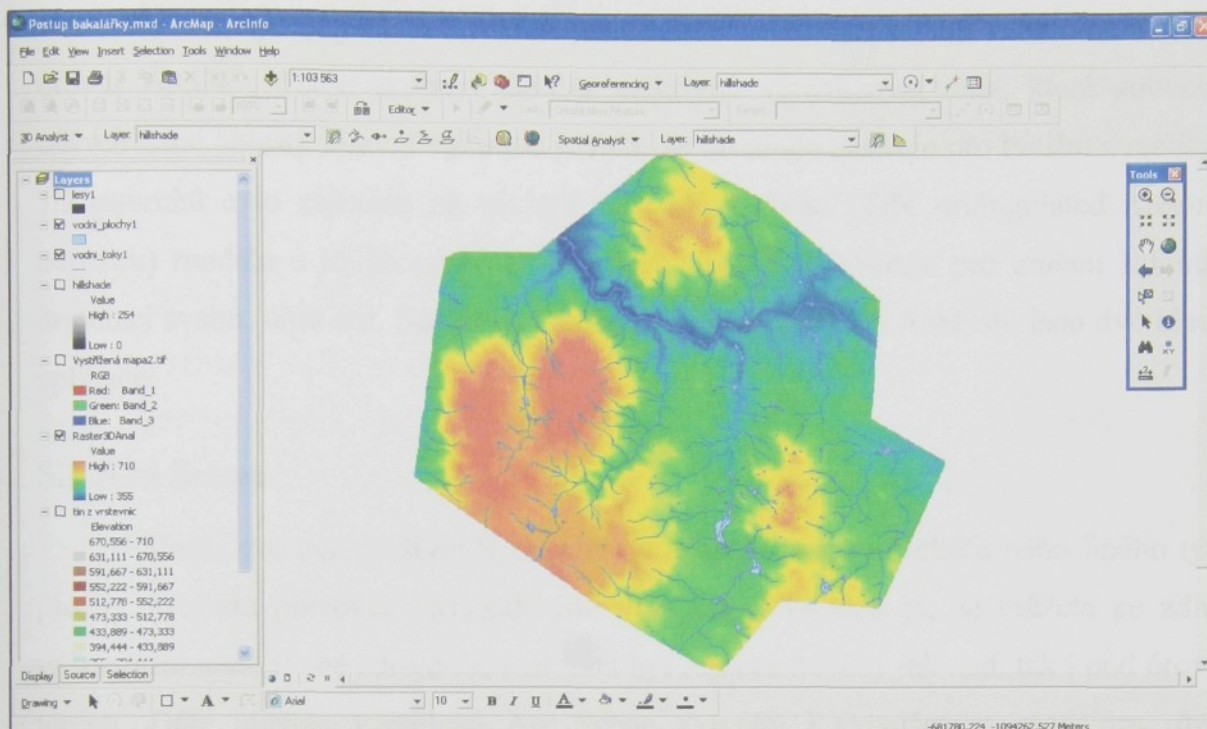
Server GIS

ArcGIS Server
ArcGIS Explorer
ArcGIS Image Server

Mobile GIS

ArcPad
ArcGIS Mobile
ArcGIS Desktop

vybírat jednotlivé nabídky, tlačítka, efektivně kreslit po mapě, nebo psát doprovodné poznámky.



*Obr.4.2 Ukázka pracovního prostředí ArcGIS. Konkrétně prostředí ArcInfo.
(Na obrázku je vidět hlavní okno, základní nástrojový panel Tools a okno Layers
pro práci s jednotlivými vrstvami.)*

5 Nadstavba 3D Analyst

3D Analyst je jednou z volitelných nadstaveb. Lze ji použít v libovolné uvedené úrovni ArcGIS. Tento produkt dokáže efektivně vizualizovat data, která zobrazují povrch dané oblasti. Hlavní výhodou je fakt, že obsahuje nástroje pro tvorbu a realizaci 3D povrchů a to zejména na základě trojúhelníkového (TIN -triangulated irregular network) modelu a jejich analýzu. Obsahuje například nástroje pro změnu sklonu a orientaci svahu, úhlu atd. Samotným základním kamenem 3D Analystu jsou dvě hlavní aplikace.

5.1 Arc Scene

Slouží pro perspektivní zobrazení na základě průběhu reliéfu nebo jiného typu plochy. Dokáže pracovat s jednotlivými vrstvami. Výhodou je, že můžete ke zdroji výšek přiřazovat různé zdroje dat a mohou být reprezentovány jak nad, tak i pod úroveň terénu. Dále můžete v aplikaci Arc Scene vytvářet k vytvořeným modelům různé efekty, jako je například možnost nasvítit podle potřeby vámi vytvořený model světlem, které bude ve scéně imitovat slunce, nebo můžete vytvářet barevné přechody na obloze. Dalším užitečným efektem dobře využitelným i v animaci je vytváření přeletů nad vámi vytvořeným modelem. Tato vlastnost pak ještě více umocní a zpřehlední celkový přehled nad krajinou. Výsledek své animační práce pak lze exportovat do formátu .avi nebo .mov.

5.2 Arc Globe

Druhou aplikací je Arc Globe. Tato aplikace je důležitá pro zobrazování jednotlivých vrstev dat a tvorbu a zmíněnou analýzu povrchů. Jednotlivé vrstvy jsou pak zobrazovány v jediném globálním celku. Obecně se dá říci, že tato aplikace ulehčuje řešení vizualizace v prostředí programu ArcGIS a to v rozmanitých oblastech, jako jsou např. územní plánování, hydrologie a další ať už v civilní nebo vojenské sféře.

6 Teoretický postup tvorby 3D modelu v GIS

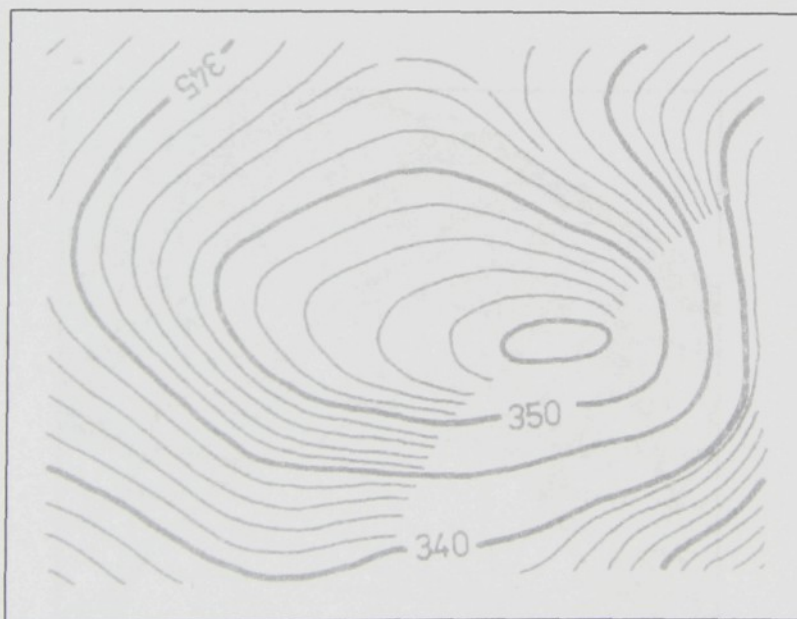
Obecný postup pro vytvoření prostorového modelu krajiny se v prostředí libovolného geografického informačního systému řídí pomocí dílčích kroků. Pokud jsou tyto kroky správně zpracovány, výsledkem je 3D model krajinného území. Následující řádky popisují jednotlivé kroky postupu až ke konečnému řešení.

6.1 Základ pro tvorbu modelu

Abychom byli schopni vytvořit prostorový model krajiny, je nutné, abychom měli k dispozici data, ze kterých je možné 3D model sestojit. Základní data pro vytvoření 3D modelu vycházejí z měření tzv. vrstevnic. Na základě těchto dat je možné již v obecném GIS prostorový model krajiny vytvořit. V prostředí obecného GIS se vytváří tzv. TIN model.

6.1.1 Vrstevnice

Vrstevnice se dají definovat jako uzavřené linie nebo křivky v mapě nebo krajině, které spojují body s určitou nadmořskou výškou. Tyto jednotlivé křivky jsou od sebe vzdáleny o určitý pravidelný rozdíl. Tento výškový rozdíl mezi vrstevnicemi určuje tzv. ekvidistance, což je základní interval vrstevnic.



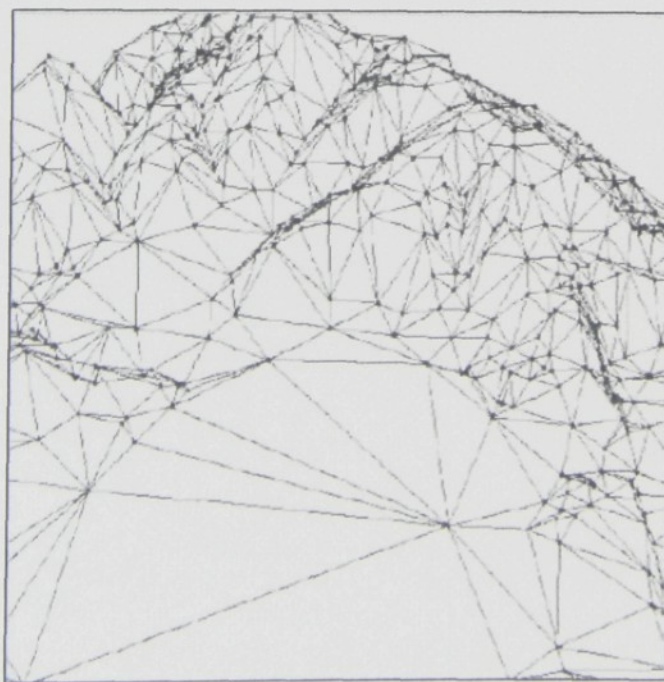
Obr 6.1 Obrázek znázorňující tzv. vrstevnice

6.1.2 TIN struktura

TIN (triangulated irregular network) je digitální datová struktura používaná v zeměpisném informačním systému (GIS) pro reprezentaci povrchu. TIN je založen na vektorové reprezentaci fyzického zemního povrchu, vytvořeného z nepravidelně distribuovaných uzlů a linií v trojrozměrných souřadnicích (x, y , a z), která byla uspořádána v síti nepřechýlujících trojúhelníků. Výhoda používání TINu tkví v tom, že body z TINu jsou distribuované proměnnými založenými na algoritmu určujícím které body jsou nezbytné k přesné reprezentaci terénu. TIN má tu výhodu, že je schopný reprezentovat terén ve třech dimenzích.

TIN zahrnuje trojúhelníkovou síť bodů, známých jako hmotné body, s přidruženými souřadnicemi třech rozměrů spojených liniemi tvoří trojúhelníkovou strukturu. Trojrozměrné vizualizace jsou pohotově vytvořené vykreslováním trojúhelníkových plošek. V těch oblastech, kde je malá změna výšky, budou mezi body větší mezery a plošky budou také větší, zatímco v oblastech větších výškových změn je bodová hustota vyšší a plošek je více a jsou menší.

TIN je založen na Delaunayho triangulaci, tato metoda je omezená výběrem vstupních referenčních bodů. Dobře volené body budou umístěné tak, aby zachytily významnou změnu povrchu, jako jsou zlomy svahů, hřebenů, údolní, propastí nebo sedel.



6.2 Znáznornění triangulace povrchu.

6.2 Pořízení leteckého snímku

Dalším krokem pro realistickou tvorbu modelu je pořízení leteckého snímku. K tomuto účelu je možné použít letecký nebo družicový snímek. Ideální snímek je takový, který disponuje velkým rozlišením dané krajiny, dalším důležitým prvkem kvalitního snímku je obraz bez nežádoucích objektů, jako je například oblačnost, která poněkud znepráhledňuje ráz krajiny.

Po pořízení snímku je nutné, aby snímek prošel procesem tzv. georeferencování.

6.2.1 Georeferencování

Georeferencování je proces, při kterém určujeme prostorovou polohu geoprvků pomocí souřadnic v geodetickém referenčním systému.

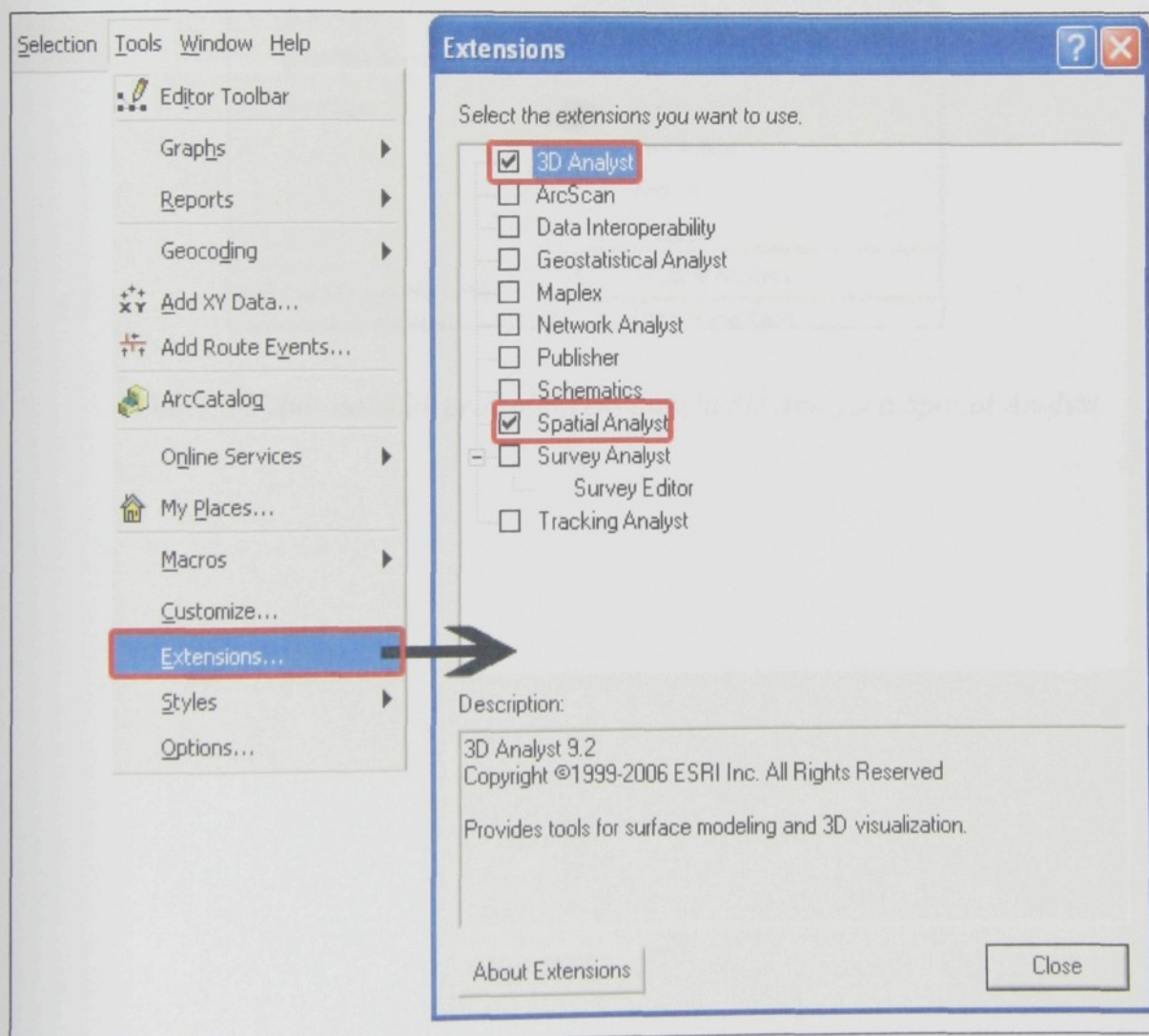
Georeferencovat se tedy obecně dají touto metodou libovolné prvky v geografickém informačním systému. V případě leteckého nebo družicového snímku tedy obraz nanášíme na model tak, aby se shodoval s jeho souřadnicemi vzhledem ke skutečnosti. Georeferencovat je ve většině případů více způsobů. Je možné například kliknout do přibližného místa na mapě a poté na modelu a mapa se tímto přizpůsobí. Nebo přesněji pomocí přesně odečtených souřadnic.

7 Jak vytvořit základ k tvorbě 3d model krajiny v ArcGIS

Jelikož musíme pro vytvoření 3d modelu vyhotovit z daných dat nejdříve takzvanou TIN strukturu, která je základem modelu, musíme hned po otevření ArcGIS 9.2 otevřít výše zmíněný 3d Analyst a také Spatial Analyst pro práci s vektorovými a rastrovými daty, který se strukturou TIN pracuje.

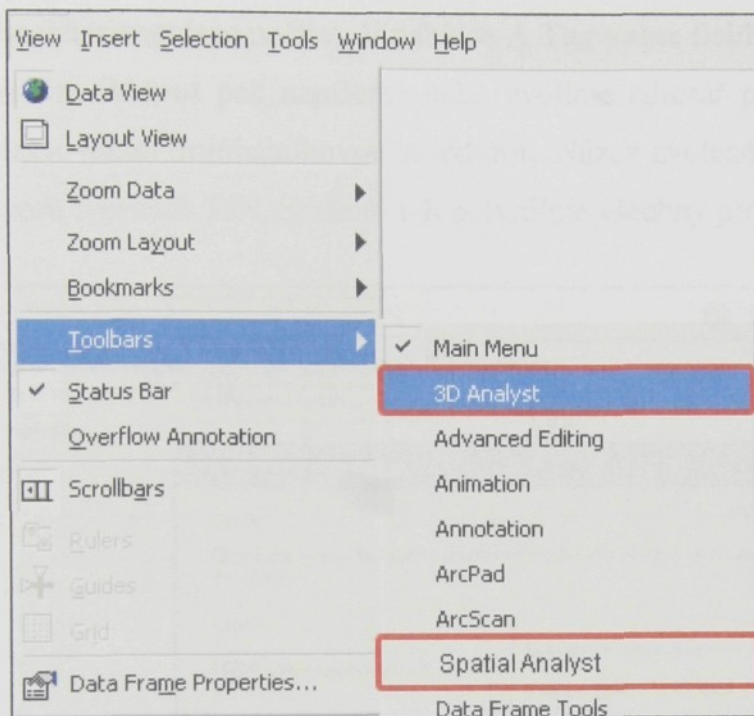
Spustíme tedy ArcMap a zmíněné rozšiřující moduly nejdříve povolíme a zobrazíme pro ně nástrojové panely.

Povolení panelů s již zmíněnými moduly uděláme tak, že v nabídce **Tools** vybereme položku **Extensions** a v zobrazené tabulce zaškrtneme **3D Analyst** a **Spatial Analyst**. Těmito kroky jsme povolili jejich používání.



Obr. 7.1 Zpřístupnění rozšiřujících modulů pro tvorbu 3D modelu

Zobrazení panelů pak provedeme přes záložku **View** a nabídku **Toolbars** nebo stiskem pravého tlačítka myši na libovolný viditelný panel nástrojů a vybráním příslušných položek ze zobrazeného výčtu možností.

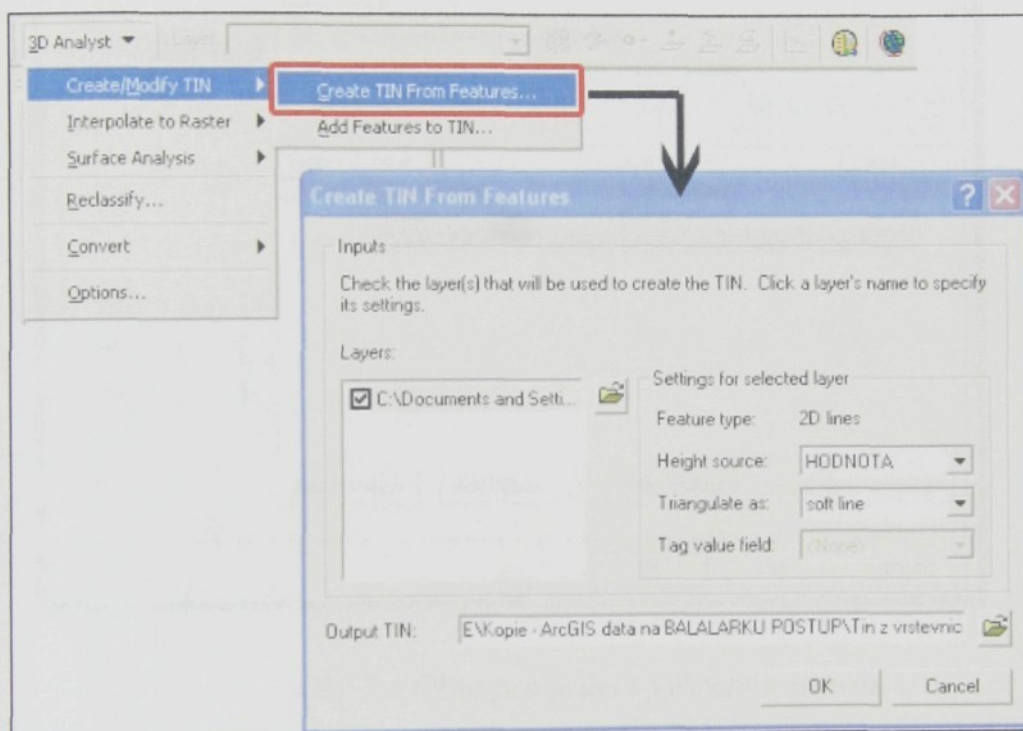


Obr. 7.2 Výběr nabídek pro zobrazení panelů 3D Analyst a Spatial Analyst.

7.1 Jak vygenerovat TIN mapu

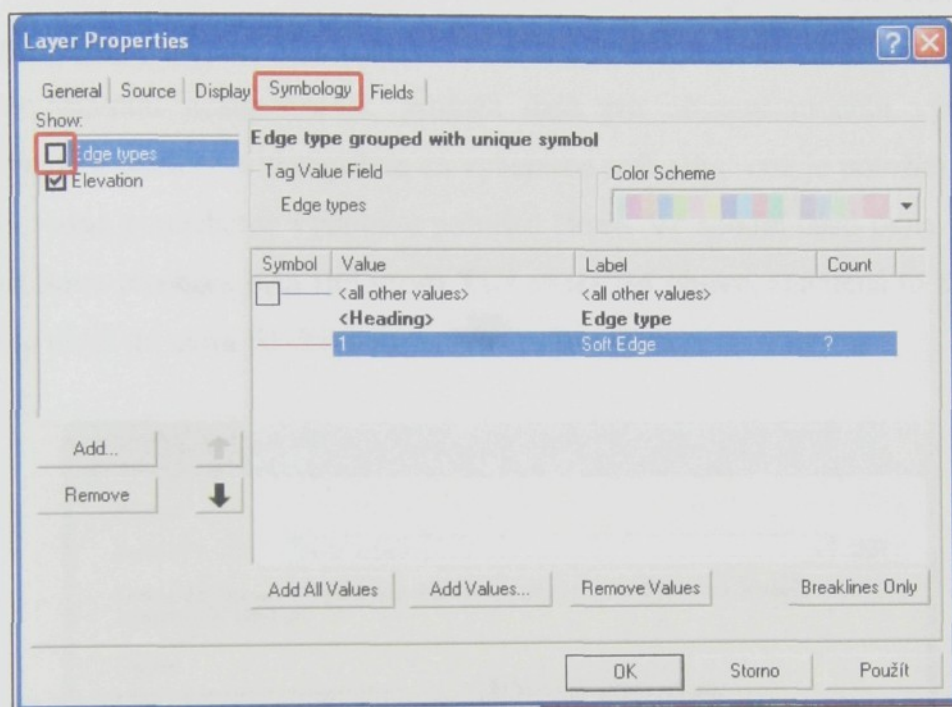
Pro vytvoření 3D povrchu je nutné nejdříve z příslušných dat vygenerovat tzv. TIN mapu, pomocí které 3D model krajiny vytvoříme.

V nabídce **Triangulate as** zvolíme **soft line**, v této nabídce se vybírá typ dat podle kterých se má triangulace počítat. V nabídce **A Tag value field** ponecháme **None**. Do spodní kolonky **Output** pak napíšeme nebo zvolíme adresář pro uložení našeho souboru s vygenerovanou trojúhelníkovou strukturou. Název zvoleného TINu pak bude mít složka souborů tvořících TIN. Stiskem **Ok** potvrdíme všechny provedené změny.

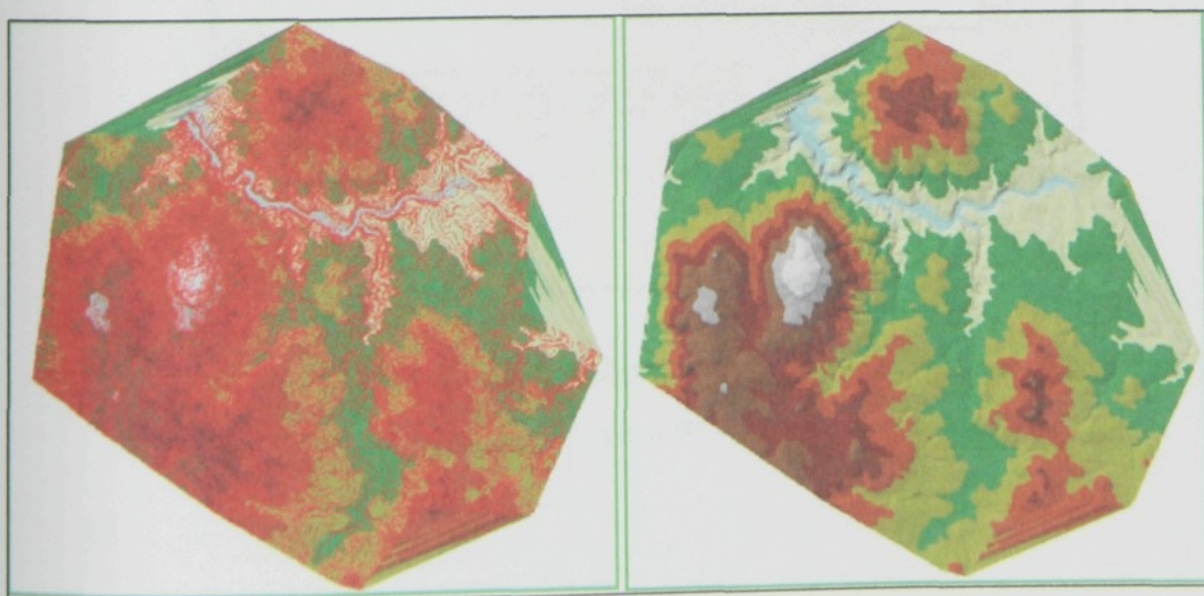


Obr 7.3 Zobrazení nabídky Create TIN from Features

Na pracovní ploše se nám zobrazí výsledná TIN struktura krajiny a v okně **Layers** se objeví údaje o barevném rozložení mapy podle výšky a čarách, které byly pro výpočet dané mapy použity. Protože je k další práci nebudeme potřebovat, vypneme je. Vypnutí softlines se provádí v okně pro práci s vybranou vrstvou. V okně **Layers** klikneme pravým tlačítkem na náš název TINu a z nabídky vybereme **Properties** a poté zvolíme záložku **Symbology** a v okně **Show** odškrtneme **Edge types**, klikneme na **Použít** a potvrdíme **Ok**.



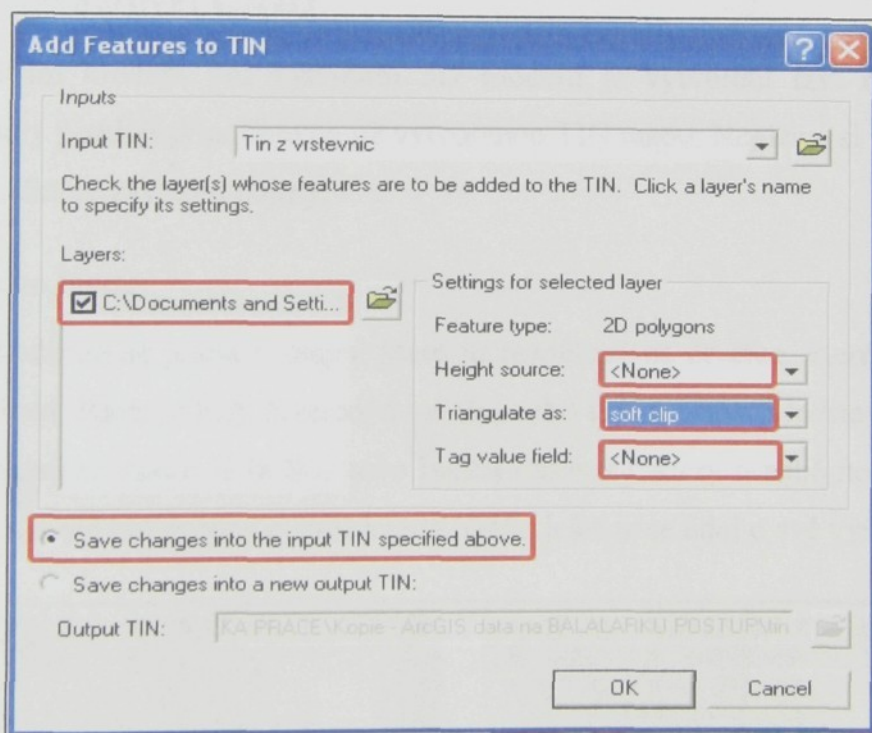
Obr 7.4 Okno pro práci s vybranou vrstvou.



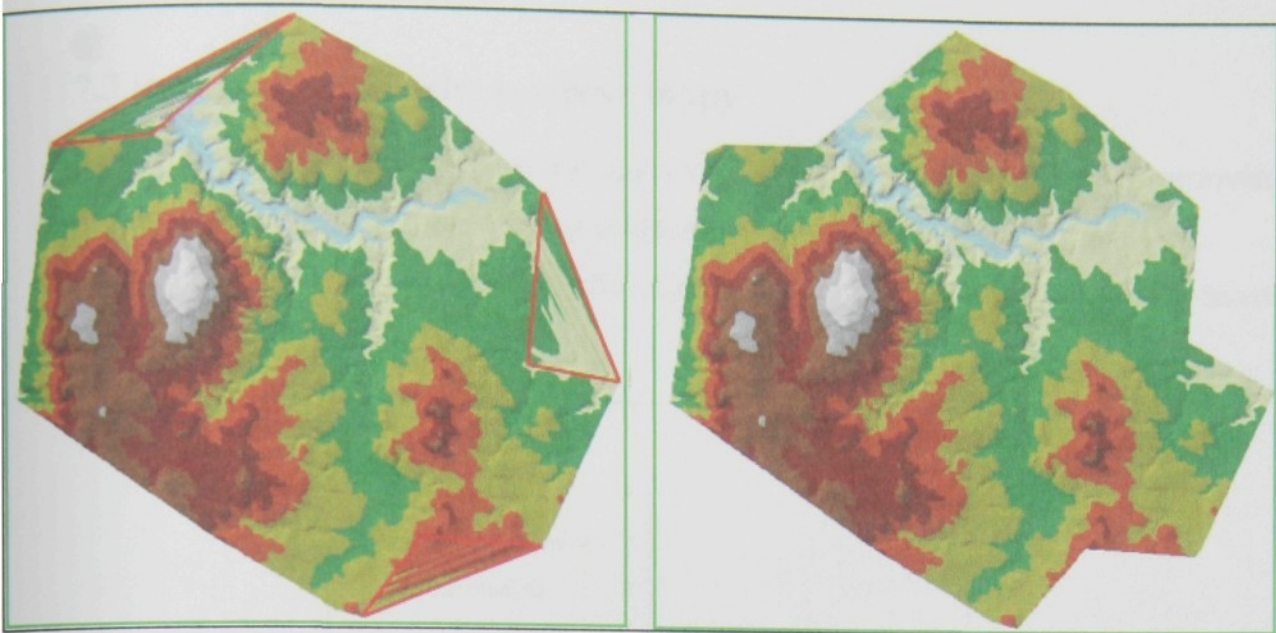
Obr 7.5 Vytvořená TIN struktura se softlines a bez softlines.

Dalším krokem je oříznutí naší vrstvy podle reálných dat. Jak je vidět na obrázku, vygenerovaný TIN má v některých místech jakési nepravidelné čáry. Tyto čáry vznikají při výpočtu a generování mapy. Většinou vznikají v místech obrysů modelu a jsou to vlastně jakési dopočty. Program se snaží model trojúhelníky doplnit v místech, kde potřebná data pro dopočet trojúhelníků chybějí. Většinou se to stává právě v místě okraje modelu.

Z nabídky **3D Analyst** vybereme **Create/Modify TIN** a poté **ADD Features to TIN**. V levé části okna vybereme ohraničující data. V pravé části okna z nabídky **Height source** vybereme **None**, touto vybranou položkou jsme zvolili, aby se výškový zdroj do oříznutí nezapočítával, protože data pro oříznutí modelu výškový zdroj nepotřebují. V nabídce **Triangulate as** vybereme **soft clip**, což je položka pro oříznutí a v **Tag value** ponecháme vybranou položku **None**. Ve spodní části okna pak zvolíme možnost **Save changes into the input TIN specified above**, znamená to že provedené změny se uloží do námi již dříve vygenerovaného TINu.



Obr 7.6 Nabídka pro přidání dat. (V tomto případě se jedná o přidání dat pro oříznutí.)



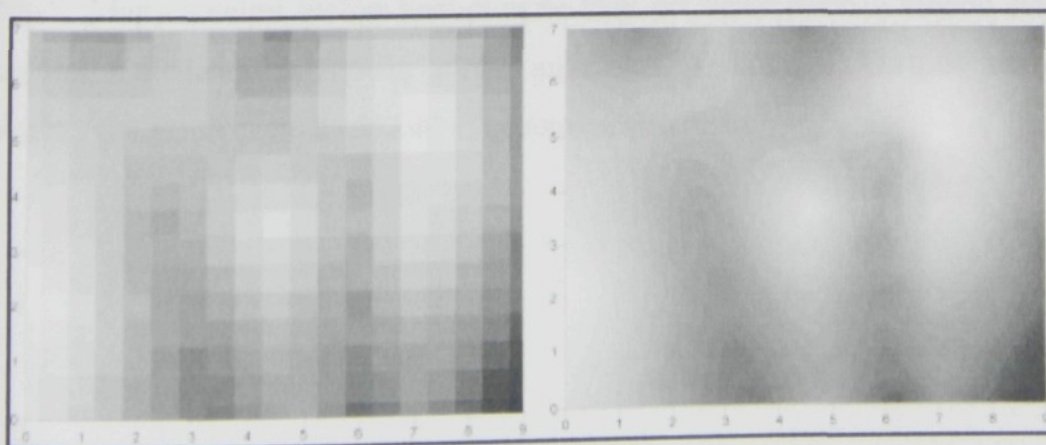
Obr 7.7 Na prvním obrázku jsou zřetelně označena místa, kde byla triangulace algoritmem pro tvorbu TIN struktury doplněna. Na druhém pak výsledek oříznutí těchto míst.

7.2 Jak vygenerovat GRID

Dalším krokem pro vytvoření 3D modelu je vytvoření tzv. rastrové mapy modelu, který později připojíme na již vytvořenou TIN mapu. Nejdříve si však osvětlíme některé základní pojmy.

7.2.1 Co je to Rastr

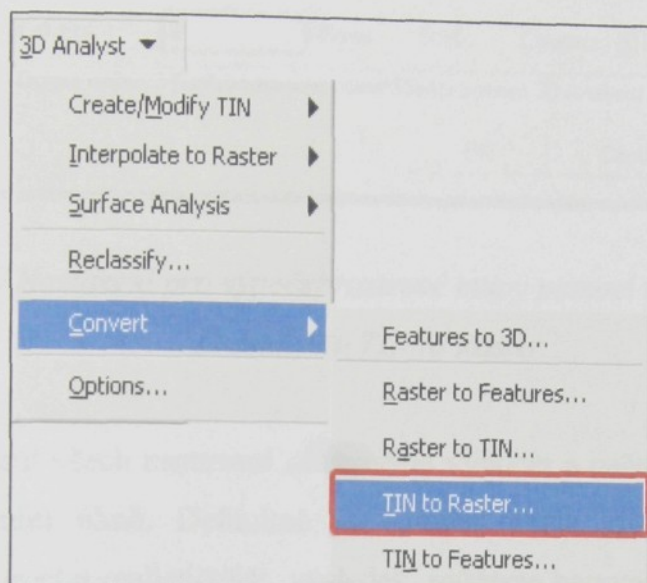
V podstatě se jedná o mapu, která je rozdělena na čtverce, které mají předem danou velikost. Rastr je tedy čtvercová mřížka nebo si ji lze rastr představit jako matici hodnot. Základem rastru je buňka nebo buňka (čtverec), který o sobě nese jen několik informací. Kromě své polohy o sobě každá buňka ještě nese údaj o své výšce.



Obr 7.8 Příklad zobrazení rastrové mapy.

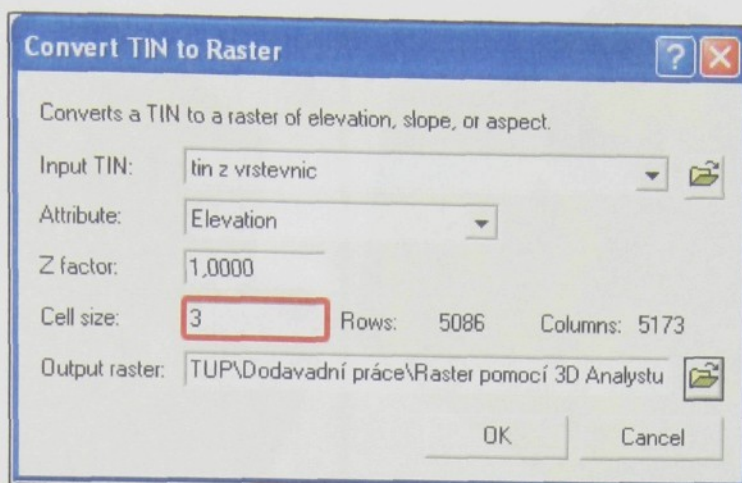
7.3 První způsob tvorby rastrové mapy

Prvním způsobem jak získat rastrovou mapu pro 3D model je konvertování přímo z vytvořeného TINu z nabídky standardních nástrojů 3D Analystu. Z hlavní nabídky 3D Analystu vyberme položku **Convert** a ze seznamu nabízených možností zvolíme položku **TIN to Raster**.



Obr 7.9 Zvolení standardního nástroje pro vytvoření rastrové mapy.

V tabulce pro nastavení a výpočet rastrové mapy v kolonce **Input TIN** nastavíme nejdříve příslušnou cestu k TINu, ze kterého chceme rastrovou mapu vytvořit. V kolonce **Z factor** ponecháme nastavenou hodnotu, tato kolonka je v podstatě výškové měřítko mapy. Velmi důležité je nastavení velikosti buňky v řádku **All size**. Obecně pro tuto vlastnost platí, že čím menší máme nastavenou hodnotu, tím bude naše mapa kvalitnější, ale výpočet zabere více času a samotná mapa pak zabírá více místa v počítači. Mapy s velmi malou hodnotou se tedy při velké rozloze mohou stát velmi objemnými z hlediska zabraného místa na disku. V kolonce **Output raster** pak nastavíme příslušnou cestu k uložení vygenerovaného rastru.

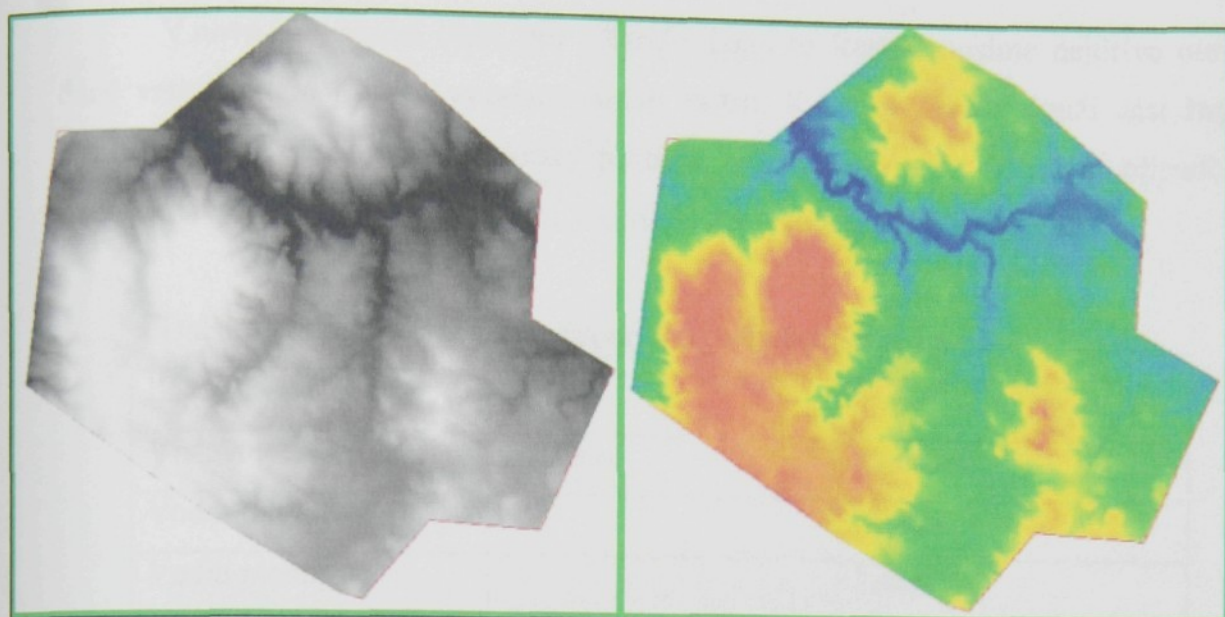


Obr. 7.10 Nastavení pro výpočet rastrové mapy pomocí standartního mástroje 3D Analystu TIN to Raster.

Po potvrzení všech nastavení se provede výpočet a naše rastrová mapa se nám zobrazí v pracovním okně. Defaultně je barevná škála rastrové mapy černobílá. Abychom získali trochu realističtější výsledek, můžeme barevnou škálu rastrové mapy změnit pomocí **Properties** a zvolení záložky **Symbology**. V řádku **Color Ramp** lze změnit barevné schéma mapy a pomocí zaškrtnutí políčka **Invert** lze zvolenou barevnou škálu převrátit.



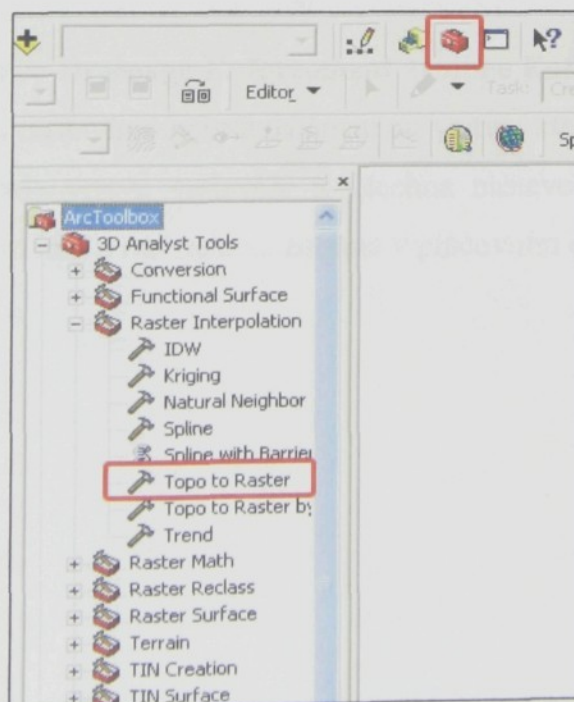
Obr. 7.11 Záložka Symbology a zvýrazněné základní prvky pro snadnou změnu barevného schématu rastrové mapy.



Obr. 7.12 První obrázek představuje barevné schéma vygenerované rastrové mapy, obrázek vpravo zobrazuje změnu barevného schématu.

7.4 Druhý způsob tvorby rastrové mapy

K vytvoření rastru je také možné mimo standardní nástroje 3D analystu použít modul v programu ANUDEM. Nástroj, který je schopen vygenerovat rastrovou mapu má název **Topo to Raster**. V okně **ArcToolbox** rozklikneme **3D Analyst Tools**, poté rozklikneme **Raster Interpolation** a zvolíme **Topo to Raster**.



Obr. 7.13 Otevření okna ArcToolbox a volba nástroje Topo to Raster.

V nově otevřeném okně pro nástroje Topo to Raster musíme nejdříve otevřít dané vrstvy, které mít ve vygenerovaném rastru. K tomuto účelu slouží část **Input Feature data**. Pomocí této kolonky přidáme jednotlivé vrstvy. V našem případě to budou vrstvy vrstevnice, vodní toky, vodní plochy a vrstva pro hranice dat.

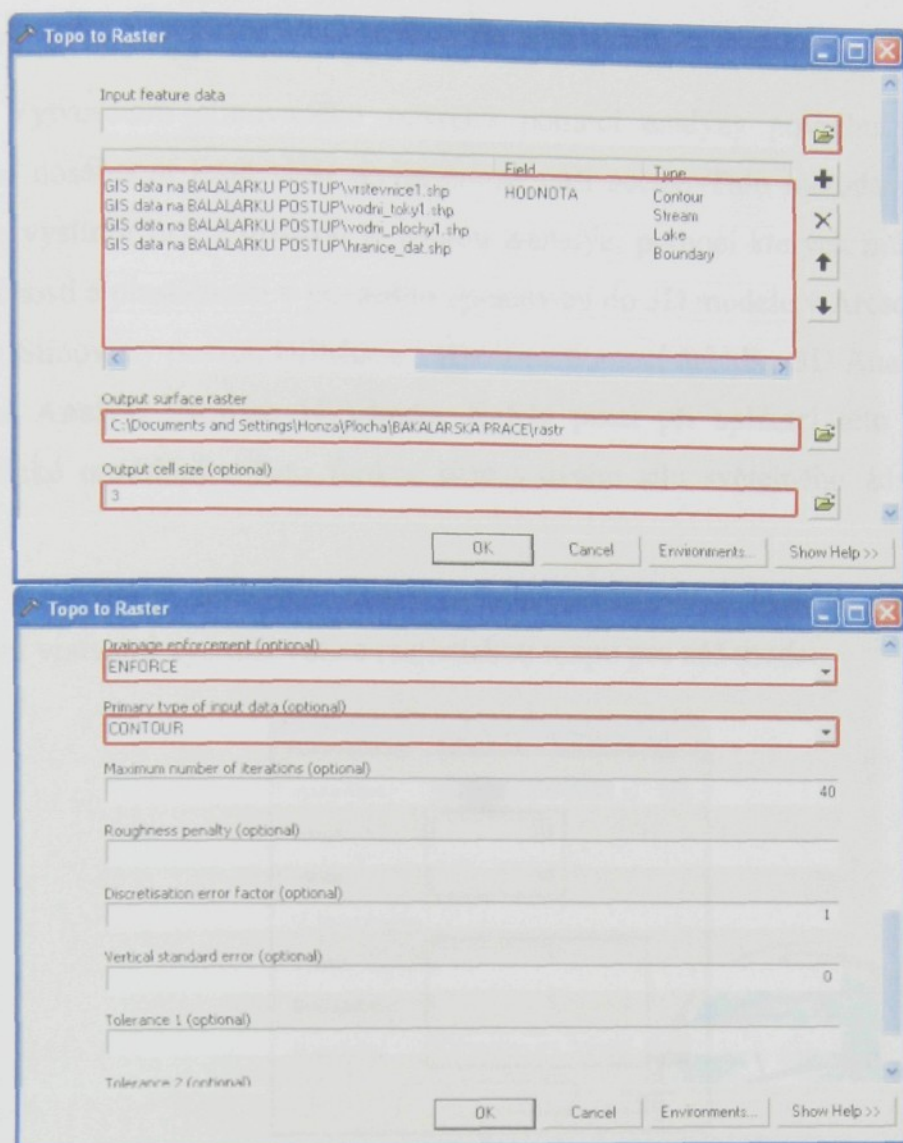
Dalším krokem je přiřazení strávných typů a hodnot jednotlivých vrstev.

Layer	Field	Type
Vrstevnice	Hodnota	Contour
Vodní toky		Stream
Vodní plochy		Lake
Oblast ořezu		Boundary

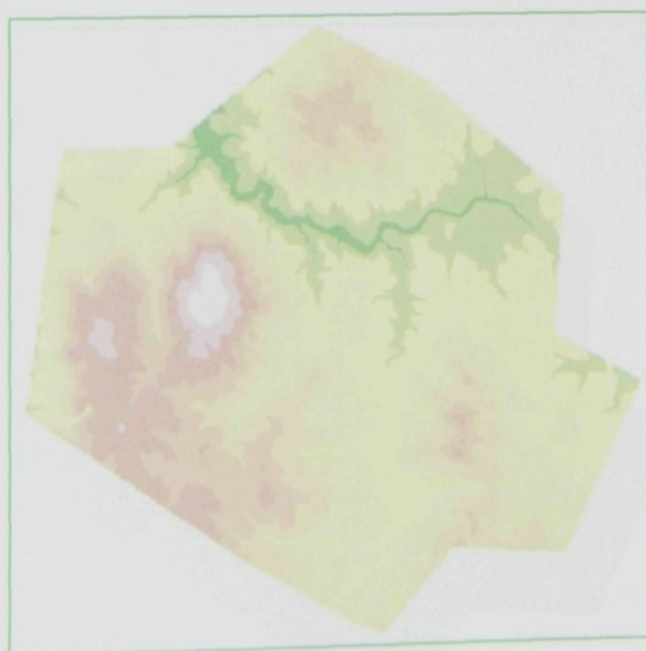
Tab. 7.14 Tabulka nastavení jednotlivých prvků.

Pokračujeme nastavením místa uložení rastru v kolonce **Output Surface Raster** a v kolonce **Output all size** pak volíme velikost buňky rastru. Tato kolonka je velmi důležitá pro finální zobrazení mapy. Volíme totiž velikost jednoho zobrazovacího bodu rastru. Obecně se dá říci, že čím menší číslo zvolíme pro velikost buňky, tím bude vygenerovaný rastr kvalitnější a podrobnější, ale potřebný čas pro vygenerování rastru bude větší.

Dále v kolonce **Drainage Enforcement** zvolíme **Enforce** a v kolonce **Primary Type of input data** nastavíme upřednostňovanou vrstvu, která bude pro výpočet rastru důležitá. Zvolíme zde vrstvu vrstevnic a všechna nastavení potvrdíme. Provede se výpočet pro vygenerování a náš rastr se zobrazí v pracovním okně.



Obr. 7.15 Nastavení nástroje Topo to Raster.



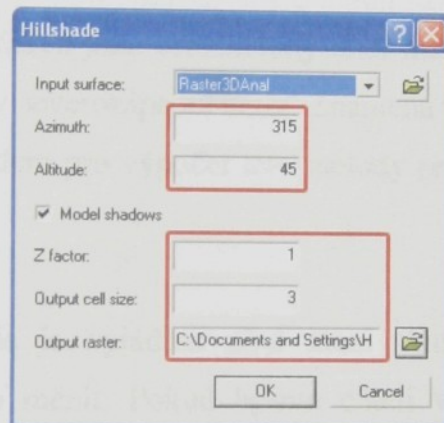
Obr. 7.16 Vygenerovaný rastr pomocí nástroje Topo to Raster.

7.5 Vytvoření stínovaného povrchu Hillshade

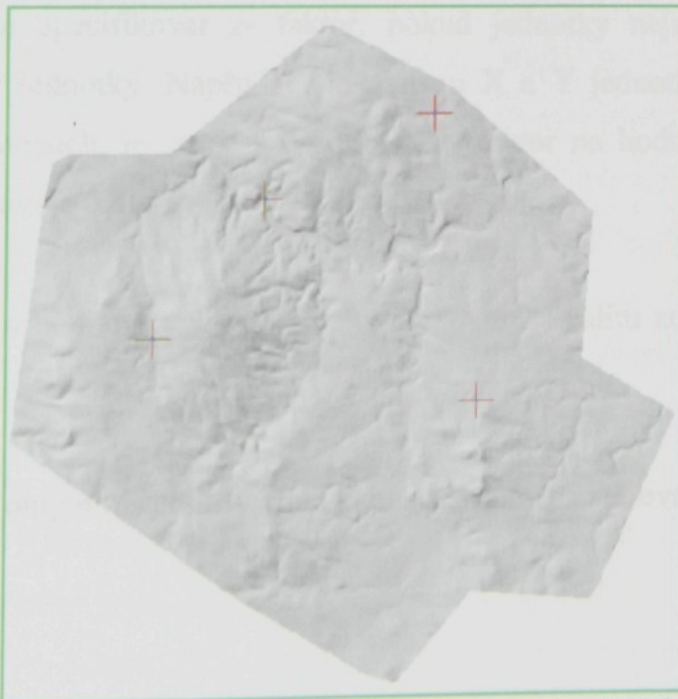
Vytvořením stínovaného povrchu pomocí analýzy povrchu typu Hillshade můžeme dosáhnout ještě větší realističnosti naší scény. Tato metoda vytvoří povrch, který je vystínovaný. Hillshade je jednou z analýz, pomocí kterých můžeme přidat na realističnosti a plastičnosti v pozdějším zpracování do 3D modelu v Arcscene.

Stínovaný povrch Hillshade vytvoříme pomocí nabídky 3D Analyst a v nabídce **Surface Analyst** zvolíme **Hillshade**. Každý pixel při aplikaci této metody obdrží hypotetické osvětlení. Tato funkce bere v úvahu sílu světelného zdroje a sousední buňky.

Vytvořenou hillshade vrstvu později přidat do Arcscene, kde lze společně s dalšími vrstvami vytvořit velice realistickou mapu pro náš model.



Obr. 7.17 Nabídka pro nastavení stínovaného povrchu Hillshade



Obr. 7.18 Vygenerovaný stínovaný povrchu Hillshade

Input Surface

V této kolonce stanovíme z jakých dat se bude stínovaný povrch počítat. Pro výpočet jsem zvolil dříve vytvořený rastr.

Model shadows

Zaškrtnutím checkboxu zvolíme identifikaci těch buněk, které mají být ve stínu a které mají zůstat osvětlené. Buňky, které budou podle zvoleného nastavení mají být ve stínu mají nastavenou hodnotu 0. Všechny ostatní buňky mají nastavenou hodnotu 1 až 255.

Nezaškrtnutím této nabídky se bude pouze rozlišovat to jestli bude buňka ve stínu nebo ne.

Azimut

Azimutem je vyjádřen jako orientovaný úhel mezi směrem severu hodinových ručiček. Číslo 315 je tedy severozápadní směr. Znamená to tedy, že paprsky světelného zdroje, které jsou základem pro výpočet této metody pro stínovaný povrch přicházejí od severozápadu.

Altitude

Hodnotou altitude je vyjádřen úhel mezi sklonem paprsků a horizontem. Libovolně lze toto číslo měnit. Pokud bychom chtěli vytvořit stínovaný povrch při poledním slunci, zadáme jako hodnotu altitude číslo 90.

Z-factor

Je důležité specifikovat z- faktor, pokud jednotky nejsou v stejné měrné jednotce jako x,y jednotky. Například, jestli jsou X a Y jednotky metrech a váš Z jednotky jsou v stopách, je nutné specifikovat z- faktor na hodnotu 0.3048, protože jedna stopa představuje 0.3048 metru.

Output cell

Nastavením hodnoty velikosti buňky stanovíme kvalitu zobrazení. Čím menší hodnota tím lépe.

Output raster:

V kolonce output raster nastavíme kam se vypočtená stínovaný povrch uloží.

7.6 Letecký snímek

Dalším krokem pro zvýšení realističnosti modelu je získání leteckého nebo družicového snímku. Já jsem letecký snímek Melechovského masivu (konkrétní lokality) získal ze serveru **mapy.cz**. Pro získání mapy jsem použil program Photoshop, pomocí kterého jsem dokázal získat mapu s poměrně velkým rozlišením, která je poměrně důležitá pro kvalitní realizaci celého modelu.

Rozlišení leteckého snímku je 4632 x 4548 pixelů. Získání takového rozlišení bylo dosaženo vybíráním jednotlivých částí mapy při velkém přiblížení a focením monitoru obrazovky pomocí klávesy print screen a sestavováním těchto jednotlivých částí ve photoshopu. Každá tato část je ve photoshopu reprezentována formou vrstev. Všechny tyto vrstvy jsou pak sestaveny s 1 pixelovou přesností do jednotného celku.

Výsledný obraz mapy byl pak uložen ve formátu TIF, který poměrně dobře zachovává při kompresy obrazu kvalitu.

Pro zajímavost byla tato mapa sestavena ve photoshopu tvořena asi 50 vrstvami.

7.6.1 Orientace leteckého snímku

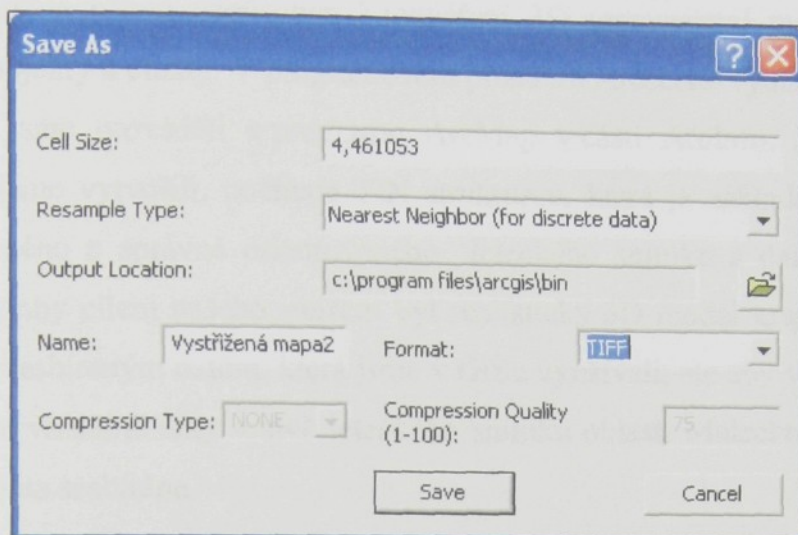
Při mapování leteckého snímku na bylo použito nástrojů pro georeferencování.

Nástrojovou lištu zobrazíme pomocí pravého tlačítka myši v horní části obrazovky. Nejdříve pomocí tlačítka **Add data** přidáme letecký snímek jako vrstvu. Po otevření však snímek nebude správně orientován vzhledem k ostatním vrstvám. Abychom dosáhli správného umístění, musíme leteckou mapu správně umístit. Dosáhneme toho zvolením tlačítka **Add control points**, ale ještě předtím zvolíme zobrazení jen vrstvy leteckého snímku, vodních toků a vodních ploch.

Při přidávání kontrolních bodů postupujeme tak, že první klik provedeme poblíž nějakého kontrolního bodu na leteckém snímku. V mém případě jsem pro záchytné body rozhodl použít vrstvy vodních toků a vodních ploch, pro jejich rozmanitost v krajině, dají se tedy poměrně jednoduše rozlišit jak na leteckém snímku, tak i na vrstvách vodních ploch a toků. Druhý klik provedeme přesně na tomtéž místě poblíž vodního toku nebo plochy dané vrstvy. První klik zaznamenává bod který chceme posunout a druhý klik reprezentuje cíl, tedy místo kam první bod chceme posunout.

Nejmenší počet bodů, které je nutné použít alespoň pro postačující orientaci leteckého snímku jsou alespoň 3 dvojice bodů, ale pro lepší synchronizaci je lepší použít těchto dvojic více a rovnoměrně je rozmístit po povrchu celé mapy.

Poslední částí orientace leteckého snímku je uložit letecký snímek do souřadnic tak, jak byl nastaven pomocí metody přidávání kontrolních bodů. Uložení v souřadnicích provedeme v nabídce georeferencingu v nabídce **Rectify**.



Obr. 7.19 Nastavení Rectify...

Po této transformaci se letecký snímek uloží takovým způsobem, že bude správně diferencován v souřadnicích ostatních vrstev. Pokud tedy otevřeme takto upravenou mapu, už nebude nutné, abychom použili ke správné orientaci leteckého snímku metodu kontrolních bodů, protože mapa se už otevře správně orientována přes ostatní vrstvy.

8 Vizualizace 3D modelu v Arcscene

Vizualizaci a vytvoření 3D modelu provedeme pomocí programové části Arcscene, který je přímo uzpůsoben k vytváření 3D reprezentací modelů a dalších operací s 3D objekty a efekty. V programovém prostředí Arcscene využijeme dosavadní práci, kterou jsme prováděli v programu ArcMap v části ArcInfo. Jednotlivé části vrstvy, které jsme vytvořili, počínaje TIN strukturou, která je základem 3D modelu, rastru, upraveného a správně orientovaného leteckého snímku a dalších vrstev teď sestavíme tak, aby cílem našeho snažení byl realistický 3D model krajiny, který bude odpovídat jak sesbíraným datům, která jsme v GISu využívali, ale aby vytvořený model odpovídal také vizuálně díky vrstvě leteckého snímku oblasti Melechovského masivu, ze které byla data sesbírána.

8.1 Užitečnost 3D modelu

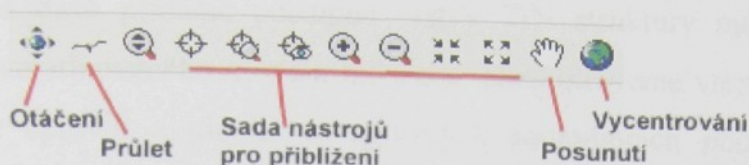
Prostorová reprezentace krajiny je velmi přínosná. Díky této technice zobrazování si můžeme zobrazovaný objekt lépe představit. Modelem je možné libovolně otáčet, naklánět, prolétávat nad modelem atd. Tyto vlastnosti jsou nesmírně praktické a hojně se využívají v nejrůznějších odvětvích průmyslové výroby, stavebnictví a dalších odvětvích hlavně z toho důvodu, že šetří investice, protože může napomoci k odstranění některých důležitých chyb nebo jiných problémů, které se vztahují k různým odvětvím.

8.2 Otevření potřebných vrstev

K vizualizaci 3D modelu naší lokality budeme potřebovat hlavně vrstvu TINu, rastrovou mapu území, vrstvu leteckého snímku a také mapu stínovaného povrchu. Pro lepší znázornění o orientaci v modelu ještě můžeme otevřít další mapy. V mém případě jsem využil ještě vrstvy vodních toků a vodních ploch, protože na leteckém snímku jsou mnohdy detaily špatně viditelné. Díky těmto vrstvám vodstvo lépe na 3D modelu vynikne a usnadní nám tak tyto vrstvy lepší orientaci v modelu krajiny. Můžeme však otevřít i další vrstvy, v zásadě může model obsahovat libovolné množství dat. Může se jednat o vrstvy, které mohou obsahovat například umístění vrtů v krajině, studen, lesů, hustoty obyvatelstva, záplavové oblasti a další. Záleží tedy hlavně na tom, k čemu má být daný 3D model krajiny vytvořen.

8.3 Navigační prvky prostředí Arcscene

Základní navigační prvky v programovém prostředí Arcscene jsou zobrazeny na obrázku.



-  Pomocí prvku Navigate můžeme vrstvami pohodlně otáčet v horizontálním i vertikálním směru.
-  Prvek Fly zprostředkovává průlet krajinou. Pomocí kliku tlačítka myši zahájíme průlet. Navigace probíhá pomocí otáčením myši do stran. Let lze zrychlit nebo zpomalit opět klikem levého nebo pravého tlačítka myši
-  Prvek Center on Target zajistí vycentrování libovolného bodu na vrstvě do středu obrazovky.
-  Prvek Zoom In/Out zprostředkuje přiblížení nebo oddálení pomocí tahu myši.
-  Prvek Zoom to Target přiblíží po kliku myši určité místo na mapě.
-  Prvek Set Observer po koliku přiblíží místo na mapě a konečnou fázi přiblížení zarovná na horizont.
-  Zoom in po kliku přiblíží mapu, popřípadě výběrem určité oblasti.
-  Zoom in po kliku oddálí mapu, popřípadě výběrem určité oblasti.
-  Klikem přiblíží centrum obrazovky.
-  Klikem oddálí centrum obrazovky.
-  Prvekem Pan dokážeme navigovat mapu. Klikem a tahnutím myši navigujeme výřez.
-  Vycentruje vrstvu do středu celé obrazovky.

9 Postup práce pro vytvoření 3D modelu v Arcscene

Prvním krokem pro vytvoření 3D modelu je otevření potřebných vrstev. Přes tlačítko **Add data** přidáme postupně vrstvy TIN struktury modelu, raster modelu krajiny, vrstvu stínovaného modelu hillshade. Dále otevřeme vrstvu leteckého snímku, kterou jsme upravili a uložili ve správných souřadnicích pomocí Rectify a ještě otevřeme vrstvy vodních toků a vodních ploch.

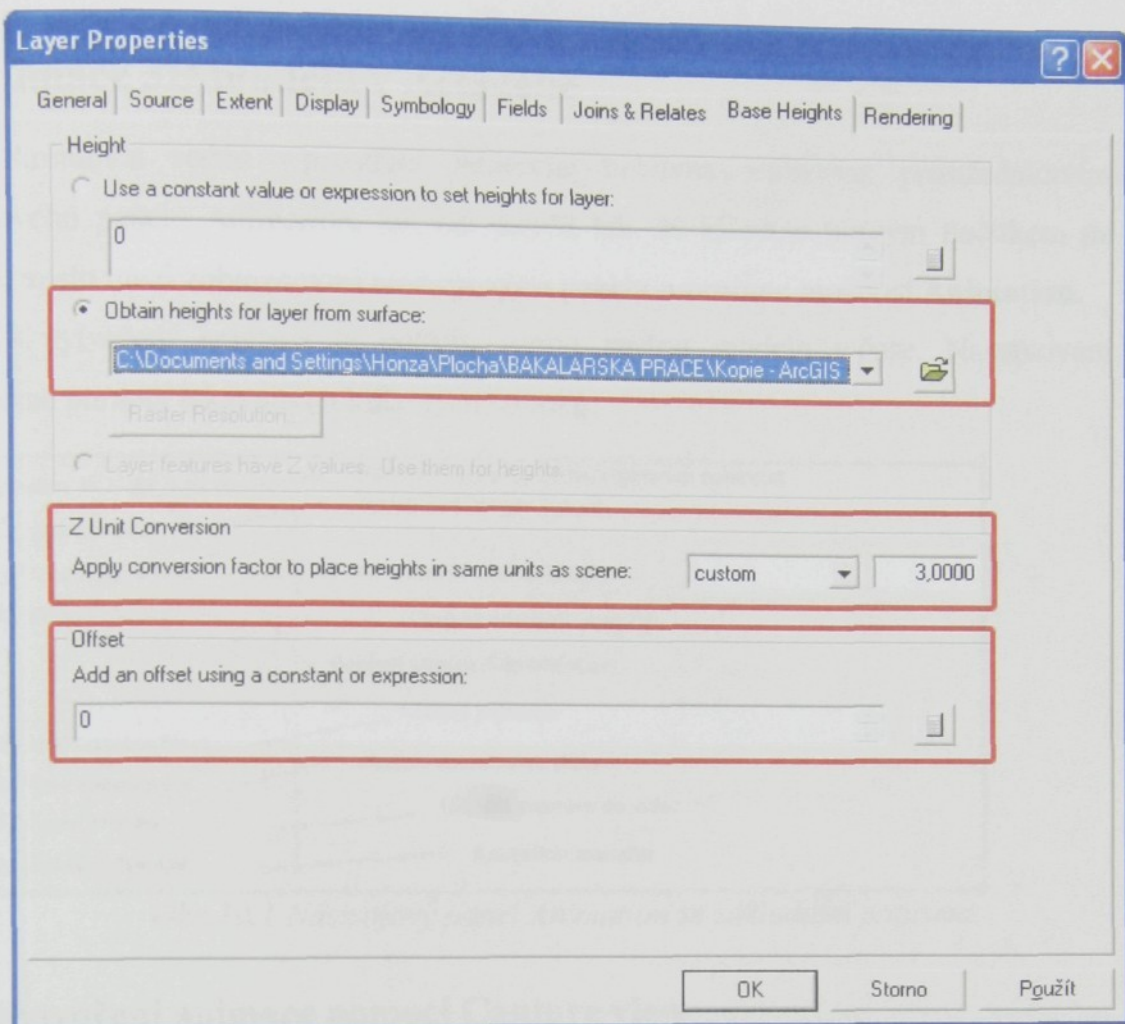
Po otevření všech vrstev odklikneme zobrazení TIN vrstvy, nebude sice vidět, ale bude stále ve scéně. Všechny vrstvy jsou však stále ploché bez výškové dimenze. Proto je nutné všem vrstvám, které chceme do 3D modelu zahrnout dodat plasticitu a tím 3D model dané vrstvy vytvořit.

Jako první vybereme vrstvu rastru v části **Layer** a pravým klikem zvolíme nabídku **Properties** a poté zvolíme nabídku **Base heights**, kde zaklikneme možnost **Obtain heights from layer from Surface** a z roletky vybereme vrstvu TINu. Tímto krokem zajistíme, aby vybraná vrstva měla i výškový charakter, který vrstva převezme z vrstvy TINu. Pokud by se stalo, že výškový rozdíl bude příliš malý a nebude vidět rozdíl nebo bude mapa stále ještě příliš plochá, můžeme výškový rozdíl znásobit ještě v části **Z Unit Conversion**, kde je možné zvýšit hodnotu mezi výškovými daty. V mém případě jsem hodnotu zvýšil na hodnotu 3, abych tak zvýraznil výškové převýšení rázovitosti krajiny.

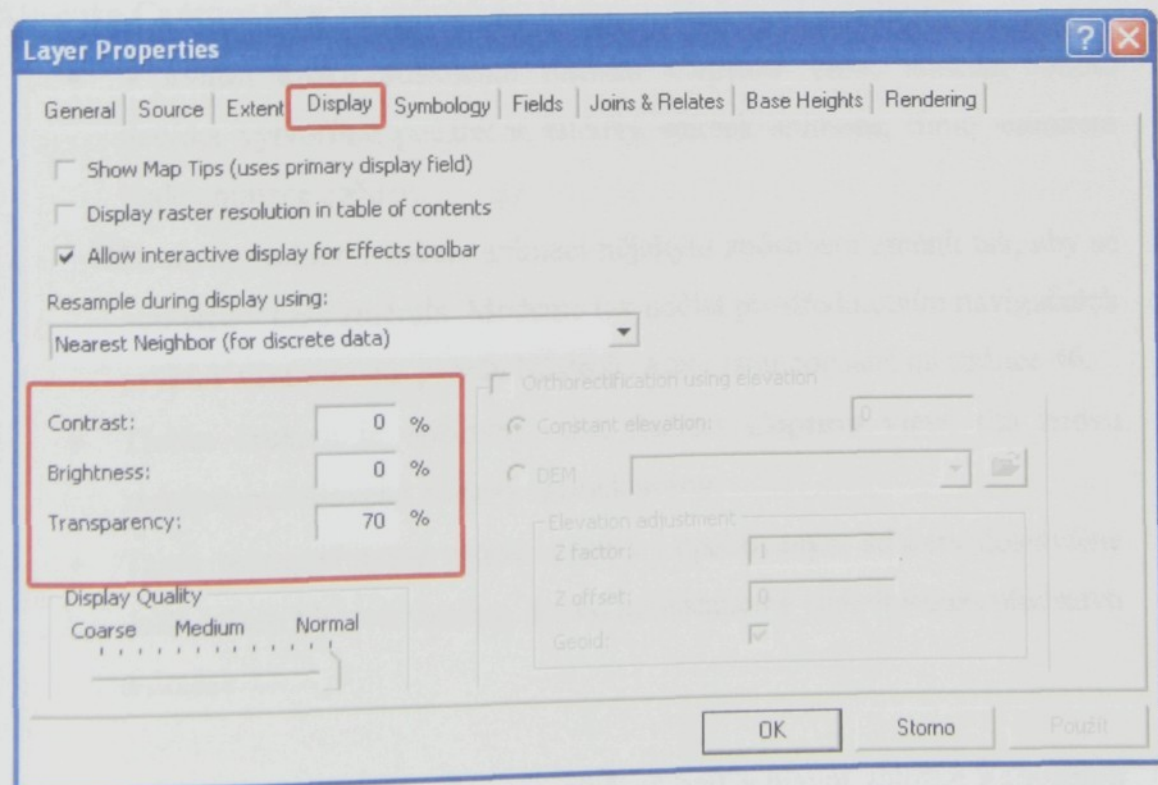
Poslední částí v záložce **Base height** je nabídka **Offset**, kde zadáním číselné záporné nebo kladné hodnoty můžeme vrstvu posunout nahoru nebo dolů pokud se vrstvy nežádoucně překrývají.

Tímto způsobem budeme pokračovat i u ostatních vrstev. U stínované vrstvy hillshade musíme ještě nastavit správnou transparentnost vrstvy, protože musíme správně zajistit, aby se přes vrstvu leteckého snímku zobrazovaly vystínované oblasti.

Zvolíme tedy vrstvu stínovaného povrchu a zvolíme opět **Properties** a dále zvolíme záložku **Display**, kde v kolonce transparency zvolíme míru průhlednosti vrstvy tak, aby přes vrstvu stínovaného povrchu bylo možné rozeznat vrstvu leteckého snímku. Znamená to tedy, že vrstva stínovaného povrchu musí být výše než vrstva leteckého snímku. Zajistit to lze v již zmiňované záložce **Base height** v kolonce **Offset**, kde nastavíme kladnou číselnou hodnotu a u vrstvy leteckého snímku je pro lepší zobrazení ve stejné záložce možné nastavit lepší kontrast, popřípadě jas.



Obr. 9.1 Nastavení výšky vrstev pro zobrazení ve 3D

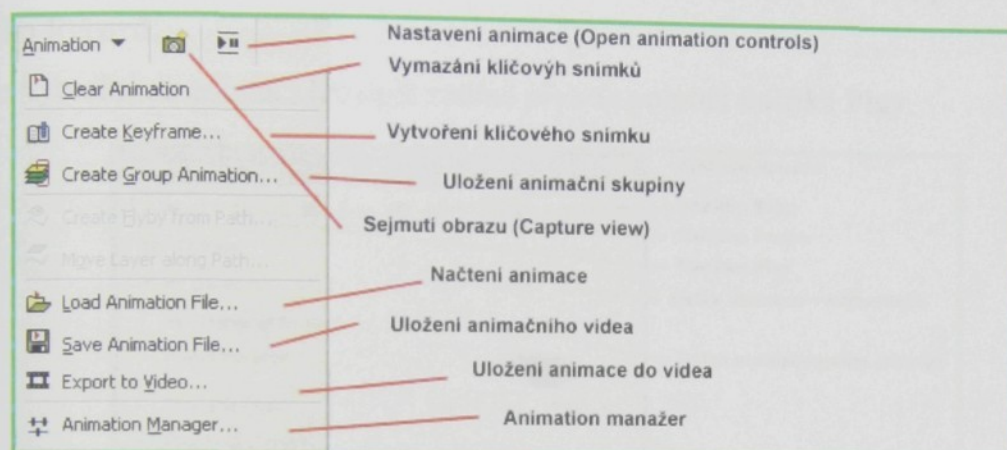


Obr. 9.2 Nastavení průhlednosti vrstvy stínovaného povrchu.

10 Animace 3D modelu v Arcscene

Animovat scénu v prostředí Arcscene můžeme realizovat prostřednictvím nástrojového panelu Animation, ten lze otevřít tak, že klikneme pravým tlačítkem na prázdné místo mezi zobrazenými nástrojovými panely a zvolíme možnost **Animation**.

K vytvoření animace je potřeba zvolit změnu modelu v čase. Nastavování provedeme pomocí takzvaných klíčových snímků.



Obr.10.1 Nástrojový panel Animation se základním popisem.

10.1 Vytvoření animace pomocí Capture view

První možností jak vytvořit animaci scény je vytvoření klíčových snímků pomocí tlačítka **Capture view** na animačním nástrojovém panelu **Animation**.

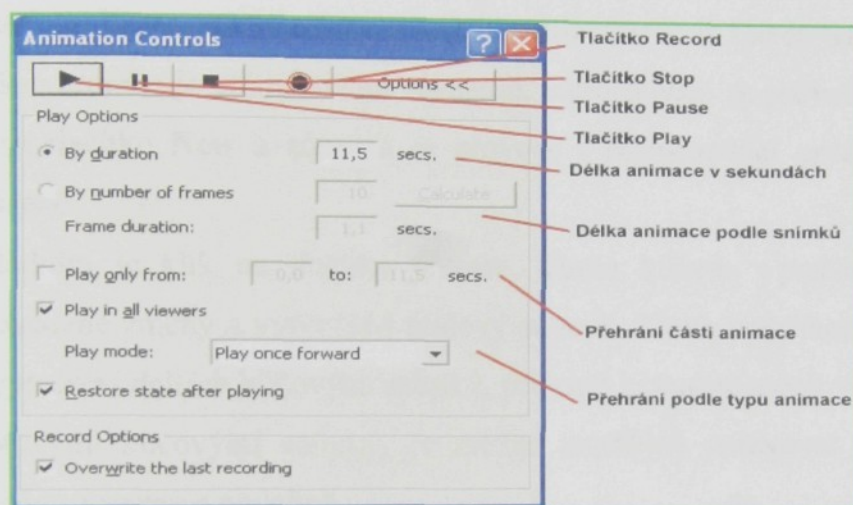
- V prvním kroku stiskneme tlačítko **Capture view**, stiskem tohoto tlačítka vytvoříme počáteční klíčový snímek animace, tímto snímkem bude animace začínat.
- Druhým krokem musíme animaci nějakým způsobem změnit tak, aby se animace v čase změnila. Můžeme tak udělat prostřednictvím navigačních prvků v nástrojovém panelu **Nástroje**, které jsou popsány na stránce 46.
- Třetím krokem je opětovný stisk tlačítka **Capture view**, tím znovu získáme požadovaný klíčový snímek scény.
- Takto postupně nastavujeme scénu a s opakovaným stiskem dostáváme další a další klíčové snímky, dokud nedostaneme požadovanou představu animace.

Pokud chceme animaci vymazat, pak stačí vybrat v hlavní záložce **animation** nabídku **Clear animation** a vytvořené klíčové snímky budou vymazány.

10.2 Vytvoření animace pomocí tlačítka Record

Animaci můžeme vytvořit i pomocí tlačítka **Record** v nabídce **Animation controls**, kdy si nejdříve nastavíme polohu scény tak, jak bychom ji chtěli mít na počátku animace. Dalším krokem je stisknutí tlačítka **Record**, stisknutím tlačítka spustíme záznam animace. Pomocí naváděcích prvků potom navádíme scénu. Můžeme ji libovolně otáčet, přibližovat, oddalovat atd. Dále je možné animaci pauzovat nebo přerušit. Záznam animace přerušíme klikem na tlačítko **Stop** nebo na opětovný klik na tlačítko **Record**.

Takto vytvořenou animaci lze opět zpětně přehrát pomocí tlačítka **Play**.



Obr. 10.2 Nastavení animace

10.3 Nastavení a opětovné přehrání animace

Opětovné přehrání animace je poměrně mocný nástroj, protože tak můžete vytvořenou animaci. Animaci můžeme přehrávat a nastavovat její vlastnosti pomocí ovládacích prvků v přes nabídku **Animation controls**, kterou vyvoláme klikem na tlačítko **Open animation controls**.

Pokud jsou už klíčové snímky vytvořeny, můžeme stisknout tlačítko **Play** a animace se začne přehrávat přímo ve scéně.

Pomocí tlačítka **Option** můžeme nastavit například délku animace, buď můžeme nastavit délku animace v sekundách nebo nastavením počtu celkových snímků po určitém časovém úseku, dále můžeme nastavit typ přehrávání nebo můžeme přehrání animace omezit jen na určité snímky. Tato metoda je vhodná především pro vytváření animace, kdy upravujeme určitou její část a je tedy nutné znovu a znovu prohlížet jen jeden úsek animace. Zaškrtnutím **Play only from** a nastavením počáteční a konečné sekundy úseku pro přehrání docílíme efektu přehrání určité části.

10.4 Vytvoření animace pomocí **Create keyframe**

Další možností, jak vytvořit animaci, je přes hlavní nabídku animation a položku **Create keyframe**. Tento druh animace se provádí tak, že nejprve nastavíme scénu pro první snímek a poté klikneme na **create keyframe**.

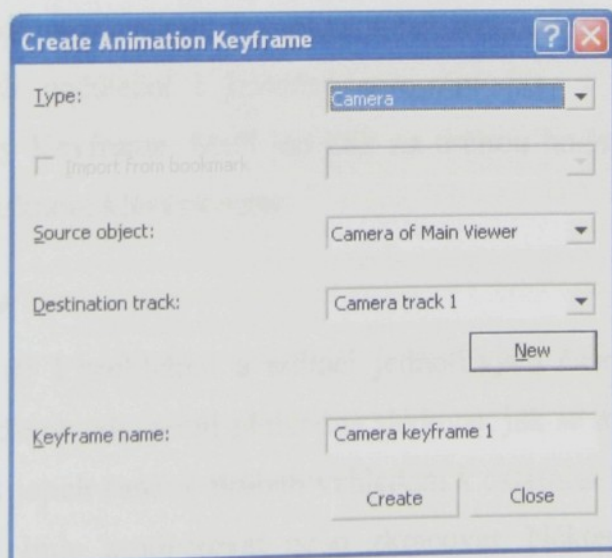
Ze zobrazené tabulky nastavení nejprve zvolíme typ animace, respektive to co se má do animace zahrnout, může se jednat například o kameru, jednotlivou vrstvu, scénu a další.

V kolonce **Source objekt** nastavíme přesně to co má animace zahrnovat, pokud se jedná o kameru, pak je možná jen jedna volba, ale pokud máme v kolonce type zvolenou možnost **layer**, pak je možné zvolit libovolnou vrstvu, kterou nabízí roletka.

Dalším krokem je pojmenování záznamu, pojmenování se provede automaticky po klinutí na tlačítko **New** a zároveň se provede i pojmenování prvního klíčového snímku ve scéně.

Posledním je klik na tlačítko **Create**. Tímto klikem v podstatě potvrdíme všechny provedené změny a vytvoříme klíčový snímek. Tímto způsobem postupujeme stejně i ve vytváření dalších klíčových snímků, přičemž je možné měnit vlastnosti scény mezi jednotlivými klíčovými snímky. Je možné například upravovat barvu pozadí, měnit průhlednost vrstev a podobně.

Vlastnosti animace, jako je její délka je možné opět kontrolovat v nabídce **Animation controls**.



Obr. 10.3 Tabulka pro tvorbu jednotlivých klíčových snímků.

10.5 Správa klíčových snímků v Animation manageru

Abychom měli přehled o vytvořených klíčových snímcích nebo jejich vlastnostech, můžeme jednotlivé klíčové snímky prohlížet, kontrolovat nebo dokonce editovat v Animation Manageru. Ten dostaneme k dispozici po kliku na položku **Animation Manager** v záložce **Animation**.

Animation Manager obsahuje v podstatě tři části. Jedná se o záložky Keyframes, Tracks a Time view.

10.5.1 Záložka Keyframes

Tato záložka slouží k prohlížení a editaci jednotlivých snímků animace. Je možné zvolit si typ vytvořené animace a prohlížet všemožné vlastností jednotlivých klíčových snímků, jsou to vlastnosti jako je čas snímku v animaci, jeho pořadové číslo, viditelnost, průhlednost, pozice kamery ve všech os, měřítko podle všech os, rotace podle všech os a další vlastnosti, které jsou závislé na typu zvolené animace. Všechny tyto vlastnosti jednotlivých snímků je možné editovat, můžete tedy měnit všechny parametry a upravovat každý snímek k obrazu svému. Dále je možné další snímky i tvořit díky tlačítku **Create**, které nás navede na tabulku **Create animation keyframe**, kterou už známe z úvodu pro vytváření animace.

10.5.2 Záložka Track

V této části Animation manageru je možné měnit jednotlivé stopy vytvořených animací a editovat jejich počáteční i konečné animační časy a to opět stejným způsobem, jako u záložky Keyframe. Stačí jen klik na určitou hodnotu, tuto hodnotu přepsat a pro potvrzení stisknout klávesu enter.

10.5.3 Záložka Time view

Tato záložka slouží k prohlížení a editaci jednotlivých časových linií všech vytvořených animací. Můžeme zde velmi přehledně sledovat, jak se mezi sebou časové linie překrývají a editovat jejich časový průběh vzhledem k ostatním animacím. Dále je možné jednotlivé časové linie prodlužovat nebo zkracovat. Některé vlastnosti této záložky jsou provázány s vlastnostmi ostatních záložek.

10.6 Uložení animace do videosouboru a výběr kodeku

Vytvořenou animaci pak lze jednoduše exportovat do videosouboru. Nabídka pro export vytvořené animace se nachází opět v nabídce **Animation** pod položkou **Export to Video**. Animaci je možné exportovat do dvou druhů videoformátů. Prvním z nich je typ **avi* a druhým typem je **mov*. První typ souboru lze přehrát ve velkém množství nejrozličnějších přehrávačů a je mnohem více podporován. Druhý typ videosouboru je speciální videoformát, který lze přehrát v programu Quick Time.

Po zvolení typu videosouboru a zadání jeho názvu stačí kliknout na tlačítko **export**. Po kliku na tlačítko se zobrazí tabulka, která slouží k výběru kodeku, který se stará o kompresi videa, tento výběr je nesmírně důležitý, protože hodně záleží na kvalitě a velikosti konečného videosouboru.

Pokud by se totiž stalo, že vybereme nekvalitní nebo starý druh komprimačního zařízení, může být konečný snímek velmi nekvalitní nebo může být velikostně neúměrný délce videa.

U některých kodeků lze kompresi videa měnit, u některých je možné ještě dodatečně upravovat další obrazové vlastnosti, jako je například poměr barev, zobrazení jen v černobílé škále a další nepřehledné vlastnosti.

V zásadě máme několik různých možností, můžeme například vybrat ten kodek, který známe a víme o něm, že zachovává dobrý poměr kvalita videa/velikost, což je asi nejideálnější varianta. Další možností je zkoumání jednotlivých kodeků a jejich možností a hledání nejoptimálnějšího řešení. Tato varianta je však velice časově náročná, protože tabulka s kodeky může být dosti dlouhá, protože můžeme mít v počítači nainstalováno i několik desítek kodeků, které mají každý jiné vlastnosti, tudíž se metoda zkoumání časově velice protáhne.

Dalším rizikem, se kterým se musíme potýkat pak nastává v tom případě, že sice zvolíme kodek, který má dobré vlastnosti z hlediska kvalita/velikost, ale v okamžiku, kdy budeme chtít animaci přehrát na jiném počítači nebo jiném zařízení, videosoubor nepůjde přehrát, protože námi zvolený komprimační kodek na tomto počítači nebude nainstalován. Proto je dobré mít i povědomí o rozšířenosti a oblíbenosti kodeků všeobecně.

V mém případě jsem zvolil kodek s názvem Microsoft Windows Media Video 9, protože je hojně rozšířený na většině počítačích a zachovává dobrou kvalitu videa. Jeho slabinou je však velikost, kdy i 2 minuty videa můžou mít už i přes 100 MB.

11 Vizualizace 3D modelu v 3DsMAX

K vizualizaci 3D modelu krajiny v jiném softwarovém produktu než GIS systému jsem si vybral program 3DsMAX od společnosti Autodesk a to sice ve verzi 3DsMAX 9. Tento softwarový produkt je pracovním nástrojem tvůrců počítačových her, reklamních spotů, speciálních digitálních efektů a dalších digitálních umělců.

Je to velmi kvalitní program pro tvorbu, vizualizaci a animaci modelů všech možných druhů, od modelů budov až po modely živých organismů jakéhokoli druhu. V podstatě se dá říci, že tento program je omezen jen schopnostmi a fantazií uživatele.

11.1 Export modelu z ArcScene do podporovaného formátu

Jelikož je ArcGIS specializovaným programem, který se potažmo zabývá tvorbou map a zpracováním dat pro tvorbu 3D modelů krajin, model je uložen ve formátu .sxd, který 3DsMAX nepodporuje, je nutné model krajiny exportovat do jiného formátu.

Primárními formáty, které umí 3DsMAX bez problémů zpracovávat jsou soubory typu .max a .3ds.

Pro export jsem využil formátu WRML, který je podporován oběma programy. Export do tohoto formátu je asi nejjednodušší metodou z hlediska exportu jak model krajiny otevřít v programu 3DsMax.

11.2 Struktura importovaného modelu

Po importu modelu do prostředí 3D studia jsem celou scénu okamžitě uložil jako klasický maxovský soubor.

Po importování dat modelu krajiny byl bohužel model rozřezán na několik částí, proto bylo nutné buď model spojit nebo alespoň sjednotit do jednoho celku.

Samotná struktura modelu krajiny byla uspořádána do velmi husté nepravidelné sítě trojúhelníkových polygonů. Velkou výhodou byl také fakt, že letecký snímek byl už na modelu krajiny namapován a bez úhony přešel jak uložení do VRML formátu, tak i do formátu .max.

Převodem modelu se souřadnice bohužel nezachovaly, model byl po importu v prostředí 3D studia přetočen, bylo tedy nutné model orientovat podle tohoto prostředí, aby byla další práce na scéně přehlednější a bylo možné s modelem efektivně pracovat.

11.3 Přepřacování scény

Pro optimalizaci celé scény jsem vymazal nastavení kamery a světla, která byla vytvořena v Arcscene a vytvořil jsem v prostředí 3D studia nová nastavení kamer a světla. Tato nastavení jsem provedl v těsné blízkosti modelu v horizontální poloze, těsně u nejvyššího vrcholu modelu krajiny.

11.4 Objekty ve scéně

Scéna obsahuje model krajiny s přiřazeným leteckým snímkem, 2 kamery, kdy každá kamera používá pro animaci techniku vodících linií, takže scéna obsahuje 4 křivky a dále obsahuje 2 světla. První světlo zprostředkovává základní osvětlení scény a pomocí tohoto světla je také zprostředkován atmosférický efekt slunce a mraků, dosáhneme tedy větší realističnosti scény. Druhé světlo má za úkol dokreslovat osvětlení a stíny ve scéně.

Nastavení délky animace je nastaveno na 300 snímků, což podle metody zobrazování odpovídá 10 sekundám animace.

Bohužel díky omezení hardwarových prostředků nebylo možné přidat do scény modely stromů, pro ještě lepší dokreslení realističnosti scény, jelikož model, který byl zpracováván v prostředí 3D studia byl upravován na notebooku se slabou hardwarovou konfigurací a zatížení scény modely stromů by už nedokázal zpracovat.

11.5 Nastavení scény pro animaci v 3DstudioMax

V prostředí 3DsMax je možné naanimovat vše, co si lze představit. Pro potřeby naanimování scény s krajinou, kdy je potřeba naanimovat průlet krajinou jsem nezvolil klasické klíčování snímků po celé délce animace, ale zvolil jsem techniku přiřazení dráhy letu v čase pro kameru. Tato metoda je podle mého názoru asi nejvýhodnější, protože můžeme velmi dobře kontrolovat dráhu letu. Technika se realizuje vytvořením dvou linek pro každou kameru kterou chceme animovat. První linka realizuje dráhu pohybu tzv. cíle kamery, druhá linka zprostředkovává dráhu pohybu pro objektiv kamery.

Přiřazením linek ke kameře a nastavenou délkou animace tímto způsobem realizujeme pohyb kamery, který můžeme dále upravovat podle toho, jak ve viewportu kamery animace probíhá. Deformací jedné nebo druhé linie přímo měníme dráhu animace.

11.6 Použitý render

Při testech nastavení scény a samotné vykreslování jednotlivých snímků animace jsem použil jednak deafaultní render Scanline, který je vimplementován do 3D studia, tak i jeden ze specializovaných renderů.

Vzhledem k velké náročnosti modelu, kdy model krajiny má okolo 230 000 polygonů a nepříliš dobrého hardwarového vybavení nebylo možné nastavovat ve vlastnostech renderu některé pokročilé techniky pro zkvalitnění výsledného obrazu.

V nastavení renderu jsem použil nastavení pro antialiasing, který se používá k vyhlazování hran modelů, dále jsem použil jemnější stínování, kvalitnější shader pro vykreslení povrchu bez textury a trochu lepší nastavení světelných podmínek pomocí techniky globální iluminace, ale pouze jen se základním nastavením.

Renderování jednotlivých snímků pak probíhá přímo v okně render, kde jsou názorně vidět všechny důležité informace. Informace, které jsou zobrazovány, se týkají samotné scény i nastavení renderu. Jsou zde vidět například informace o počtu světél ve scéně, počtu polygonů, předpokládaný čas vykreslení, uplynulý čas renderu hodnoty antialiasingu a dalších vlastností renderu.

Každý snímek byl renderován v rozlišení 640x346. Pro představu video s průletem krajinou, která má délku 10 sekund má celkem 300 snímků. Na jednu sekundu tedy připadá 30 snímků, což odpovídá normě NTSC. Jeden snímek této animace se vykresloval v průměru od 3,5 do 6 minut. Celkový proces animace vykreslování trval zhruba 23 hodin.

11.7 Konvert animace do videosouboru

Při vykreslování jednotlivých snímků animace jsem hned snímky nekonvertoval do videoformátu, ale každý snímek jsem nejprve ukládal do obrazového formátu *tif a po vykreslení celé animované sekvence jsem v aplikaci Videopost překonvertoval snímky do videa typu *avi. Při kompresi videa jsem opět použil kodek Microsoft Windows Media Video 9.

12 Závěr

V této bakalářské práci na téma vizualizace a animace v GIS jsem úspěšně vytvořil 3D model krajiny Melechovského masivu. U 3D modelu bylo použito hned několik vrstev, které byly potřebné pro výrobu prostorového modelu, včetně vrstvy leteckého snímku, který odpovídá vybrané oblasti. Následnou animaci jsem konvertoval do videosouborů v několika variantách. Tato jednotlivá videa zobrazují model vždy s jinou vrstvou a výrazově se tedy velice liší.

Další částí této práce bylo vizualizovat a animovat tento model v prostředí profesionálního animačního programu 3DsMax. Model, který jsem vytvořil v prostředí Arcscene jsem nejdříve musel exportovat do formátu *.wrl, protože klasický formát Arcscene program 3DsMax nepodporuje. V programu 3D studia jsem model a celou scénu přepracoval kvůli efektivnější a přehlednější práci. Přenastavením světel, modelu, renderovacích metod, přidáním atmosférického efektu mraků a nastavením animace metodou řízené kamery podle linií, jsem vytvořil opět několik videosekvencí, které jsou na přiloženém CD.

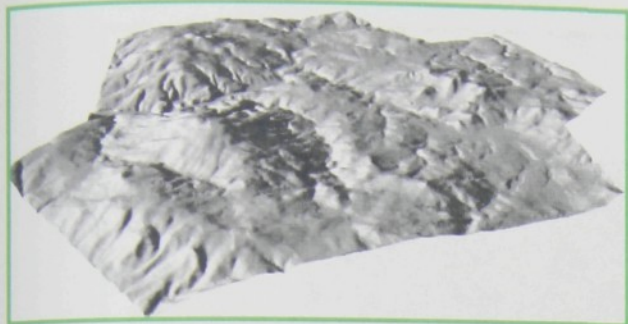
Výsledkem práce na téma vizualizace a animace v GIS, je podrobný popis jak jednotlivých kroků při tvorbě 3D modelu krajiny, tak tvorby vrstev pro jeho zobrazení. Dále jsou podrobně popsány animační schopnosti zvoleného systému a výsledkem animačního procesu jsou nejrůznější typy videosouborů, které zobrazují průběh průletu vytvořenou krajinou.

Mým záměrem bylo ještě do scény vložit modely stromů a přidat na některých vlastnostech renderu ve 3DsMax abych ještě více přidal na realističnosti celé scény. Bohužel se mi tento záměr nezdařil z důvodu slabého hardwarového vybavení. Při přidání těchto prvků do scény začalo být ovládání prostředí 3D studia velmi strnulé a nebylo možné v něm dále pracovat.

Seznam použité literatury

- [1] ARCDATA PRAHA, s.r.o. [online]. Dodavatel geografických informačních systémů na území České republiky. 7. 10. 2007
< <http://www.arcdata.cz/uvod/> >
- [2] Institut geoinformatiky Technické univerzity Ostrava. 12.10.2007 [online]
< <http://gis.vsb.cz/> >
- [3] Geomatika na ZČU v Plzni - Úvod do problematiky. 2.11.2007 [online]
< <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/> >
- [4] Chráněná krajinná oblast Třeboňsko – Úvod do problematiky
12.10.2007 [online]
< <http://www.trebonsko.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=3078> >
- [5] Referenční příručka pro ArcGIS 9.2 . 8.10.2007
- [6] Referenční příručka pro 3DAnalyst. 3.2.2008
- [7] Wikipedia [online] < www.wikipedia.org > 3.12.2007
- [8] Referenční příručka 3DsMax 9. 3.4.2007
- [9] Stránky o 3D grafice a animaci v 3DsMax [online] 3.4.2008
< www.maxarea.com >
- [10] Diskuzní forum o 3D grafice a animaci v 3DsMax [online] 11.2.2008
< www.3dscena.cz >
- [11] Práce na téma animovaného filmu. [online] 15.1.2008
< <http://www.famu.cz/docs/07Animace.pdf?PHPSESSID=d6665a10d600a244e2706639a97d7fa3> >
- [12] Hlavní stránky firmy ESRI [online] 18.12.2007
< <http://www.esri.com/> >
- [13] Osobní stránky vedoucí bakalářské práce [online] 10.12.2007
< <http://geoinformatika.wz.cz> >

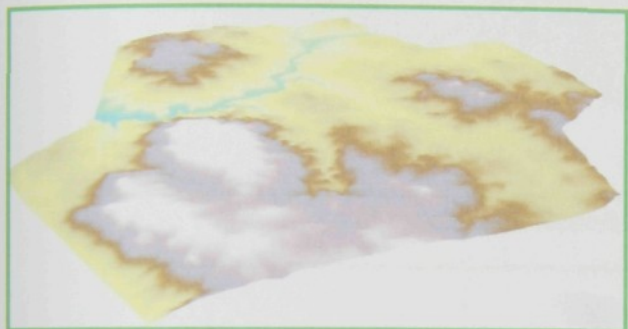
Příloha A – Ukázky 3D modelů v GIS



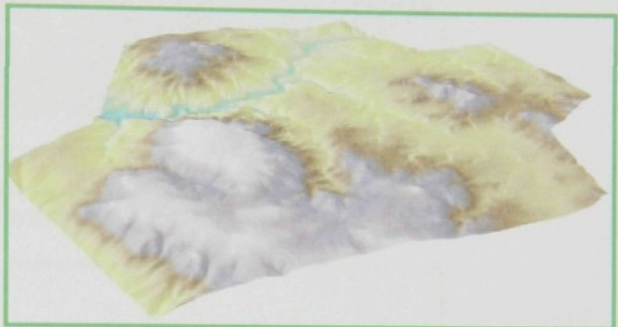
3D model hillshade.



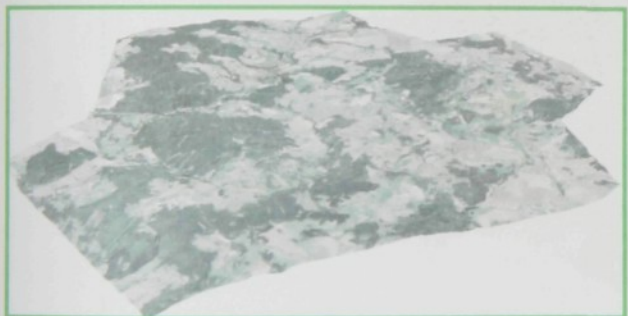
3D model hillshade a vodstva.



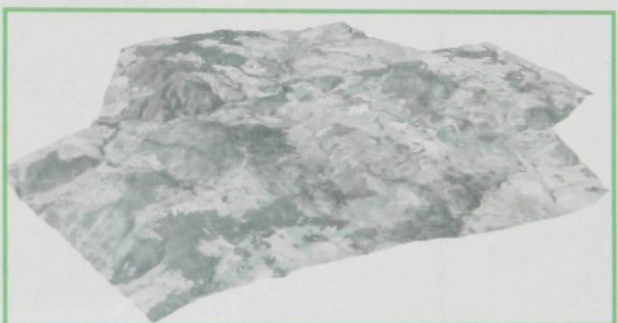
3D model s rastrem.



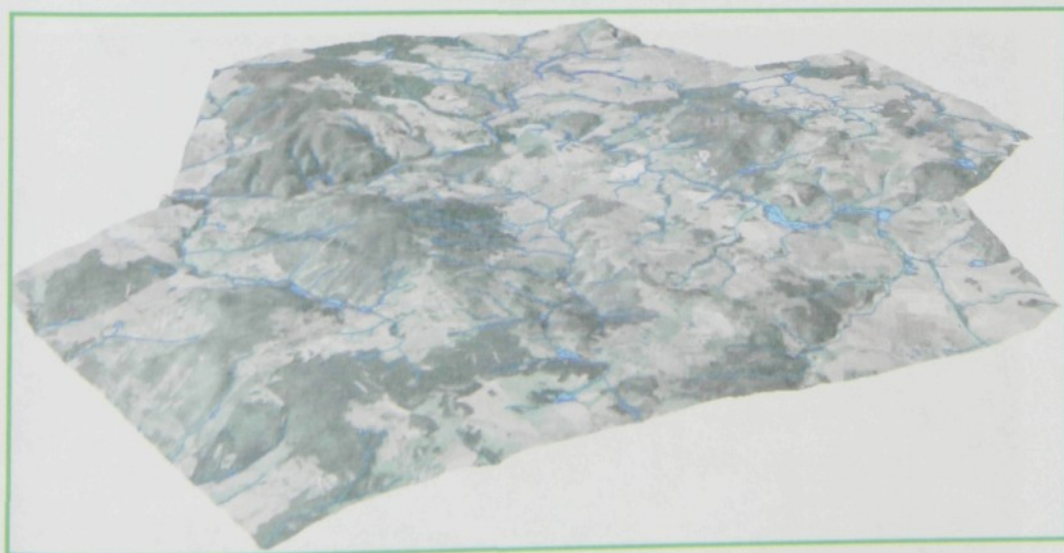
3D model hillshade a rastru.



3D model sleteckým snímkem

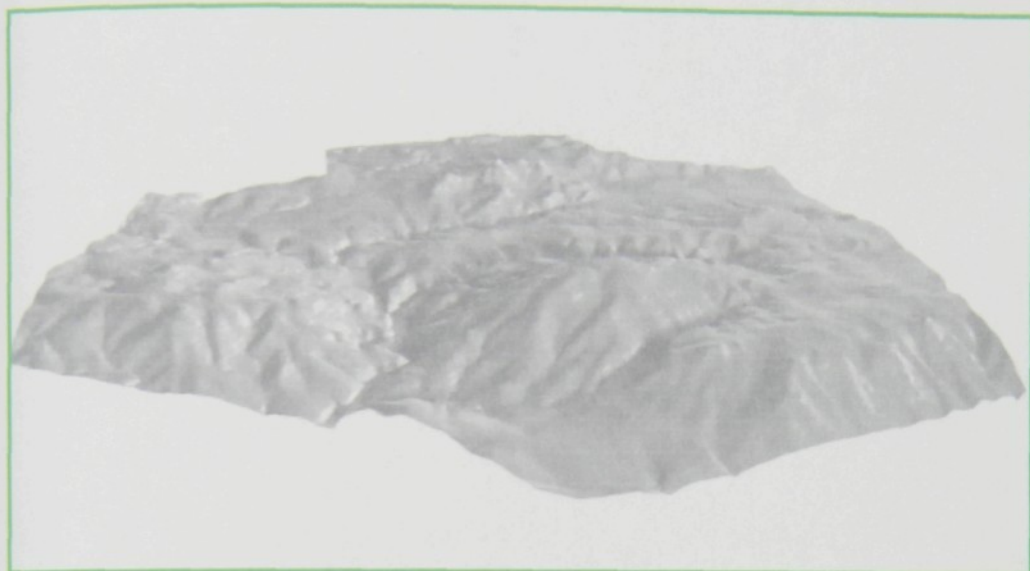


3D model snímku a hillshade.

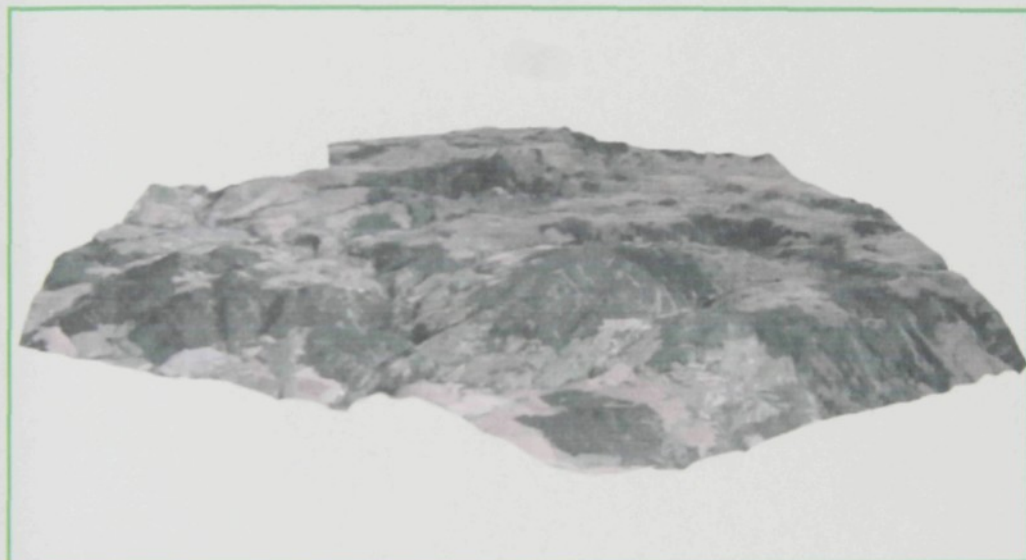


Konečný 3D model vrstev leteckého snímku, hillshade a vodstva.

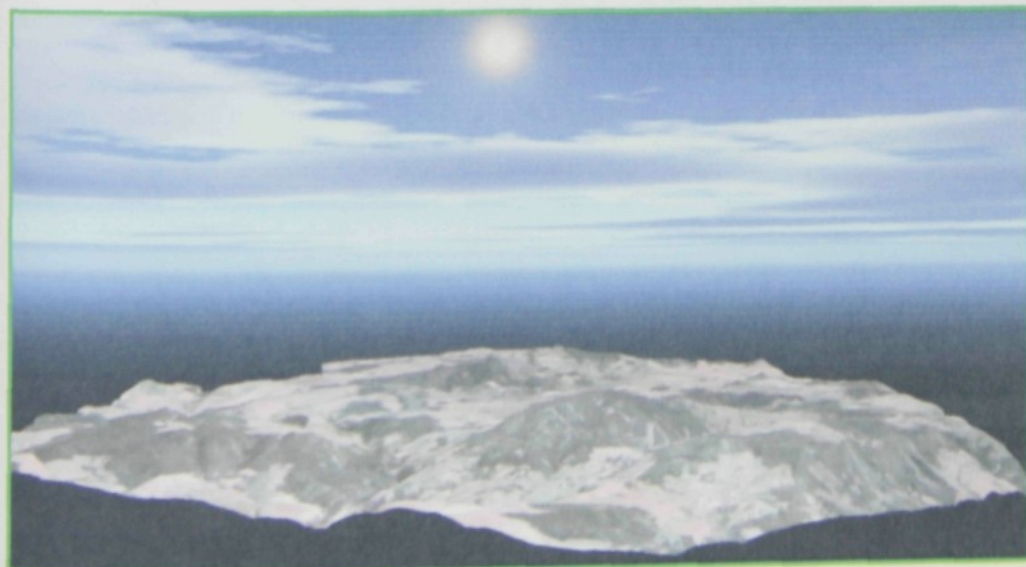
Příloha B – Ukázky 3D modelů v 3Ds MAX



3D model bez leteckého snímku. (Shade)



3D model s leteckým snímkem.



3D model s atmosférickým efektem.

V 62/08M₆
+cd