
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1802R022 – Informatika a logistika

3D modelování v GIS

3D modeling in GIS

Bakalářská práce

Autor: **Lukáš Honec**

Vedoucí práce: RNDr. Blanka Malá Ph.D.

Konzultant: RNDr. Blanka Malá Ph.D.

V Liberci 17. května 2009

Zadání

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 bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užití 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

Podpis

Poděkování

Děkuji RNDr. Blance Malé Ph.D. za poskytnutí cenných rad, poznámek a věnovaný čas při tvorbě této bakalářské práce.

V neposlední řadě bych rád poděkoval všem, kteří mě povzbuzovali, podporovali a vytvářeli příjemnou atmosféru při tvorbě této práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou výstavby 3D geometrického modelu zájmové oblasti. Tato práce je koncipována na dvě části. Teoretickou část, kde je teoreticky popsána práce s programy GRASS GIS a GMSH. Jejich výhody nevýhody, jaké data používají. Praktická část popisuje práci s geografickými daty a programy GRASS GIS a GMSH, aby se dosáhlo hlavního cíle této bakalářské práce, kterým bylo vytvoření trojrozměrného geometrického modelu dané oblasti.

Klíčová slova

3D geometrický model, GRASS GIS, GMSH, geografické data

Abstract

The bachelor thesis deals with the 3D geometric model building area of interest. This work is conceived in two parts. Theoretical part, where are theoretically described the work with softwares GRASS GIS and GMSH. Their advantages, disadvantages and what data are used. Practical section describes work with geographical data and softwares GIS GRASS GIS and GMSH to achieve the main objective of this thesis, was to create three-dimensional geometric model of the area.

Key words

3D geometric model, GRASS GIS, GMSH, geographic data

Obsah

Prohlášení	3
Poděkování	4
Abstrakt	5
Obsah	6
Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	9
Seznam použitých zkratk a symbolů	10
Úvod	11
1 Teoretická část	12
1.1 Co je to GIS?	12
1.2 Grass GIS	13
1.2.1 Geografická data	13
1.2.2 Prostředí programu Grass GIS	14
1.2.2.1 Grafické uživatelské rozhraní	14
1.2.2.2 Textová příkazová konzole	17
1.3 GMSH	18
1.3.1 Práce se skriptovacím jazykem	18
1.3.2 Práce s grafickým rozhraním	20
1.4 3D modelování	21
2 Praktická část	21
2.1 Informace o území a datech	22
2.2 Velikost modelované oblasti	23
2.3 Postup pro vytvoření nové vektorové vrstvy	24
2.3.1 Výběr vhodných vrstev k digitalizaci	24
2.3.2 Digitalizace nové vektorové vrstvy	24
2.4 Práce s atributovými tabulkami	26
2.4.1 Odpojení atributové tabulky od vrstvy	27
2.4.2 Vytvoření nové atributové tabulky pro Čertovu zeď	27
2.4.3 Vytvoření nové atributové tabulky pro modelovanou oblast	28
2.5 Interpolace povrchu	29
2.6 Vytvoření 3D vektoru nad rastrem	31

2.7	Dopočítání dat do atributových tabulek	32
2.8	Export dat	32
2.9	Vytvoření 3D geometrického modelu oblasti v GMSH.....	33
2.9.1	Vytvoření geo souboru.....	34
2.9.2	Otevření geo souboru v GMSH	36
2.9.3	Propojení bodů pomocí splajn a linií	37
2.9.4	Nadefinování povrchů.....	38
2.9.5	Nadefinování objemů	39
2.9.6	Zobrazení 3D modelu v GMSH.....	40
	Závěr	41
	Internetové zdroje.....	42

Seznam obrázků

Obr. 1 Okno Správce vrstev.....	15
Obr. 2 Okno Map display	16
Obr. 3 Okno Textové příkazové konzole.....	18
Obr. 4 Grafické uživatelské prostředí GMSH	20
Obr. 5 Zájmová oblast s Čertovou zdí.....	22
Obr. 6 Názvy a rozmístění jednotlivých vrstev v zájmové oblasti.....	23
Obr. 7 Zájmová oblast 2 (červeně)	24
Obr. 8 Okno pro vytvoření nové vrstvy pomocí digitalizace	25
Obr. 9 Zájmová oblast (světle šedivá), Čertova zeď (tmavě šedivá), Zájmová oblast 2 (červeně)	26
Obr. 10 Interpolace povrchové vrstvy body_povrch s převýšením 209 metrů	30
Obr. 11 Data z geo souboru zobrazená v GMSH	36
Obr. 12 Proložení bodů liniemi	38
Obr. 13 3D geometrický model území vytvořený v GMSH.....	40

Seznam tabulek

Tab. 1 Obsah geo souboru	34
--------------------------------	----

Seznam použitých zkratek a symbolů

GIS	geografický informační systém
GRASS	Geographic Resources Analysis Support System, geografický program
GMSH	geografický program
GPS	Satelitní navigační systém
GNU GPL	licence programu General Public License
GDAL / OGR	knihovna určená pro čtení a zápis rastrových a vektorových GIS formátů
DBF	jsou vektorová atributová data
SQL	dotazovací jazyk používaný pro práci s daty
DBMS	System řízení báze dat, práce s databází
Nviz	modul GRASSu pro vytváření 3D náhledy
Tcl/Tk	Tcl je programovací jazyk a Tk je knihovna
ASCII	americký standardní kód pro výměnu informací
DEM	digitální model terénu

Úvod

Svět se vyvíjí a technologie s ním. V dnešním uspěchaném světě se lidé snaží o rychlou a efektivní práci s co možná nejmenším úsilím. Geografie toho může být příkladem. Za stovky let nahradily papír, tužku a hvězdy moderní přístroje, které usnadňují práci uživatelům.

S dnešními možnostmi zpracování geografických dat pomocí počítačů a jiných elektronických přístrojů, které usnadňují práci při sběru, zpracování, analýze nebo třeba vykreslení geografických dat do nějakého grafického výstupu. Vykreslování geografických dat je v takové fázi, že si člověk může vymodelovat potřebný model v trojrozměrném pohledu se stromy, domy, infrastrukturou, řekami nebo jezery. Může si i dokonce tento trojrozměrný model vymodelovat v závislosti na ročním období a poté analyzovat různé jevy na příslušném modelu.

Tato bakalářská práce se zabývá výstavbou trojrozměrného modelu zájmového území. Nejprve bylo zapotřebí nastudovat problematiku výstavby geografických trojrozměrných modelů, protože jsem se s nimi ještě nesetkal. Poté si zvolit program nebo programy, se kterými tuto problematiku vyřeším. Nakonec jsem si zvolil program GRASS GIS pro úpravu dat modelované oblasti a program GMSH pro vytvoření trojrozměrného geometrického modelu území. Bakalářská práce je koncipována do dvou částí. Tou první částí je teoretická část, kde jsou popsány programy GRASS GIS a GMSH. Jak se s nimi zachází. Co všechno umí. Tou druhou částí je praktická část, kde je vysvětlen postup práce s geografickými daty a programy GRASS GIS a GMSH, aby se dosáhlo hlavního cíle této bakalářské práce, kterým bylo vytvoření trojrozměrného modelu dané oblasti.

1 Teoretická část

1.1 Co je to GIS?

GIS je zkratka ze spojení slov **Geografický Informační Systém**. Je to informační systém založený na elektronickém získávání, ukládání, správě, dotazování, analýze a zobrazování prostorových dat.

GIS se skládá z mnoha úrovní. Tou nejzákladnější úrovní je využití pro počítačovou kartografii, to jest mapování. Největší předností GISu je využívání prostorových a statistických metod pro analýzu atributů a geografických informací. Konečným výsledkem z analýz může být odvozená informace, přerušená informace či informace seřazená podle důležitosti (Ing. Jitka Jiravová, 2005). Klíčovým slovem této problematiky je geografie. To znamená, že data (nebo alespoň některé části dat) jsou prostorová. Jinými slovy. Data, která nějakým způsobem odkazují na místa na Zemi. Spolu s prostorovými neboli grafickými daty jsou obvykle propojena tabulková data, známá jako atributová data. Atributová data lze obecně definovat jako další informace o každém z prostorových prvků. Příkladem toho by mohla být například autobusová zastávka. Autobusová zastávka je prostorová souřadnice, k níž se vztahují další informace, jimiž jsou atributová data. Jako je například název zastávky, které autobusy staví na této zastávce. A dále umožňuje synchronní práci mezi nimi, tedy mezi prostorovými a atributovými daty.

GIS je složen ze čtyř základních částí neboli komponent, kterými jsou lidé, data, hardware a software. Lidskou komponentou je člověk, který umí zacházet se zbývajícími komponentami a rozumí jim natolik, aby práce s nimi byla rychlá a efektivní. Data jsou základním kamenem a často bývají tím nejdražším. Získávají se z papírových map, souřadnic, GPS modulů a digitálních dat. Pod pojmem software se ukrývají programy, které umí data otevřít, dále s nimi pracovat a tím usnadňovat práci a šetřit čas. Zástupci těchto programů jsou například Grass GIS, ArcGIS, Quantum GIS. Hardwarem se rozumí vybavení potřebné k tomu, aby podporovalo činnosti GISu v rozsahu od sběru dat až k analýze dat. Tímto vybavením by mohlo být například GPS zařízení pro sběr dat, digitizér pro konverzi papírových dat do digitálních dat, počítač s potřebným softwarem, aj.

1.2 Grass GIS

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) je geografický informační systém (GIS) pro správu, analýzu, zpracování obrazu, prostorového modelování a vizualizaci prostorových dat. Tento program je široce používán v akademickém i komerčním prostředí po celém světě, stejně jako v mnoha státních agenturách. Výhodou tohoto programu je, že se jedná o tzv. free software (volně šiřitelný) publikovaný pod licencí GNU General Public License (GNU GPL) (Markus Meteler, 2005). Umí pracovat pod nejrozšířenějšími systémy na světě, kterými jsou Windows, Linux a Mac. Další výhodou tohoto programu je jeho obsáhlost. Má v sobě zakomponováno více jak tři sta padesát modulů, které si poradí s většinou vašich požadavků. GRASS využívá jak intuitivní grafické uživatelské rozhraní, tak i příkazové okno, ze kterého se mohou ovládat veškeré potřebné operace. Atributová data jsou většinou spravována ve vektorových souborech DBF nebo v SQL databázových systémech (DBMS). Nviz je modul pro vizualizaci rastrových dat a 2D/3D vektorových dat. GRASS má v sobě plně integrované knihovny GDAL / OGR na podporu široké škály rastrových a vektorových formátů.

1.2.1 Geografická data

Rastrová data

Rastrová data jsou abstrakcí skutečného světa, kde data jsou vyjádřena jako prostorové matice buněk nebo pixelů. Každá oblast dat je rozdělena do řádků a sloupců, které tvoří pravidelnou mřížkovou strukturu. Každá buňka musí být obdélníkového tvaru, ale ne nutně čtvercového. Každá buňka v této matici obsahuje místo souřadnice, stejně jako hodnotu atributu. Prostorové umístění každé buňky je implicitně obsaženo v pořadí matice. Rastrová data jsou vhodná zejména pro určité typy prostorových operací, například pro překryty nebo plošné výpočty. Nevýhodou rastrových dat je jejich nepřesnost zobrazení zakřivených ploch v závislosti na rozlišení (Geodatabases Explored, 2000).

Vektorová data

Vektor je datová struktura sloužící k ukládání prostorových dat. Vektorová data se skládají z bodů, linií, oblouků a polygonů, které začínají a končí v uzlech. Umístění těchto uzlů topologické struktury je obvykle uloženo napřímo. Každá z těchto jednotek se skládá pouze jako série jedné nebo více souřadnic. Například linka je sbírka souvisejících bodů a polygon je soubor příbuzných linií (Geodatabases Explored, 2000).

1.2.2 Prostředí programu Grass GIS

Od roku 1998 je tradiční textová konzole doplněna novým grafickým uživatelským rozhraním založeným nejdříve na jazyku Tcl/Tk poté na platformě wxGUI. Tím vzniklo jednoduché grafické rozhraní, které je na platformě nezávislé. Toto rozhraní umožňuje uživatelům rychle a jednoduše importovat, prohlížet a zpracovávat data. Všechny hlavní moduly, přítomné v GRASSu, jsou přístupné z nového grafického rozhraní. Rozhraní se skládá z jednotlivých oken sloužících k zadávání vstupních údajů, čímž je uživatelům zpřístupněna plná funkcionalita GRASSu.

1.2.2.1 Grafické uživatelské rozhraní

Grafické uživatelské rozhraní slouží k rychlému intuitivnímu zadávání příkazů za pomoci myše. Bohužel nelze spouštět všechny moduly a funkce skrze grafické uživatelské prostředí, které GRASS GIS obsahuje.

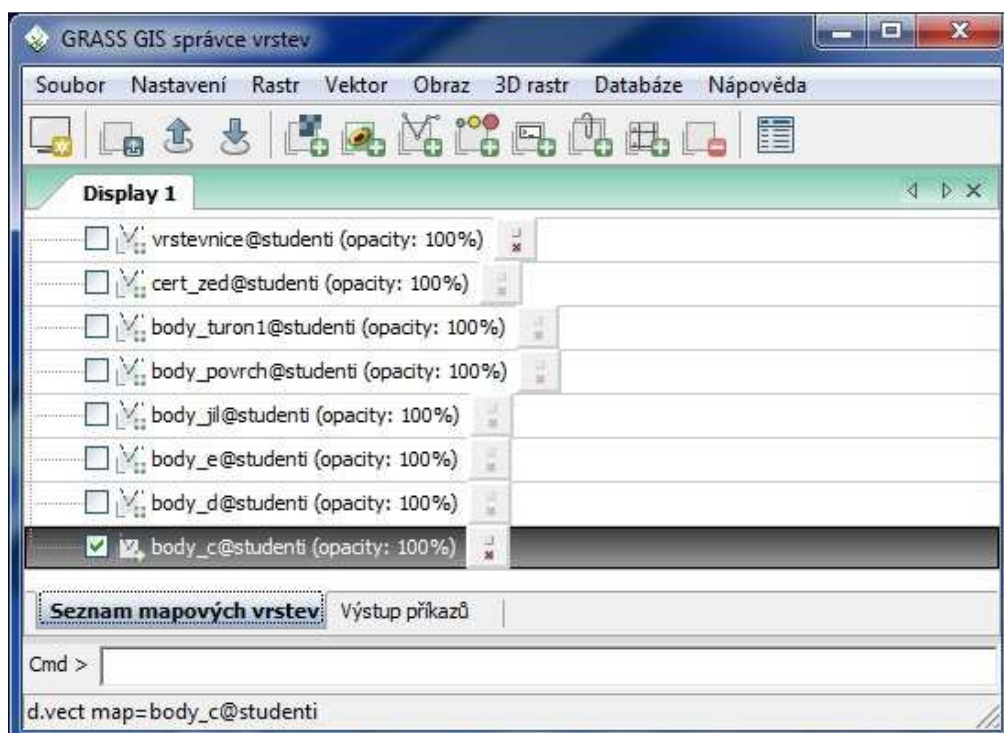
Při spuštění grafické uživatelské rozhraní GRASSu se otevřou dvě základní okna, kterými jsou Správce vrstev v angličtině Layer Manager a Map display.

Správce vrstev (Layer Manager)

Správce vrstev slouží k tvorbě, zobrazování a následné editaci jednotlivých vrstev. Ve Windowsovském Správci vrstev je menu s řadou vysouvacích záložek pro funkce GRASS GIS. Na obr. je umístěno nejvýše a obsahuje záložky s názvy Soubor, Nastavení, Rastr, Vektor, Obraz, 3D rastr, Databáze a Náповěda. S těmito záložkami se dá ovládat něco kolem dvě stě padesáti modulů a funkcí za pomoci grafické uživatelské rozhraní. Pod tímto menu se nachází Toolbar s třinácti ikonami. První ikona otevře nové okno map display a tím i novou záložku display s pořadovým číslem dvě. Druhá ikona načte mapové vrstvy do záložky Display 1, která se nachází pod tímto menu. Třetí ikona

otevře uložené zobrazení vrstev a jejich možnosti nastavení. Čtvrtá uloží zobrazení

vrstev a jejich možnosti nastavení. Pátá přidá novou rastrovou mapu. Šestá otevře rozevírací menu, které obsahuje přidání rastrových vrstev s určitými vlastnostmi. Sedmá přidá novou vektorovou vrstvu. Osmá otevře rozevírací menu, které obsahuje přidání vektorových vrstev s určitými vlastnostmi. Devátá přidává vrstvu, v níž příkaz nebo seznam příkazů může být zadán. Desátá přidá prázdné vrstvy skupiny. Vrstvy pak mohou být přidány do skupiny. Jedenáctá Dvanáctá odebere vybranou vrstvu v záložce display. Třináctá otevře atributovou tabulku vybrané vrstvy.



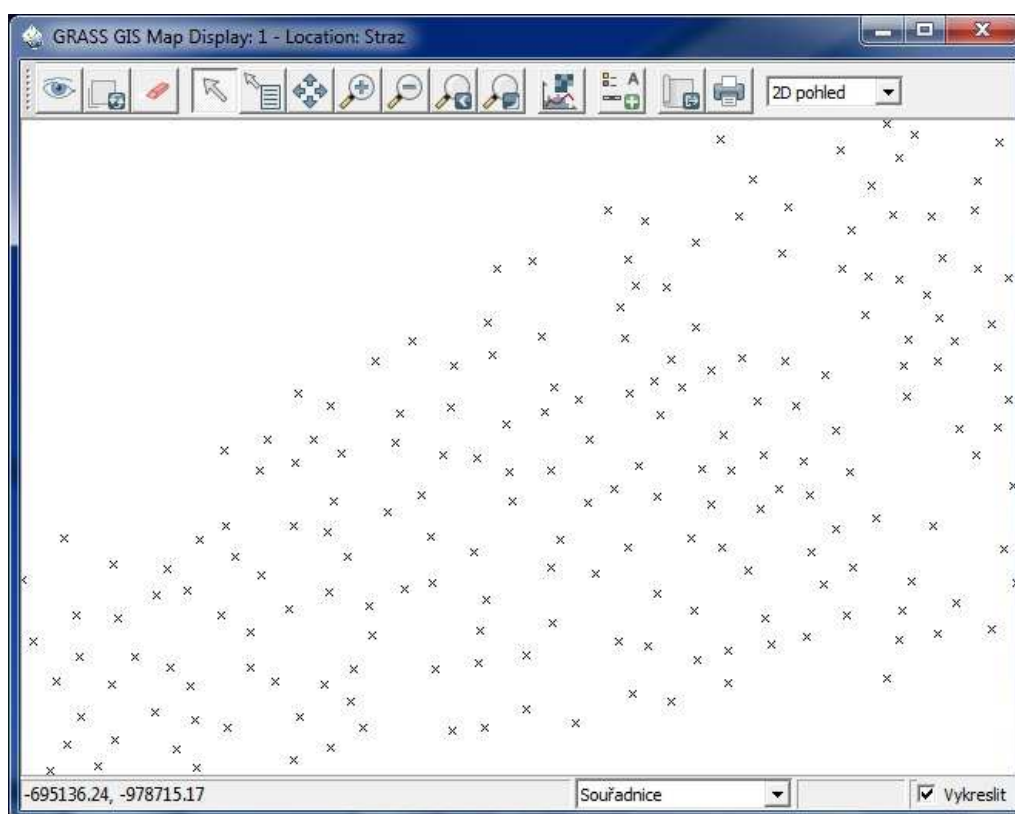
Obr. 1 Okno Správce vrstev

Pod panelem Toolbar se nachází seznam mapových vrstev, kam se vytvářejí nové nebo načítají staré mapové vrstvy. U každé vrstvy je zaškrtnuté políčko checkbox (nalevo), které aktivuje nebo inaktivuje mapovou vrstvu. Pouze aktivní vrstvy se zobrazí v okně Map display.

Posledním ovládacím prvkem je příkazová řádka označená Cmd >. Nachází se úplně dole, jak je patrné z Obr.1

Map display

Map display je okno pro zobrazení jednotlivých mapových vrstev ze správce vrstev. Každé okno Map displeje má jedinečný seznam vrstev ve Správci vrstev. V horní části okna je panel nástrojů s tlačítky pro správu map na displeji. Panel je znázorněný na obr. Tento panel obsahuje funkce pro překreslování map, vymazání mapy z displeje, různé druhy zoomu. Dále obsahuje funkce měření vzdálenosti mezi dvěma body, profil mapy povrchu a umí vytvořit histogram obrazu nebo rastrového souboru. Aby se dalo v mapě bez problémů orientovat, tak tento panel obsahuje měřítko mapy se směrovou růzností, legendu, a umí do mapy přidat text jako další vrstvu. Aby tyto úkony měly nějaký smysl, obsahuje tlačítko pro uložení kompozice displeje a tlačítko pro tisk mapy. Úplně posledním prvkem na panelu rozevírací menu pro výběr různých režim zobrazení. Tím první ze seznamu je 2D režim zobrazení. To znamená, že všechny aktivní vrstvy jsou složeny a zobrazené ve 2D režimu.



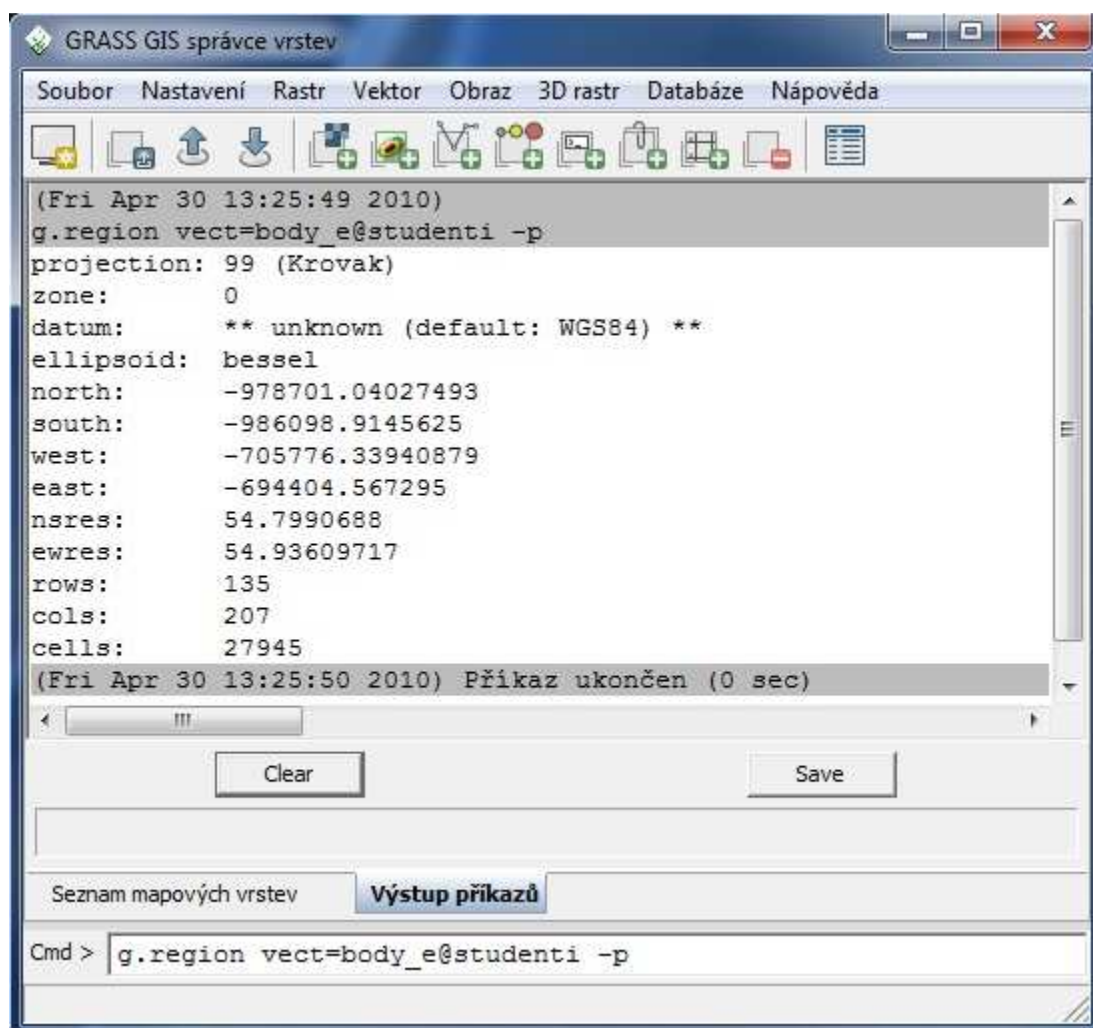
Obr. 2 Okno Map display

Dalším je 3D režim zobrazení je náhradou za Nviz. Zobrazí všechny aktivní vrstvy v 3D pohledu pomocí OpenGL. Po přepnutí se otevře nový ovládací panel,

kterým se dá dále upravovat otevřená 3D mapa a posledním z výběru zobrazení je digitalizovat. Okno Map displeje krom panelu nástrojů dále obsahuje Status bar, ve kterém si uživatel může zvolit zobrazení zeměpisných souřadnic pod kurzorem, oblast rozsahu mapy, výpočetní region, zobrazení geometrie mapy (počet řádků, sloupců, rozlišení) a měřítko mapy. Posledním a tím nejdůležitějším prvkem v okně Map displeje je samotný prostor k vykreslení příslušných map.

1.2.2.2 Textová příkazová konzole

Textová konzole umí pracovat s veškerými moduly a funkcemi, které program GRASS GIS obsahuje, jen za pomoci příkazů zadávaných do příkazového řádku. Na Obr.3 je znázorněna textová konzole. Jedná se o stejné okno jako v případě Správce vrstev. Jedinou změnou tohoto okna je přepnutá záložka na Výstup příkazů. Tato záložka obsahuje tlačítka pro vymazání Výstupu příkazů (Clear) nebo jeho uložení.



Příslušné příkazy se zadávají do příkazové řádky, která je označena písmeny Cmd > a nachází se v okně pod záložkou Výstupu příkazů. Po napsání příkazu a stisknutí klávesy enter se provede příslušný příkaz.

Například příkaz `g.region vect=body_e@studenti -p` nastaví výpočetní region podle vybrané mapy. `g.region` je program pro správu definice hranic geografického regionu, `vect=body_e@studenti` je název příslušné vektorové mapy a `-p` je zkratka pro výpis aktuálního regionu Výstupu příkazů.

1.3 GMSH

GMSH je generátor sítí konečných prvků se zobrazením v 1D, 2D i 3D prostoru. Jeho prvotním cílem je poskytnout jednoduchý nástroj pro akademické testovací případy s parametrickým vstupem a schopností vizualizace dat. Jednou z jeho předností je schopnost respektovat charakteristické velikosti polí a vygenerovat je v Mesh modulu pomocí linií, povrchů a objemů. GMSH obsahuje čtyři základní modul, kterými jsou Geometry, Mesh, Solver a post-processing. S těmito moduly se dá pracovat za pomoci grafického uživatelského rozhraní nebo v textových ASCII souborech pomocí vlastního skriptovacího jazyka, který GMSH používá (Christophe Geuzaine and Jean-Fran.cois Remacle, 2009).

1.3.1 Práce se skriptovacím jazykem

Nadefinování bodů (point)

Tento příkaz nadefinuje jednoduchý prostorový bod (point). Za příkazovým slovem Point se nachází v závorce pořadové číslo prvku, označené písmenem p. Ve složených závorkách jsou souřadnice bodu označené písmeny x, y a z. Poslední parametr je pro hustotu sítě v daném okolí bodu.

Point(p) = { x , y , z , h };

Nadefinování linie (line) a splajny (spline)

Za pomoci příkazu line se vytvoří linie (funguje pouze mezi dvěma body). Příkazem spline se vytvoří taktéž linie, ale tato linie se dá proložit více body. Tyto dva příkazy jsou prakticky totožné. V závorce za příkazovým slovem mají pořadové číslo prvku. Ve složených závorkách se nacházejí pořadová čísla prvků, mezi kterými se propojí linií nebo splajnou.

Line(p) = {p1, p2 }; p1, p2, pn – jsou pořadová čísla point

Spline(p) = {p1, ... , pn};

Nadefinování povrchu

Povrch v GMSH se dá nadefinovat pomocí dvou funkcí, Plane surface a Ruled surface. Plane surface potřebuje pro své úspěšné nadefinování povrchu mít okrajové body ve stejné rovině. Ruled surface si poradí i s body, které nejsou ve stejné rovině a tím i se zakřivenou plochou.

Line Loop(p) = {p1, ... , pn}; p1,pn – jsou pořadová čísla line nebo spline

Plane surface(p) = {pLL}; pLL – je pořadové číslo Line Loop

Ruled Surface(p) = {pLL};

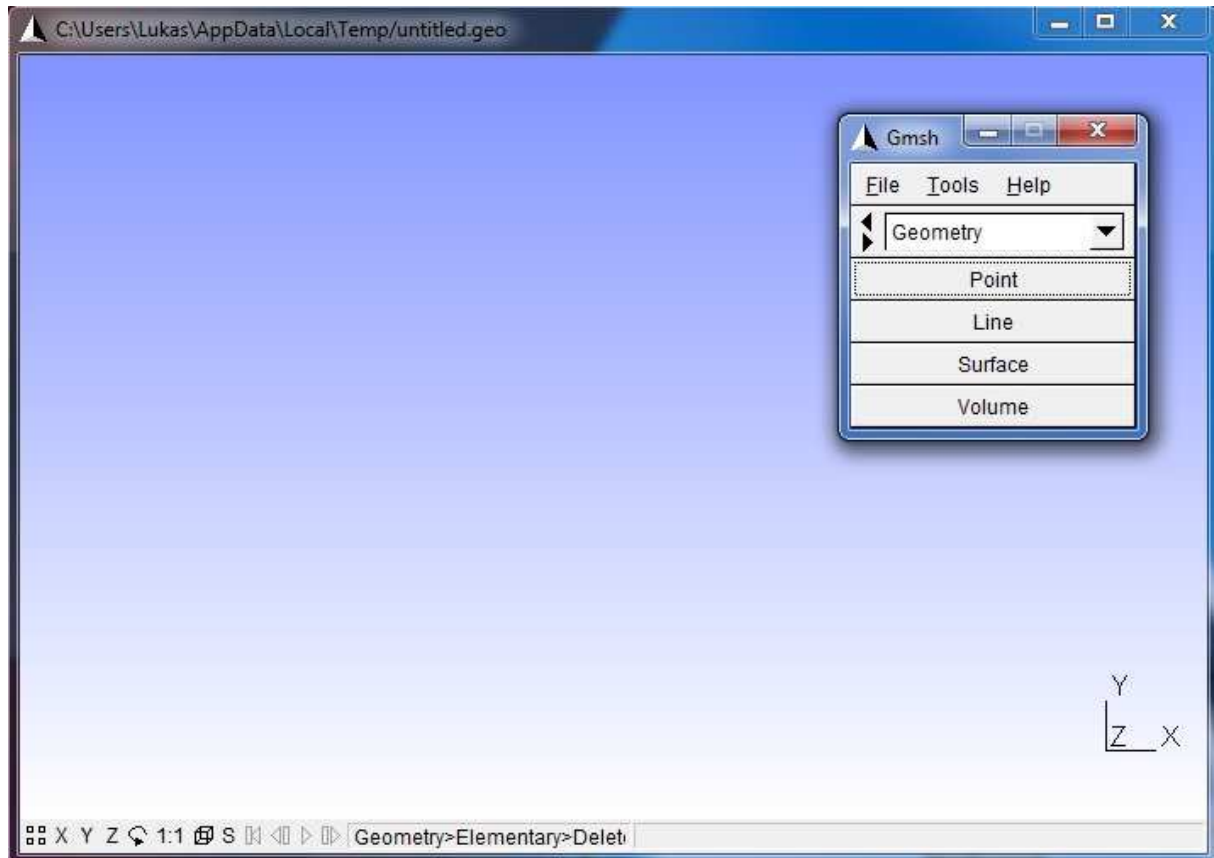
Nadefinování objemu (Volume)

Objem se v GMSH nadefinuje výběrem povrchu ohraničující daný prostor.

Surface Loop(p) = {p1, ... , pn}; p1, pn - jsou pořadová čísla povrchů

Volume(p) = {pSL}; pSL - je pořadové číslo Surface Loop

1.3.2 Práce s grafickým rozhraním



Obr. 4 Grafické uživatelské prostředí GMSH

Grafické rozhraní v GMSH se skládá ze dvou hlavních oken. Z příkazového a zobrazovacího okna. V příkazovém okně se vybírají jednotlivé funkce pomocí tlačítek a hlavního rozbalovacího menu. Přepíná se v něm mezi jednotlivými moduly pomocí vysouvacího menu, které se nachází hned pod hlavním menu. V zobrazovacím okně se zobrazují data ze souboru, který se edituje pomocí skriptovacího jazyka nebo příkazového okna. Dále se v něm vybírají body, linie a povrchy, se kterými se dále pracuje.

Na Obr.4 jsou znázorněna okna v GMSH. Malé okno vně velkého okna je příkazové okno a to velké okno zobrazovací okno.

1.4 3D modelování

Všechny 3D geometrické modely jsou složeny z kombinací bodů, linií a polygonů. Každý 3D geometrický model má objem. To znamená, že každý bod modelu má tři souřadnice, vyjádřené většinou jako x , y , z . Tento matematický popis vyjadřuje geometrii skutečného světa, ve kterém se šířka, hloubka a výška s logickým důsledkem vlastností, jeví jako objem, hmotnost a těžiště.

Výhody 3D modelování spočívají ve způsobu, jakým vidíme informace. 3D zobrazení je simulací prostorové reality, což umožňuje divákovi, aby rychleji rozpoznal a pochopil změny v krajině. Dokáže zobrazit a vygenerovat stromy, domy či dokonce sezónní charakteristiky počasí, jako je například sněh.

Většina GIS softwarů je schopna zobrazit topografické data, jako digitální model terénu (DEM) a generovat izometrické pohledy a obrysy mapy. Mnoho produktů má také integrované 3D moduly pro vizualizaci dat.

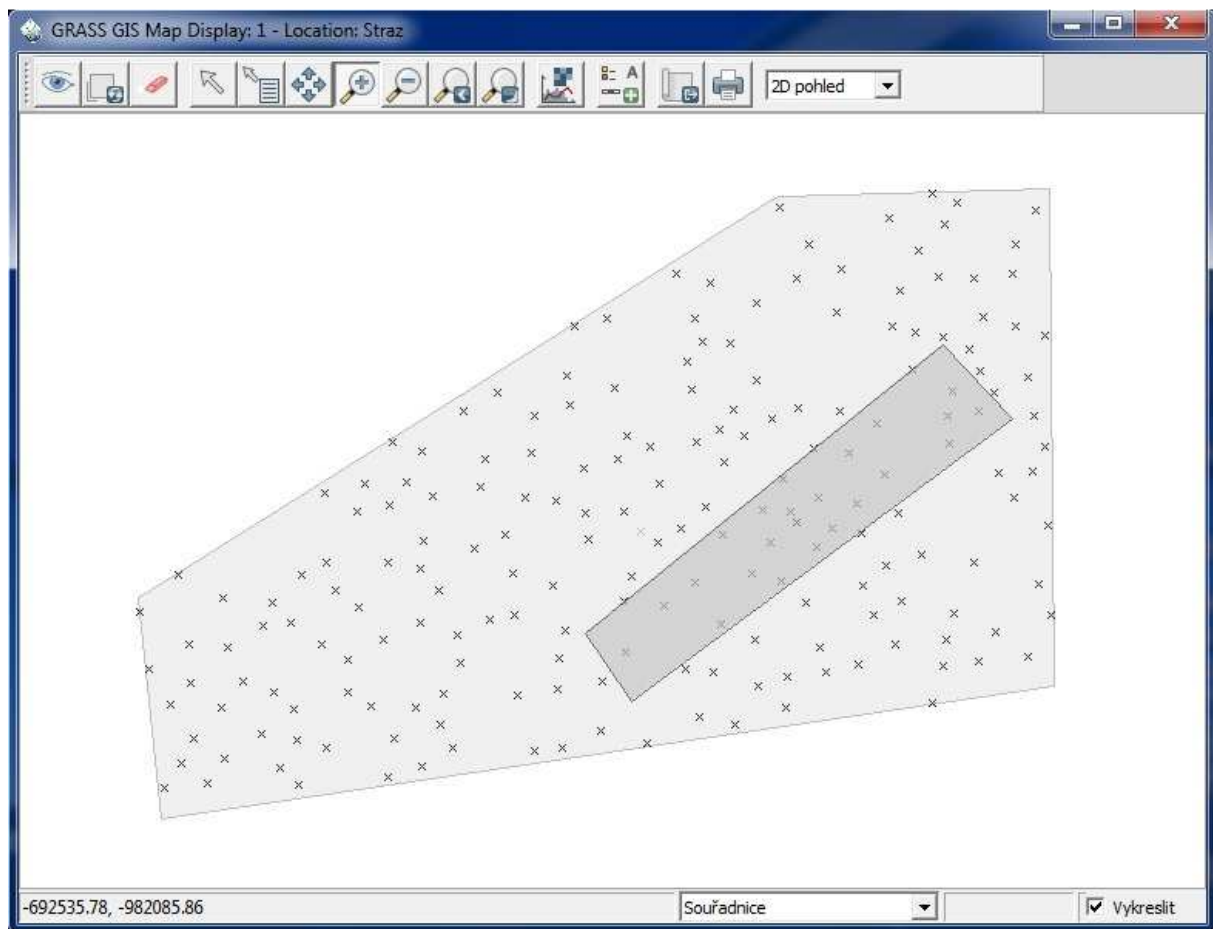
2 Praktická část

Úkolem praktické části této bakalářské práce bude upravení dat v programu GRASS GIS a následné vytvoření 3D geometrického modelu území v generátoru sítí v programu GMSH. Nejprve bude zapotřebí vybrat data, která se budou hodit do modelované oblasti, protože v 3D geometrickém modelu bude vidět jen část z dat, se kterými se bude pracovat. Poté započne práce s programem GRASS GIS, se kterým se budou upravovat data pro 3D geometrický model. V programu GRASS GIS se nejprve vytvoří nová vrstva, která bude souhlasit s velikostí modelované oblasti. Poté se k daným vrstvám vytvoří a připojí atributové tabulky s parametry x , y a z . Následně se provedou interpolace jednotlivých vrstev modelované oblasti, aby se zjistily jednotlivé výšky vrstev a mohly se doplnit do atributových tabulek. Dalším krokem bude získání prostorových dat pro jednotlivé body modelované oblasti a následné doplnění těchto bodů do atributových tabulek. Posledním krokem v GRASS GIS bude vyexportování dat do externích souborů.

Z vyexportovaných dat se vytvoří soubor, který půjde otevřít v programu GMSH. Po otevření souboru s daty, se zobrazí okrajové body modelované oblasti, se kterými se bude dále pracovat. Tyto body se pospojují liniemi. Nadefinují se povrchy a objemy v programu GMSH, aby se posléze mohl vytvořit 3D geometrický model.

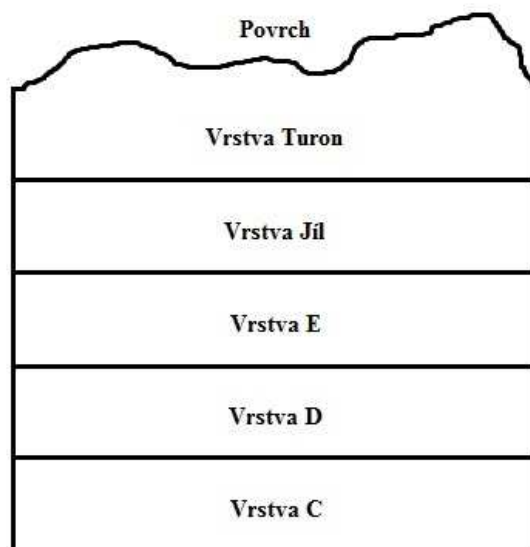
2.1 Informace o území a datech

V geografických datech pro tuto bakalářskou práci se nacházejí data modelované oblasti. V datech jsou uloženy informace o tomto místě. Obsahují souřadnice hraničních bodů výřezu s názvem `zajmova_oblast`. Tato oblast je znázorněna na Obr.5 jako světle šedý pětiúhelník. Dále obsahuje žulový masiv s názvem `cert_zed`. Znázorněný na Obr.5 jako šedý čtyřúhelník. Žulový masiv z Obr.5 prochází pěti horizontálními vrstvami obsaženými taktéž v geografických datech.



Obr. 5 Zájmová oblast s Čertovou zdí

Těchto pět vrstev s názvy `body_c`, `body_d`, `body_e`, `body_jil`, `body_turon` je znázorněno na Obr.6 s povrchem s názvem `body_povrch`. Šířka jednotlivých vrstev je odlišná. Veškerá data, která byla v této podkapitole zmíněna. Jsou ve formátu vektorových dat.

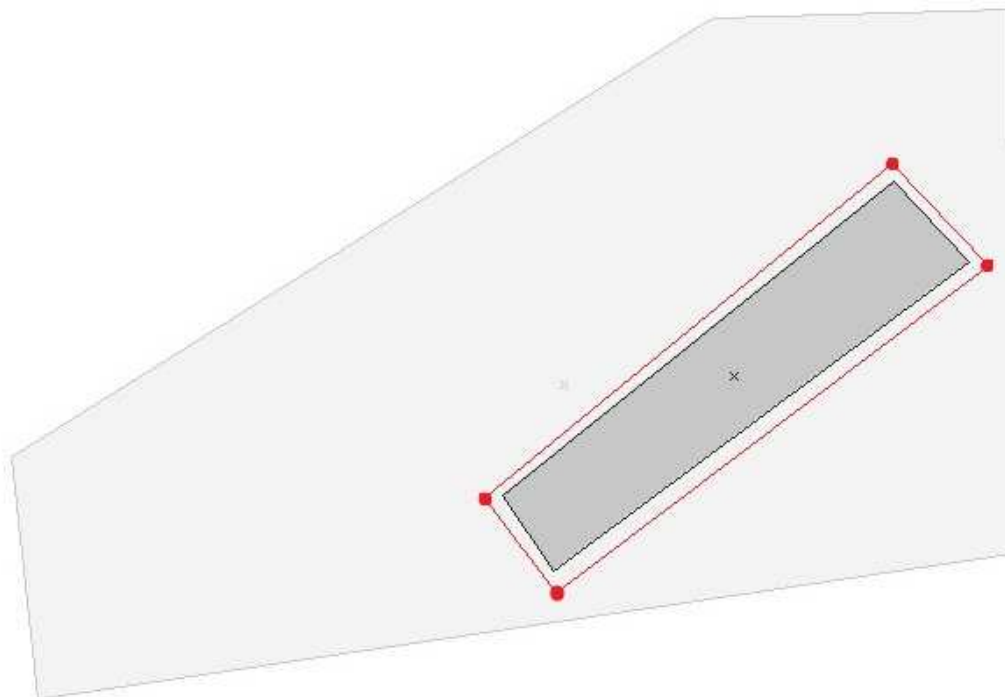


Obr. 6 Názvy a rozmístění jednotlivých vrstev v zájmové oblasti

Vrstva C začíná v nadmořské výšce 90 m (tj. zhruba 310 m pod povrchem) a je široká 35 m. Další navazující vrstvou je vrstva D, která navazuje asi ve 125 m (tj. asi 275 m pod povrchem) a je široká 30 m. Po vrstvě D navazuje vrstva E s nadmořskou výškou 160 m (tj. asi 245 m pod povrchem) a je široká 60 m. Následuje vrstva Jíl se začátkem ve 230 m (tj. asi 185 m pod povrchem) a je široká zhruba 100 m. Poslední vrstvou je vrstva Turon, která začíná v nadmořské výšce 340 m (tj. asi 85 m pod povrchem) a je široká 65 m. Vrstvu Turon zakončuje Povrch s převýšením 120 m.

2.2 Velikost modelované oblasti

Dle zadání se modelovaná oblast zaměří jen na oblast čertovy zdi. To znamená, že v modelové oblasti bude čertova zeď ve všech pěti vrstvách a malí kousek okolí taktéž ve všech vrstvách. Velikost oblasti je znázorněna na Obr.7 čtyřmi červenými body spojenými červenými přímkami.



Obr. 7 Zájmová oblast 2 (červeně)

2.3 Postup pro vytvoření nové vektorové vrstvy

2.3.1 Výběr vhodných vrstev k digitalizaci

Pro úspěšné vytvoření nové vektorové vrstvy je zapotřebí správného a přehledného pozadí pro digitalizaci. Tímto pozadím se rozumí vektorové vrstvy, které dopomohou ke správnému zadání ohraničujících bodů nové vektorové vrstvy.

Touto vrstvou by měla být `cert_zed`, protože má být celá znázorněna v konečném výsledku a tou další může být `zajmova_oblast`.

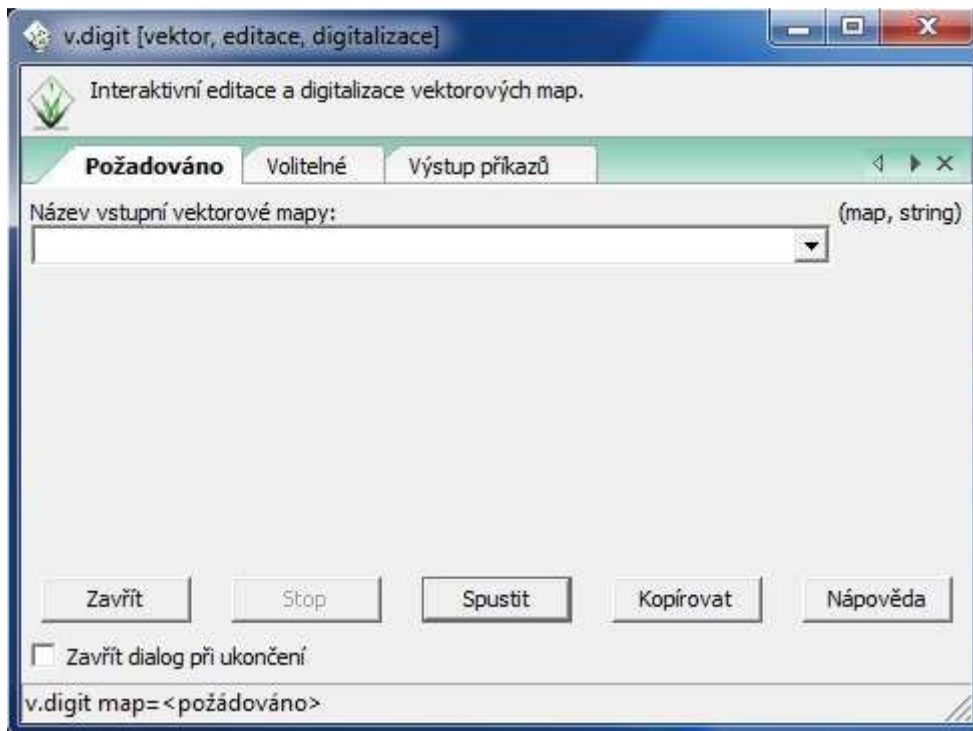
2.3.2 Digitalizace nové vektorové vrstvy

Pomocí digitalizace se vytvoří nová vektorová vrstva s názvem `zaj_oblast2`. Tato vrstva bude tvořena čtyřmi body, které budou ohraničovat její území.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Vektor -> Vytvořit vektorovou mapu -> Digitalizovat vektorovou mapu (Vector -> Develop vector map -> Digitize vector map)

Mělo by se objevit okno na Obr.8. Toto okno má většina modulů a funkcí. Obsahuje záložky, do kterých se zadávají počáteční informace a příkazy pro správné provedení jednotlivých úkonů. Počet záložek se může měnit v závislosti na druhu modulu nebo funkce.



Obr. 8 Okno pro vytvoření nové vrstvy pomocí digitalizace

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map):
zaj_oblast2
- Volitelné (Optional)
 - Zaškrtnout Vytvořit nový soubor, pokud neexistuje (Create new file if it does not exist)
 - Příkazy ze skupiny d.* pro vykreslení pozadí (bgcmd, string): d.vect map=zajmova_oblast@studenti;d.vect map=cert_zed@studenti

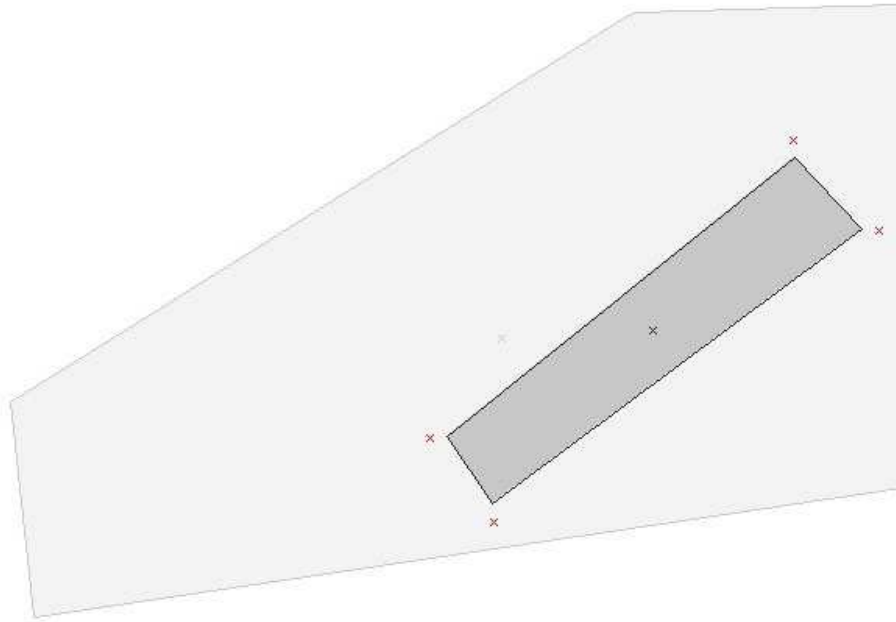
Pomocí konzole:

v.digit -n map = zaj_oblast2 bgcmd = d.vect map=zajmova_oblast@studenti;d.vect map=cert_zed@studenti, kde v.digit je příkaz pro funkci digitalizace, -n vytvoří novou vrstvu a příkaz bgcmd zobrazí v tomto případě do pozadí příslušné vektorové vrstvy. Do pozadí může zobrazit i rastrovou vrstvu, tak že místo vect se zadá příkaz rast.

Po těchto krocích by se měl otevřít toolbox s digitalizačním oknem, ve kterém by v pozadí měly být vektorové vrstvy zajmova_oblast a cert_zed.

Dalším krokem je zadání a vykreslení hraničních bodů v digitalizačním okně. Body se zadají a vykreslí pomocí tlačítka Digitize new point. Jeden po druhém se do vrstvy zanesou, tak aby nová vrstva zaj_oblast2 obsahovala celou Čertovu zed'. Při zadávání jednotlivých bodů se objevuje chybová hláška, protože není zatím nadefinována atributová tabulka.

Po dokončení digitalizace mapy se provede uložení a ukončení vrstvy pomocí tlačítka Save and exit.



Obr. 9 Zájmová oblast (světle šedivá), Čertova zed' (tmavě šedivá), Zájmová oblast 2 (červeně)

2.4 Práce s atributovými tabulkami

Ke každé vrstvě by měla být přiřazena atributová tabulka s prostorovými daty daných objektů nacházejících se ve vrstvě. Atributové tabulky jsou většinou pojmenovány po vrstvy, ke které se vztahují kuli přehlednosti, ale lze je i pojmenovat jinými názvy.

Ze všeho nejdříve se odpojí atributová tabulka od vrstvy cert_zed, protože její atributová tabulka neobsahuje výškovou souřadnici. Poté se vytvoří nová tabulka pro vrstvy cert_zed a zaj_oblast2, která žádnou tabulku nemá. Obě atributové tabulky budou obsahovat parametr cat (pořadové číslo položky) a souřadnicové parametry (x, y, z).

2.4.1 Odpojení atributové tabulky od vrstvy

V této podkapitole se odpojí atributová tabulka cert_zed od její vrstvy pomocí modulu v.db.connect, aby následně v dalším kroku mohla být vytvořena nová atributová tabulka a připojena ke stávající vrstvě cert_zed.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Databáze -> Databázové spojení -> Databázové spojení (Database -> Vector database connections -> Set vector map - database connections)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map): cert_zed
- Volitelné (Optional)
 - Zaškrtnout Vymaž připojení pro danou vrstvu (Delete connection for certain layer)
 - Jméno tabulky (Table name): cert_zed
 - Jméno sloupce s klíčem (Key column name): cat
 - Číslo vrstvy (Layer number): 1

Pomocí konzole:

```
v.db.connect -d map=cert_zed@studenti driver=dbf table=cert_zed key=cat  
layer=1
```

2.4.2 Vytvoření nové atributové tabulky pro Čertovu zed'

Tato atributová tabulka se bude jmenovat cert_zed_nova a bude připojena k vektorové vrstvě s názvem cert_zed. Atributová tabulka bude mít čtyři parametry. Třemi parametry jsou souřadnice x, y, z a tím čtvrtým parametrem bude cat, Kde cat je parametr pro pořadové číslo položky.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Databáze -> Správa tabulek -> Vytvořit tabulku
(Database -> Manage database -> New table)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vektorové vrstvy, pro kterou bude vytvořena atributová tabulka (Vector map for which to add new attribute table): cert_zed
- Volitelné (Optional)
 - Název nové atributové tabulky (Name of new attribute table): cert_zed_nova
 - Vrstva, ve které bude nová atributová tabulka přidána (Layer where to add new attribute table): 1
 - Názvy a typy nových sloupců (Name and type of the new columns): cat integer, x double, y double, z double

Pomocí konzole:

v.db.addtable map=cert_zed@studenti table=cert_zed_nova layer=1 columns=cat integer,x double,y double,z double

Správné vytvoření a zároveň připojení atributové tabulky k vrstvě cert_zed@studenti vyplyne ze záložky Výstupu příkazů v okně modulu v.db.addtable. V záložce by se mělo objevit o správném vytvoření atributové tabulky s názvem cert_zed_nova a následně by se mělo objevit i správné propojení s vektorovou vrstvou cert_zed@studenti.

2.4.3 Vytvoření nové atributové tabulky pro modelovanou oblast

Tato atributová tabulka se bude jmenovat zajm_oblast2 a bude připojena k vektorové vrstvě se stejným názvem. Atributová tabulka bude mít taktéž čtyři parametry a budou úplně stejné jako v předchozím případě.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Databáze -> Správa tabulek -> Vytvořit tabulku
(Database -> Manage database -> New table)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vektorové vrstvy, pro kterou bude vytvořena atributová tabulka (Vector map for which to add new attribute table): `zajm_oblast2`

- Volitelné (Optional)
 - Název nové atributové tabulky (Name of new attribute table): `zajm_oblast2`
 - Vrstva, ve které bude nová atributová tabulka přidána (Layer where to add new attribute table): `1`
 - Názvy a typy nových sloupců (Name and type of the new columns): `cat integer, x double, y double, z double`

Pomocí konzole:

```
v.db.addtable map=zajm_oblast2@studenti table=zajm_oblast2 layer=1  
columns=cat integer,x double,y double,z double
```

Obě atributové tabulky lze zobrazit. V grafickém uživatelském prostředí se dají zobrazit, tak že se ve Správci vrstev vybere příslušná vrstva pravým tlačítkem myši a otevře menu. Vybere Zobrazit atributovou tabulku nebo za pomoci tlačítka Zobrazit atributovou tabulku ve Správci vrstev v toolbaru. V textové konzole za pomoci příkazu `db.select table=nazev_tabulky`. Vypíše do záložky Výstupu příkazů celou atributovou tabulku.

2.5 Interpolace povrchu

Pomocí interpolace se získají výšky povrchu jednotlivých vrstev k dalšímu zpracování. V každém souboru vrstvy se nachází zetová souřadnice s názvem Z krom souboru `body_jil`, kde tato souřadnice je nazvána Z1. Souřadnice poslouží k dopočítání výšek pro celou modelovou oblast.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

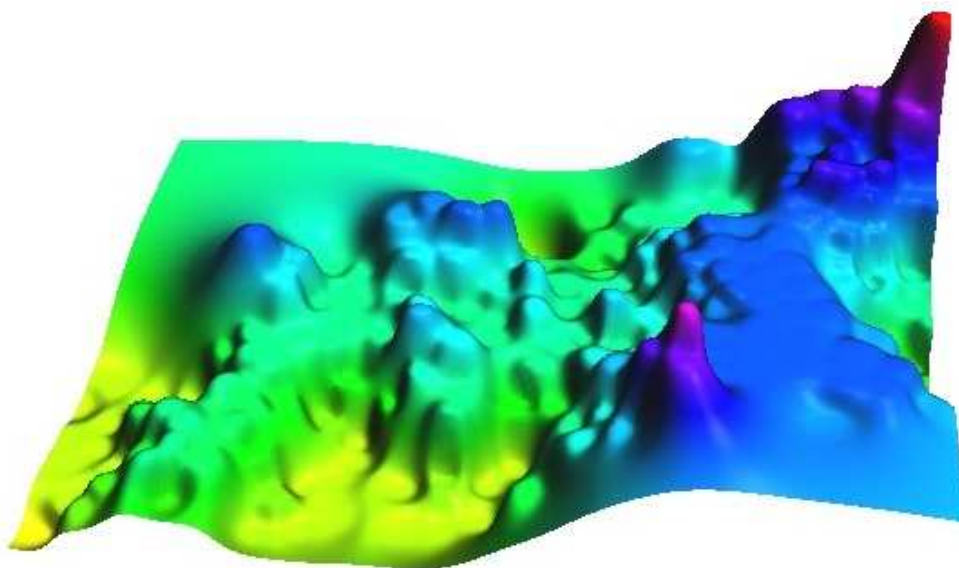
V hlavním menu vyberte: Rastr -> Interpolovat povrch -> Interpolace IDW z vektorových bodů (Raster -> Interpolate surface -> IDW from vector points)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map):
body_povrch
 - Název výstupní rastrové mapy (Name for output raster map):
interpolace_povrch
- Volitelné (Optional)
 - Počet bodů pro interpolaci (Name of interpolation points): 200
 - Číslo vrstvy (Layer number):1
 - Sloupec tabulky atributů s hodnotami pro interpolaci (Attribute table column with values to interpolate): Z

Pomocí konzole:

```
v.surf.idw input=body_povrch@studenti output=interpolace_povrch npoints=200  
layer=1 column=Z
```



Obr. 10 Interpolace povrchové vrstvy body_povrch s převýšením 209 metrů

Za pomoci tohoto modulu byly vytvořeny interpolace pro vrstvy s názvem body_c, body_d, body_e, body_jil, body_turon a body_povrch. Příslušným interpolacím byly přiřazeny názvy interpolace_c, interpolace_d, interpolace_e, interpolace_jil, interpolace_turon a interpolace_povrch. Počet interpolačních bodů byl stanoven podle počtu bodů v atributových tabulkách příslušných vrstev. V tomto případě jich bylo dvě stě.

2.6 Vytvoření 3D vektoru nad rastrem

Aby bylo možné v dalším kroku dopočítat atributová data do tabulek. Musí se vytvořit 3D vektor za pomoci rastrových vrstev z předchozí kapitoly, ze kterého se poté data doplní do atributových tabulek. Tyto prostorové vektory se vytvoří pro všechny vrstvy Zájmové oblasti 2 a Čertovi zdi.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Vektor -> Vytvořit novou mapu -> Vytvořit 3D vektor nad rastrem (Vector -> Develop map -> Create 3D vector over raster)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map):
zajm_oblast2
 - Název výstupní vektorové mapy (Name for output vector map):
zajm_oblast2_povrch
- Volitelné (Optional)
 - Rastrová mapa elevace pro extrakci výšek (Elevation raster for height extraction): interpolace_povrch
 - Typ vzorkování (Sampling method): nearest
 - Číslo vrstvy (Layer number): 1
 - Typy vektorových prvků (Object vectors types): point V tomto konkrétním případě stačí vybrat jen bod (point), protože data obsahují jen body. V jiných případech se dá vybrat centroid, line, boundary, face, kernel

Pomocí konzole:

```
v.drape input=zajm_oblast2@studenti type=point rast=interpolace_povrch  
method=nearest output=zajm_oblast2_povrch
```

2.7 Dopočítání dat do atributových tabulek

K další práci je zapotřebí dopočítat souřadnice do atributových tabulek za pomoci modulu v.to.db. Atributové tabulky se budou dopočítávat pro všechny vrstvy Zájmové oblasti 2 a Čertovi zdi.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Vektor -> Zprávy, výpisy a statistiky -> Načíst nebo podat zprávu o topologii (Vector -> Report and statistics -> Upload or report topology)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map):
zajm_oblast2_povrch
 - Hodnota pro aktualizaci (Value for the update): coor
- Volitelné (Optional)
 - Název sloupců atributové tabulky (Name column attribute table): x, y,
z
 - Číslo vrstvy (Layer number): 1

Pomocí konzole:

```
v.to.db map=zajm_oblast2_povrch option=coor col=x,y,z
```

Zajm_oblast2_povrch je název mapy, ke které se dopočítávají souřadnice do atributové tabulky. Parametr coor neboli coordinate značí souřadnice a parametr col udává, které sloupce se dopočtou do atributové tabulky.

2.8 Export dat

Jelikož modelovaná oblast bude zobrazena v programu GMSH. Musí se data vyexportovat z databáze GRASSu a dále upravit, aby byly správně zobrazeny v GMSH. GMSH pracuje se soubory *.geo, a proto nejdou použít data ve formátu, který používá GRASS GIS.

Za pomoci modulu v.out.ascii se vyexportují atributové tabulky, které půjdou otevřít v jakémkoli tabulkovém editoru. Tabulky se vyexportují pro všechny vrstvy ze Zájmové oblasti 2 a Čertovi zdi.

Pomocí grafického uživatelského rozhraní:

V hlavním menu vyberte: Soubor -> Export vektorové mapy -> Export ASCII bodů / GRASS ASCII vektorů (File -> Export vector map -> ASCII points or GRASS ASCII vector)

V záložce:

- Požadováno (Required)
 - Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map):
zajm_oblast2_povrch
- Body (Points)
 - Oddělovač sloupců (Separator columns): tab
 - Počet míst za desetinou čárkou (Number of places for floatin point): 8
- Volitelné (Optional)
 - Cesta k výslednému souboru ASCII nebo jméno ASCII vektoru, pokud je zadána: C:\“cesta“\zajm_oblast2_povrch.xls
 - Výstupní formát (Output format): point

Pomocí konzole:

```
v.out.ascii input=zajm_oblast2_povrch@studenti {C:\“cesta“\ zajm_oblast2_povrch.xls} format=point fs=tab db=8
```

Zajm_oblast2_povrch@studenti je název vrstvy, ze které se exportují data do externího souboru. {C:\“cesta“\ zajm_oblast2_povrch.xls} je cesta, kam se uloží soubor s exportovanými daty. Parametr point vypíše do externího souboru jen body z atributové tabulky. Funkce fs definuje oddělovací znak od jednotlivých souřadnic a poslední funkcí je db, která umožní uživateli zvolit, kolik číslic bude za desetinou čárkou.

2.9 Vytvoření 3D geometrického modelu oblasti v GMSH

Nejprve z vyexportovaných dat z GRASS GIS se upraví a vytvoří soubor s koncovkou *.geo, který GMSH umí otevřít a dále s ním pracovat. Jelikož jsou vyexportovaná data jen samé prostorové body, tak dalším krokem bude tyto body pospojovat splajnami a liniemi v GMSH. Poté se musí nadefinovat povrchy a objemy, aby se následně mohl vytvořit 3D geometrický model příslušné modelované oblasti.

2.9.1 Vytvoření geo souboru

Vyexportovaná data z GRASS GIS jsou obsažena ve vícero souborech. Aby GMSH zobrazil celou modelovanou oblast je zapotřebí nakopírovat data z jednotlivých souborů do jediného souboru s koncovkou geo a upravit data tak, jako je to v Tab.1. V tomto případě byl použit pro úpravu souboru s koncovkou geo poznámkový blok.

Tab. 1 Obsah geo souboru

```
x =100;
y =40;
//zajm_oblast2 vrstva c
Point(1) = {-694547.43671021 , -981537.592175 , 97.05057149 , x };
Point(2) = {-695737.3985999 , -980250.0924255 , 119.86670944 , x };
Point(3) = {-699619.40542036 , -985380.58385153 , 89.51856764 , x };
Point(4) = {-700536.26130258 , -984171.11438988 , 108.3237353 , x };
//cert_zed vrstva c
Point(6) = {-695753.8509693 , -980590.05538257 , 117.83437338 , y };
Point(7) = {-694890.60128821 , -981515.59936187 , 98.60891185 , y };
Point(8) = {-699635.04349414 , -985030.99280512 , 92.58834612 , y };
Point(9) = {-700207.34097747 , -984179.25802924 , 107.66691886 , y };
//zajm_oblast2 vrstva d
Point(11) = {-694547.43671021 , -981537.592175 , 138.40497163 , x };
Point(12) = {-695737.3985999 , -980250.0924255 , 155.31382638 , x };
Point(13) = {-699619.40542036 , -985380.58385153 , 125.4329371 , x };
Point(14) = {-700536.26130258 , -984171.11438988 , 137.95886124 , x };
//cert_zed vrstva d
Point(16) = {-695753.8509693 , -980590.05538257 , 154.89594689 , y };
Point(17) = {-694890.60128821 , -981515.59936187 , 139.65496611 , y };
Point(18) = {-699635.04349414 , -985030.99280512 , 129.07635504 , y };
Point(19) = {-700207.34097747 , -984179.25802924 , 137.59387532 , y };
//zajm_oblast2 vrstva e
Point(21) = {-694547.43671021 , -981537.592175 , 170.64561174 , x };
Point(22) = {-695737.3985999 , -980250.0924255 , 190.0998921 , x };
Point(23) = {-699619.40542036 , -985380.58385153 , 155.98028477 , x };
Point(24) = {-700536.26130258 , -984171.11438988 , 171.50557758 , x };
//cert_zed vrstva e
Point(26) = {-695753.8509693 , -980590.05538257 , 188.30704855 , y };
Point(27) = {-694890.60128821 , -981515.59936187 , 171.90776596 , y };
Point(28) = {-699635.04349414 , -985030.99280512 , 158.58205648 , y };
Point(29) = {-700207.34097747 , -984179.25802924 , 170.98586946 , y };
//zajm_oblast2 vrstva jil
Point(31) = {-694547.43671021 , -981537.592175 , 230.645474 , x };
Point(32) = {-695737.3985999 , -980250.0924255 , 250.1001663 , x };
Point(33) = {-699619.40542036 , -985380.58385153 , 215.98018154 , x };
Point(34) = {-700536.26130258 , -984171.11438988 , 231.50550092 , x };
```

```

//cert_zed vrstva jil
Point(36) = {-695753.8509693 , -980590.05538257 , 248.30675262 , y };
Point(37) = {-694890.60128821 , -981515.59936187 , 231.90758218 , y };
Point(38) = {-699635.04349414 , -985030.99280512 , 218.58207946 , y };
Point(39) = {-700207.34097747 , -984179.25802924 , 230.98578716 , y };
//zajm_oblast2 vrstva turon
Point(41) = {-694547.43671021 , -981537.592175 , 347.0922443 , x };
Point(42) = {-695737.3985999 , -980250.0924255 , 352.36336738 , x };
Point(43) = {-699619.40542036 , -985380.58385153 , 346.65925214 , x };
Point(44) = {-700536.26130258 , -984171.11438988 , 350.86789439 , x };
//cert_zed vrstva turon
Point(46) = {-695753.8509693 , -980590.05538257 , 351.82869177 , y };
Point(47) = {-694890.60128821 , -981515.59936187 , 347.40756965 , y };
Point(48) = {-699635.04349414 , -985030.99280512 , 347.52427579 , y };
Point(49) = {-700207.34097747 , -984179.25802924 , 350.73587224 , y };
//zajm_oblast2 vrstva povrch
Point(51) = {-694547.43671021 , -981537.592175 , 400.01054044 , x };
Point(52) = {-695737.3985999 , -980250.0924255 , 467.94448231 , x };
Point(53) = {-699619.40542036 , -985380.58385153 , 382.97024636 , x };
Point(54) = {-700536.26130258 , -984171.11438988 , 399.98591753 , x };
Point(55) = {-695311.01647056 , -980702.86447325 , 456.5288 , x };
Point(56) = {-694904.6601841 , -981145.07572616 , 411.88755882 , x };
Point(57) = {-695311.01647056 , -981061.41413777 , 433.21219662 , x };
Point(58) = {-695095.88667184 , -981981.69161004 , 391.24324647 , x };
Point(59) = {-695753.22772346 , -982471.70948488 , 433.61788277 , x };
Point(60) = {-696482.27870799 , -983021.48563715 , 449.61352747 , x };
Point(61) = {-697187.42638154 , -983559.31013393 , 447.45953888 , x };
Point(62) = {-697976.23564349 , -984144.94125264 , 449.90227414 , x };
Point(63) = {-698836.75483834 , -984802.28230426 , 406.09853414 , x };
Point(64) = {-695550.04958024 , -982017.54657649 , 426.4185916 , x };
Point(65) = {-696255.19725379 , -982531.4677623 , 449.85866728 , x };
Point(66) = {-696936.44161638 , -983045.38894811 , 449.56218565 , x };
Point(67) = {-697713.29922284 , -983619.06841135 , 449.82158865 , x };
Point(68) = {-698537.96345124 , -984228.60284103 , 431.14555466 , x };
Point(69) = {-696410.56877508 , -980822.38102809 , 451.63067252 , x };
Point(70) = {-697294.9912809 , -981563.3836681 , 447.8913858 , x };
Point(71) = {-698227.22040865 , -982304.38630811 , 412.97630432 , x };
Point(72) = {-699362.62767963 , -983224.66378037 , 402.73534796 , x };
Point(73) = {-696661.55354025 , -981324.35055842 , 447.90442354 , x };
Point(74) = {-697593.782668 , -982077.30485391 , 448.4050078 , x };
Point(75) = {-699804.83893254 , -983858.10152103 , 378.65452699 , x };
Point(76) = {-700079.72700867 , -984790.33064878 , 350.00613569 , x };
Point(77) = {-698693.33497253 , -982961.72735973 , 401.82932193 , x };
//cert_zed vrstva povrch
Point(78) = {-695753.8509693 , -980590.05538257 , 469.4948011 , y };
Point(79) = {-694890.60128821 , -981515.59936187 , 404.32962541 , y };
Point(80) = {-699635.04349414 , -985030.99280512 , 366.92035706 , y };
Point(90) = {-700207.34097747 , -984179.25802924 , 396.85675238 , y };

```

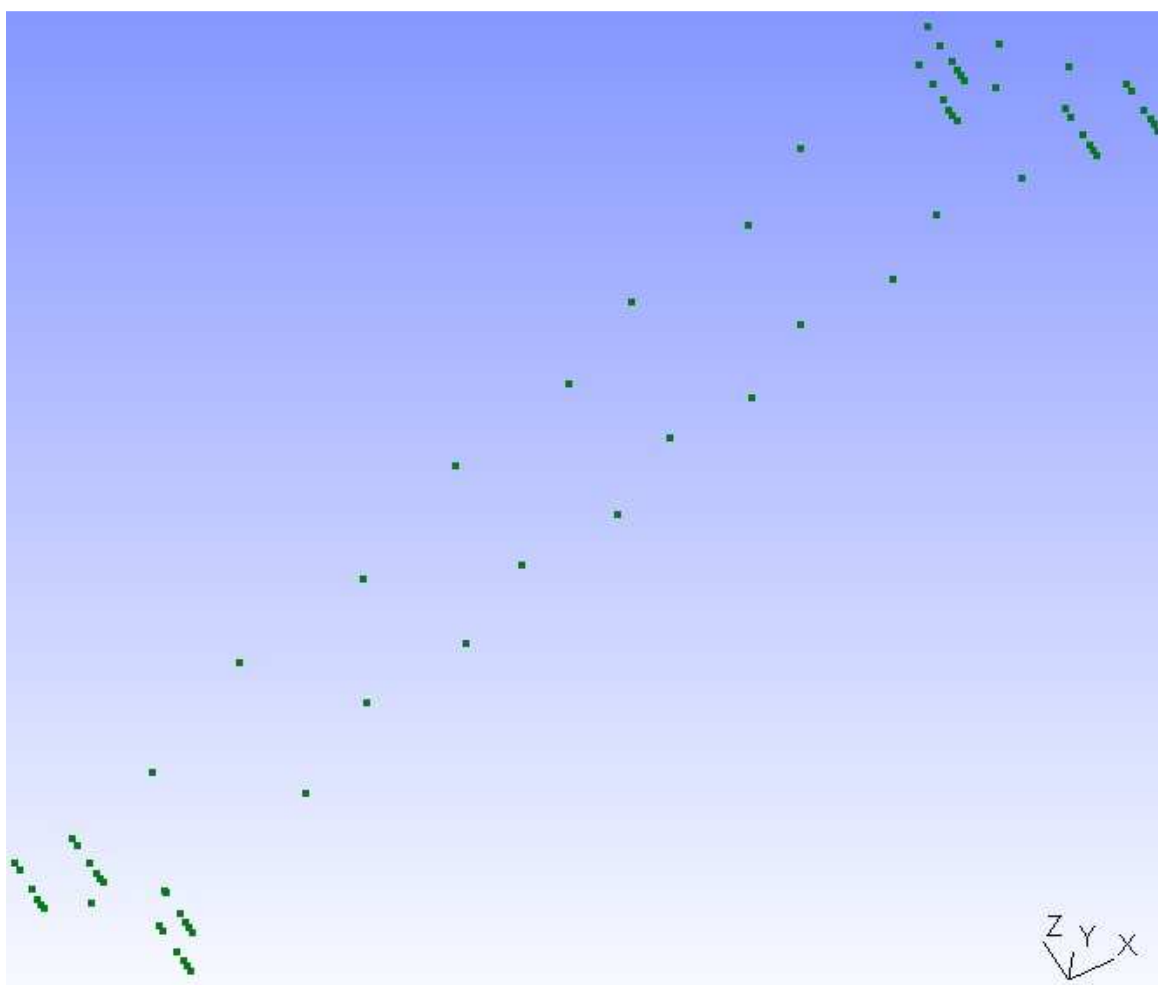
Tabulka obsahuje upravená data pro další použití v GMSH. Na začátku tabulky jsou uvedeny proměnné x a y , které slouží ke snadnému měnění hustoty sítě pro modelovanou oblast. Hustota sítě se uvádí jako poslední ze čtyř parametrů příkazu pro vytvoření nového bodu v GMSH (například `Point(1) = {-694547.43671021, -981537.592175, 97.05057149, x};`). Dále tabulka obsahuje příkazy k vytvoření bodů v GMSH. Pro přehlednost jsou odděleny komentáři, které se vytvářejí pomocí `//`.

2.9.2 Otevření geo souboru v GMSH

Po správné úpravě exportovaných dat do geo souboru se otevře v GMSH. Po otevření souboru se v okně vykreslí body ze souboru (Tab.1), se kterými se dále bude pracovat. Vykreslené body jsou vidět na Obr.11 zeleně.

Postup:

V příkazovém okně (to je to menší) v hlavním menu: File -> Open -> Cesta k souboru



Obr. 11 Data z geo souboru zobrazená v GMSH

2.9.3 Propojení bodů pomocí splajn a linií

Nejvrchnější vrstva obsahuje dvacet šest bodů Zájmové oblasti 2 a čtyři body Čertovy zdi, kvůli přesnějšímu vymodelování povrchu oblasti. Ostatních pět vrstev obsahuje pouze čtyři body Zájmové oblasti 2 a čtyři body Čertovy zedi. Povrchové body budou spojeny funkcí Spline a ostatní body z nižších vrstev budou spojeny funkcí Straight line.

Tvorba Spline

Postup:

V příkazovém okně

- Ve vysouvacím menu: Geometry
- Tlačítka: Elementary entities -> Add -> New -> Spline

V zobrazovacím okně se vyberou body, kterými bude proložena splajna a stiskne se e pro vytvoření splajny. Funkce Spline proloží body zakřivenou linií, tak aby neobsahovala žádnou ostrou hranu.

Tento úkon lze udělat i v geo souboru za pomoci příkazu $\text{Spline}(1) = \{51, 56, 55, 52\}$; Tento příkaz proloží linií body 51, 56, 57 a 52.

Tvorba Straight line

Postup:

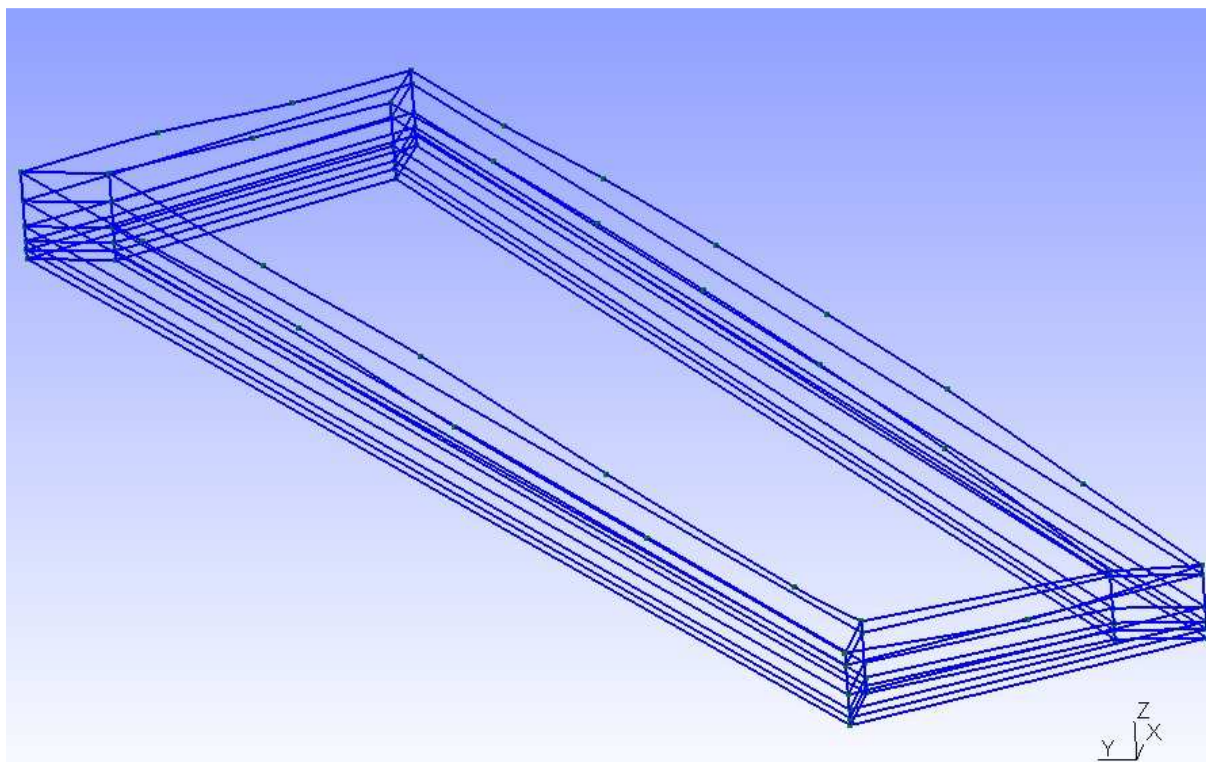
V příkazovém okně

- Ve vysouvacím menu: Geometry
- Tlačítka: Elementary entities -> Add -> New -> Straight line

V zobrazovacím okně se vyberou dva body, které se mezi sebou spojí linií.

Tento úkon lze udělat i v geo souboru za pomoci příkazu $\text{Line}(30) = \{52, 42\}$; Tento příkaz proloží linií body 52 a 42.

Výsledek těchto dvou funkcí by měl vypadat jako na Obr.12



Obr. 12 Proložení bodů liniemi

2.9.4 Nadefinování povrchů

Pro vytvoření 3D geometrického modelu v GMSH je nejprve zapotřebí nadefinovat všechny povrchy, které vznikly z předchozího kroku. Tyto povrchy se nedefinují pomocí funkce Ruled surface. Ruled surface je funkce, které nevdí velké rozdíly hodnot mezi prostorovými souřadnicemi, proto je tato funkce vhodná pro nadefinování povrchů tohoto modelu.

Postup:

V příkazovém okně

- Ve vysouvacím menu: Geometry
- Tlačítka: Elementary entities -> Add -> New -> Ruled surface

V zobrazovacím okně se vyberou linie, které ohraničují příslušný povrch. Po vybrání všech linií se stiskne e pro provedení úkonu. Na povrchu by se měl objevit čerchovaný kříž.

Tento úkon lze provést i v geo souboru za pomoci příkazů $\text{Line Loop}(13) = \{2,7,11,9\}$;, který do sebe zaindexuje linie a $\text{Ruled Surface}(14) = \{13\}$;, který nadefinuje povrch.

2.9.5 Nadefinování objemů

Postup:

V příkazovém okně

- Ve vysouvacím menu: Geometry
- Tlačítka: Elementary entities -> Add -> New -> Volume

V zobrazovacím okně se vyberou povrchy, které ohraničují příslušný objem. Po vybrání všech povrchů se stiskne e pro provedení úkonu.

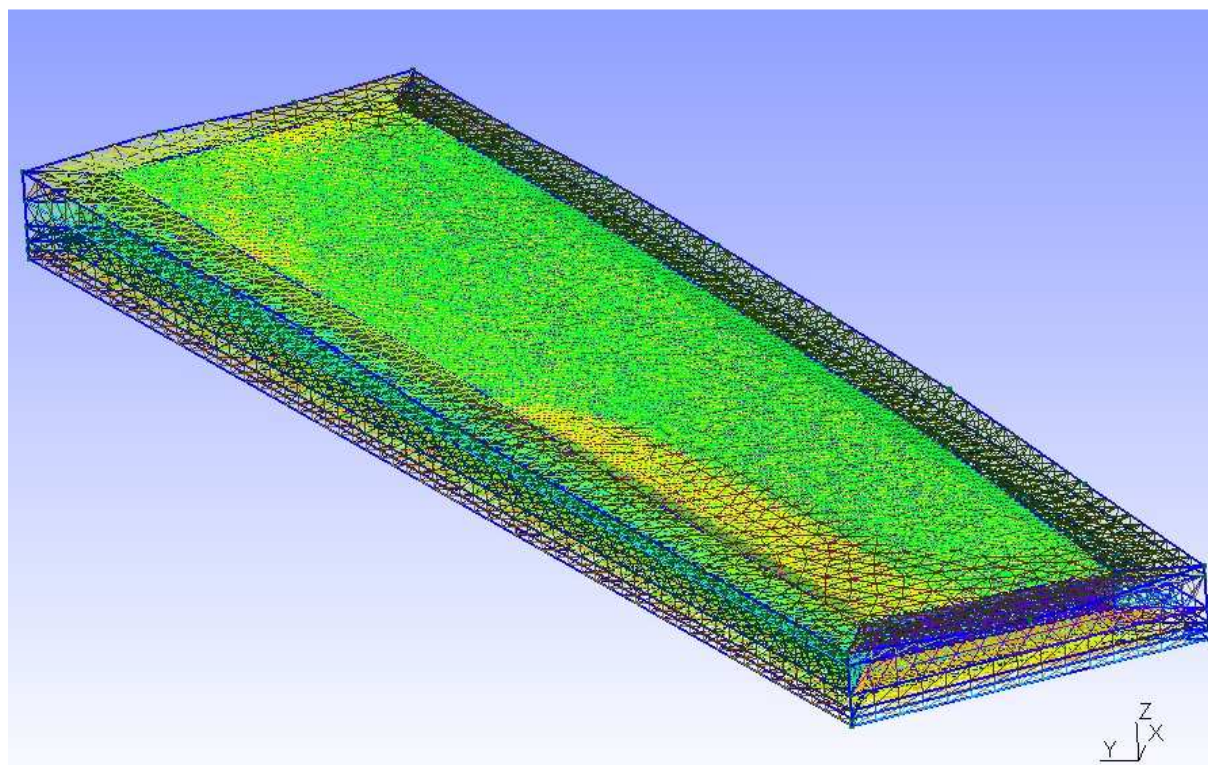
Tento úkon lze provést i v geo souboru za pomoci příkazů $\text{Surface Loop}(165) = \{63,26,51,67,73\}$;, který do sebe zaindexuje povrchy a $\text{Volume}(166) = \{165\}$;, který nadefinuje Objemy.

2.9.6 Zobrazení 3D modelu v GMSH

Postup:

V příkazovém okně

- Ve vysouvacím menu: Mesh
- Tlačítka: 3D



Obr. 13 3D geometrický model území vytvořený v GMSH

Závěr

Díky této bakalářské práci jsem se seznámil s problematikou výstavby 3D modelů krajin z geografických dat. Naučil jsem se pracovat s geografickým programem GRASS GIS a také s programem GMSH pro tvorbu trojrozměrných geometrických modelů. Program GRASS GIS mi v této bakalářské práci posloužil pro výběr části území z oblasti, která byla zahrnuta v příslušných geografických datech. Dále jsem se naučil v tomto programu přidávat a odebírat atributové tabulky k vrstvám, interpolovat, dopočítávat souřadnice a vkládat je do atributových tabulek. Také jsem se naučil upravit data, tak aby je otevřel program GMSH a následně s nimi mohl pracovat. V programu GMSH se mi podařilo upravit data, tak abych vytvořil trojrozměrný geometrický model nazvaný Zájmová oblast 2. Tento model jsem vytvořil v GMSH za pomoci linií, které propojily body vyexportované z programu GRASS GIS a také nadefinováním povrchů a objemů modelu.

Tato bakalářská práce by šla rozšířit o vytvoření dalšího 3D modelu se stejnými počátečními daty v jiném geografickém programu pro tvorbu 3D modelů a poté tyto dva modely porovnat mezi sebou.

Internetové zdroje

Geodatabases Explored – Vector and Raster Data. [online]. 5.1.2000. [cit. 2010-04-26]. Dostupný z www: <<http://gislounge.com/geodatabases-explored-vector-and-raster-data/>>

Ing. Jitka Jiravová. Co je GIS. [Online]. 17.12.2004. [cit. 2010-03-07]. Dostupný z www: <<http://www.21století.cz/view.php?cisloclanku=2004121719>>

Grass 6 příručka. [online]. 2.10.2005. [cit. 2010-03-05]. Dostupný z www: <http://gama.fsv.cvut.cz/data/grasswikicz/grass6_prirucka/grass6_prirucka_0.2.pdf>

Markus Meteler. GIS GRASS-Praktická rukověť. [online]. 15.10.2005. [cit. 2010-03-27]. Dostupný z www: <http://gama.fsv.cvut.cz/data/grasswikicz/grass_prirucka/grass_prirucka_0.4.pdf>

Školení GRASS GIS. [online]. 2009. [cit. 2010-04-24]. Dostupný z www: <<http://les-ejk.cz/skoleni/grass/>>

Christophe Geuzaine and Jean-Fran.cois Remacle.GMSH. [online].11.11.2009 [cit. 2009-05-05]. Dostupný z www: <<http://geuz.org/gmsh/doc/texinfo/gmsh.pdf>>