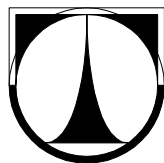


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2010

Schovánek Petr

Příloha A

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 2612R011 – Elektronické informační a řídicí systémy

3D modelování v GIS **3D modeling in GIS**

Bakalářská práce

Autor:	Petr Schovánek
Vedoucí práce:	RNDr. Blanka Malá, Ph.D.
Konzultant:	RNDr. Blanka Malá, Ph.D.

V Liberci 13. 5. 2010

Zadání BP

Zde bude ten papír s podpisem pana děkana.

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 užit 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 paní RNDr. Blance Malé, Ph.D., která byla vedoucí a zároveň konzultankou mé bakalářské práce. Děkuji ji za její čas a ochotu mi věnovanou při diskutování a pomáhání při jakémkoliv problému vyskytnutém při psaní této závěrečné práce. Samozřejmě děkuji i mým přátelům a hlavně rodině za jejich podporu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na tvorbu 3D modelu v Geografickém informačním systému (dále jen GIS), konkrétně v GRASS GIS. Zabývá se nejen problematikou vytváření modelu, ale i manuálem k tomuto softwaru. Hlavním cílem práce je přiblížit funkce spjaté s vytvářením a modifikováním 3D dat.

3D modeling in GIS

Abstract

My dissertation is focused on the 3D model creation in Geographic Information System, for short GIS, concretely GRASS GIS. It is deal not only with questions of creating model, but it is deal with manual to this software too. The main goal of this dissertation is to bring closer funkcions that are connected with creating and modifying 3D data.

Obsah

1	Seznam obrázků	7
2	Úvod	8
2.1	Cíle práce	9
3	Seznámení s GIS	9
3.1	Co je GIS?.....	9
3.2	Geografická data	10
3.2.1	Rastrová data	10
3.2.2	Vektorová data	11
3.3	3D modelování v GIS	12
3.4	GRASS GIS	13
4	Řešení	16
4.1	Modelová data.....	16
4.2	Postup práce	16
5	Závěr.....	29
6	Seznam použité literatury	30

1 Seznam obrázků

Obr 3.1: Software GRASS GIS správce vrstev

Obr 3.2: Software GRASS GIS map display

Obr 3.3: Konzole v softwaru GRASS GIS

Obr 3.4: Zobrazení všech devíti vrstev ve vektorové podobě

Obr 3.5: Zobrazení všech devíti vrstev v rastrové podobě

Obr 3.6: Rastrová vrstva „turon“ + vektorové body této vrstvy

Obr 3.7: Rastrová vrstva „vrstevnice“ na zájmové oblasti

Obr 3.8: Rastrová vrstva povrchu vytvořeného z rastru „vrstevnice“

Obr 3.9: Rastrová vrstva povrchu vrstevnic+ vektorové vrstevnice

Obr 3.10: Vizualizace povrchu vrstvy povrch – 8x převýšeno

Obr 3.11: Vizualizace povrchu vrstvy vrstevnice – 5x převýšeno

Obr 3.12: Vizualizace všech vrstev - jihovýchodní pohled – 10x převýšeno

Obr 3.13: Vizualizace všech vrstev - jihozápadní pohled – 10x převýšeno

Obr 3.14: Vizualizace nejnižší a nejvyšší vrstvy + chyba

Obr 3.15: Vizualizace dvou průřezů s různým nastavením

Obr 3.16: Ukázka jak funguje r.to.rast3

Obr 3.17: Vytvořený objem

Obr 3.18: Vytvořený objem zobrazený se všemi rastrovými povrchy – 8x převýšeno

Obr 3.19: Vytvořený objem zobrazený se všemi rastrovými povrchy – 8x převýšeno

Obr 3.20: Ukázka jak funguje průřez pomocí vizualizace

Obr 3.21: Vizualizace průřezu objemu

Tab 3.1: tabulka s výpisem informací rastrového povrchu vrstevnic

2 Úvod

Trojrozměrné (3D) modelování je stále žádanějším vstupem pro GIS. Dnes již patří mezi každodenní nutnost při jakémkoliv větším projektu.

Využívá se pro celou řadu GIS aplikací v oblasti životního prostředí, vodního a lesního hospodářství, zemědělství, ale i v oblasti dopravy a telekomunikací. Je nezbytným předpokladem pro realizaci analýz kde je nutná podrobná znalost reliéfu krajiny.

Trojrozměrný model vlastně umožňuje studium objektů reálného světa.

Tato práce se zabývá prozkoumáním metody modelování ve 3D v systému GRASS GIS. A to jak analýzou funkcí pro objemové modelování, tak i vytvoření 3D modelu území.

2.1 Cíle práce

Ve své bakalářské práci se zaměřím na zkoumání metody 3D modelování v systému GRASS GIS, tedy na zobrazení povrchu ve 3D, interpolaci dat, vizualizaci 3D vrstev (NVIZ) a vytvoření objemů. Pro práci budou použita modelová data, která budou zahrnovat vybrané 2D tematické vrstvy popisující území v GIS.

Pracovní postup bude následující:

- Seznámit se s GIS, základní pojmy, používané SW, co jsou geografická data, jejich vlastnosti.
- Seznámit se s GRASS GIS, prostudovat základní manuál a seznámit se se základy analýzy a modelování v GIS.
- Objemové modelování v GRASS GIS, seznámit se s funkcemi GRASS pro objemové modelování, požadované vstupy a následné výstupy
- Vytvoření postupu, jak 2D data zpracovat v GRASS GIS do 3D modelu.
- Postup ověřit na zadaných modelových datech.

3 Seznámení s GIS

3.1 Co je GIS?

Geografický informační systém je informační systém, s jehož pomocí je nám umožněno pracovat s daty, která jsou spolu navzájem v nějakém geografickém vztahu. Tato data nazýváme geografické objekty. Jsou unikátní svou polohou v geografickém prostoru a mají svoji definovanou geometrii, topologii a tematické vlastnosti.

Jedna z přesných a dostatečně vystihujících definic co je GIS: Geografický informační systém je organizovaný souhrn počítačové techniky, programového vybavení, geografických dat a osob navržený tak, aby mohl efektivně získávat, ukládat, aktualizovat, analyzovat, přenášet a zobrazovat všechny druhy geograficky vztažených informací.¹

Používají se na ukládání a zpracování dat v nejrůznějších oblastech. V zemědělství, monitoring ovzduší, meteorologie, lesní hospodářství, v oblasti

¹ <http://www.arcdata.cz/oborova-reseni/co-je-gis/>

politiky a i na internetu se používá meta tag pro přidání geografické polohy vašich stránek do databáze na serveru GeoURL.

3.2 Geografická data

Geografická data jsou data týkající se fenoménů přímo nebo nepřímo svázaných s místy vztahujícími se k povrchu Země. Smyslem a účelem těchto dat je věrohodně přenášet informace o takových objektech či jevech od pořizovatele k jejich příjemci - tedy uživateli. Geografická data můžeme rozdělit na základní data, která jsou nezbytná pro většinu GIS aplikací, a tématická data, specifická pro konkrétní aplikaci. Základní data mohou zahrnovat:

- Základní geodetické sítě
- Polohopisná data o přírodních objektech (např. řeky, pobřeží, jezera) a antropogenních objektech (např. silnice, železnice, města)
- Výškopisná data
- Administrativní hranice

Geografická data můžeme z jiného pohledu rozdělit na prostorová a neprostorová, přičemž prostorová data jsou data vztahující se k určitým místům v prostoru, pro která jsou na potřebné úrovni rozlišení známé lokalizace těchto míst. Údaj, který zajišťuje vazbu dat na konkrétní místo v prostoru, se nazývá georeference. Ta může být buď přímá, vyjádřená souřadnicí v použitém souřadnicovém systému, nebo nepřímá - georeferencí pak může být adresa, číslo parcely, název státu, okresu, města, městské části či katastrálního území.

Každý program s GIS funkcemi řeší ukládání geografických dat trochu jinak, ale v základu se data rozdělují na rastrová a vektorová.

3.2.1 Rastrová data

Všechna rastrová data jsou uložena do pravidelné matice. Jedná se v podstatě o obrázek, kde každý pixel (bod, buňka) má svoji polohu a barva pixelu vyjadřuje vlastnost (nadmořská výška, rozložení srážek, průměrné roční teploty,....). Rastrová data se využívají pro různé druhy analýz a 3d modelování. Příkladem rastrových dat je: družicový snímek nebo naskenovaná mapa. Rastrová data vznikají také

rastrováním vektorových dat. V závislosti na velikosti hrany pixelu hovoříme o rozlišení rastrové mapy.

Výhody rastrových dat:

- jednoduchá datová struktura
- jednoduchá kombinace s dalšími daty, např. DPZ
- jednoduché provedení analytických operací
- relativní softwarová nenáročnost

Nevýhody rastrových dat:

- velké objemy uložených a spravovaných dat
- nepřesnosti výpočtu délek a ploch
- nevhodné pro analýzy sítí (liniové objekty obecně)
- nekvalitní grafické výstupy
- žádná či nedostatečná topologie
- transformace souřadného systému vede k nepřesnostem

3.2.2 Vektorová data

Vektorové modely prostorových dat používají pro znázornění prostoru soubor základních geometrických prvků. Tyto prvky prostor samy definují a ve smyslu vektorového modelu bez nich žádný prostor neexistuje. Těmito základními prvky jsou bod, linie a polygon.

Linie a polygony jsou složeny z bodů a jejich spojnic, které mohou mít různý charakter (např. úsečky, oblouky, ale i složitější křivky). Maximální hranice těchto bodů není určena.

Vektorový datový model bývá také definován jako prostor s řadou samostatných objektů, definovaných pomocí linií nebo polygonů, které jsou geograficky určeny kartézskou soustavou souřadnic.²

² <http://www.dbsvet.cz/view.php?cisloclanku=2006091802>

Výhoda vektorových dat:

- dobrá prezentace jevové struktury
- kompaktnost dat
- kvalitní grafika
- operace využívající topologii
- malý objem uložených dat
- přesné transformování souřadnicových systémů

Nevýhody vektorových dat:

- složitější datová struktura
- složitost výpočtů při analytických operacích
- nevhodnost pro souvislé povrchy
- vyšší nároky na software

3.3 3D modelování v GIS

Trojrozměrné (3D) modelování je stále žádanějším vstupem pro GIS. Před představením 3D je důležité si uvědomit, že existují 0D, 1D i 2D objekty.

0D geobjekty (bezrozměrné objekty) - body. Mají definovanou pouze svou polohu. Jako příklad může být třeba vysílač v GISu mobilního operátora modelující pokrytí signálem.

1D geobjekty (jednorozměrné objekty) - úseky čar s konečnou délkou a nulovou plochou. Nejčastěji se tak modelují silnice, železnice, řeky, atd...

2D geobjekty (dvojrzměrné objekty) – polygony s konečným obvodem a konečnou plochou. Používají se na ohraničení určitého území.

3D geobjekty (trojrozměrné objekty) – nejčastěji modelován jako digitální model terénu. (DMR, DTM, DMT)

Digitální modely terénu jsou v geoinformačních systémech hojně využívány pro různé účely. Od jednoduchých výpočtů a vizualizací až ke komplikovaným komplexním modelům. Naměřená terénní data jsou často zpracována do podoby DMR použitím prostorové interpolace. K dispozici je mnoho interpolačních algoritmů. Mezi nejpoužívanější patří IDW interpolace (Inverse Distance Weighted

Average Interpolation), interpolace založená na nepravidelných trojúhelníkových sítích (TIN) a geostatistické metody (Kriging).

Kvalita DMR se odvíjí zejména od kvality vstupních dat a od typu interpolační metody. Výběr vhodné interpolační metody je důležitý, protože jedna metoda produkuje lepší výsledky pro určitý typ vstupních dat, než metoda jiná (např. vrstevnice x GPS body). Ale kvalitu interpolace určuje také schopnost algoritmu zpracovat určitý typ dat.

Interpolace slouží k získání informace i na jiných místech, než byla konkrétně měřena. V GIS se používá hlavně při vytváření spojitých rastrových dat z naměřených bodových nebo liniových hodnot. Prakticky se jedná o speciální statistické metody pro převod vektor -> rastr (rasterizace), kdy výsledkem převodu je souvislý povrch.

Metod jak vytvořit takový povrch je mnoho např: (IDW, vážený průměr, triangulace, Thiessenovy polygony, metoda minimální křivosti, metoda radialních funkcí,...). Každá tato metoda se hodí pro jiná data a mnohdy se i zkouší, která metoda je nejvýhodnější.

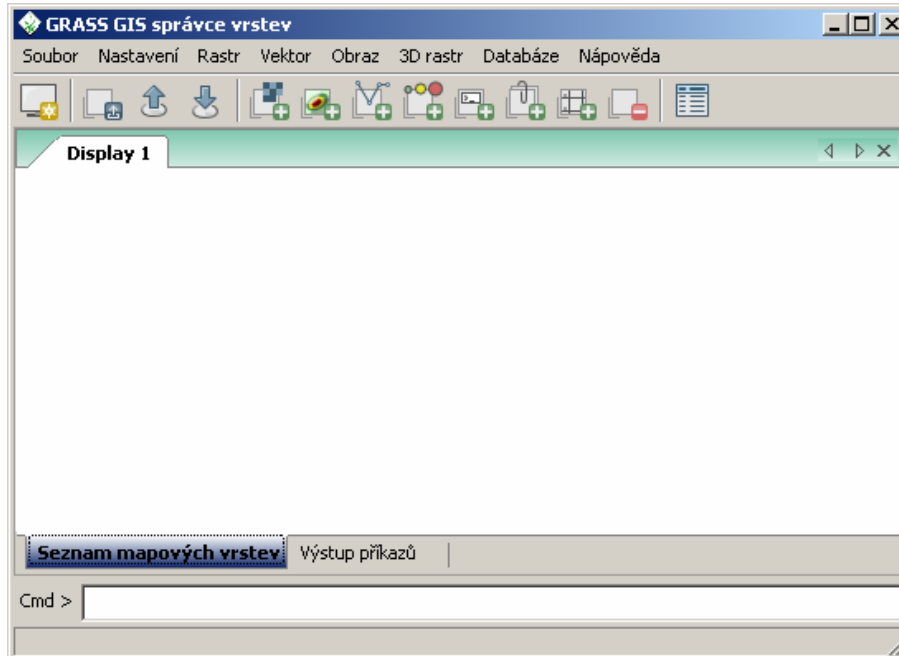
3.4 GRASS GIS

Software, který byl pro tuto práci zvolen – GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) je geografický informační systém šířený pod licencí GNU GPL. Je to software, který pracuje (vytváří, analyzuje, modifikuje, atd...) s různými daty (rastrová, vektorová, 3D, atd...). Existuje v různých verzích pro různé platformy. Linuxová verze byla jedna s prvních. Nyní existuje verze jak pro windows tak i pro macOS. Začali se objevovat i verze pro PDA. Samotná instalace je velmi jednoduchá, po které nenásleduje žádné složité nastavování. Po spuštění programu se pouze nastaví složka ve které jsou již zmiňovaná data uložena. Po potvrzení se otevře příjemné uživatelské rozhraní, které jistě usnadňuje laborantovi práci.

Pro tuto práci byl tedy zvolen software GRASS GIS v.6.4.0 pro prostředí windows Seven.

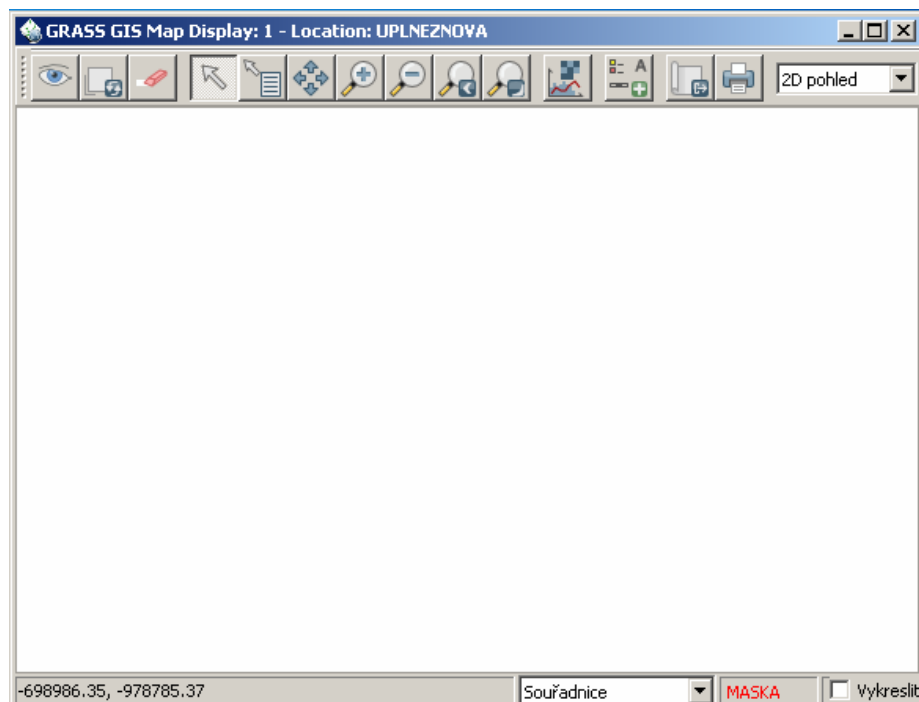
Uživatelské rozhraní se skládá ze 3 částí.

V první části je vše co se týče ovládání a nastavení celého softwaru, plus je zde možno zobrazovat všechny vytvořené vrstvy. Tato část se tedy může nazývat správce vrstev.



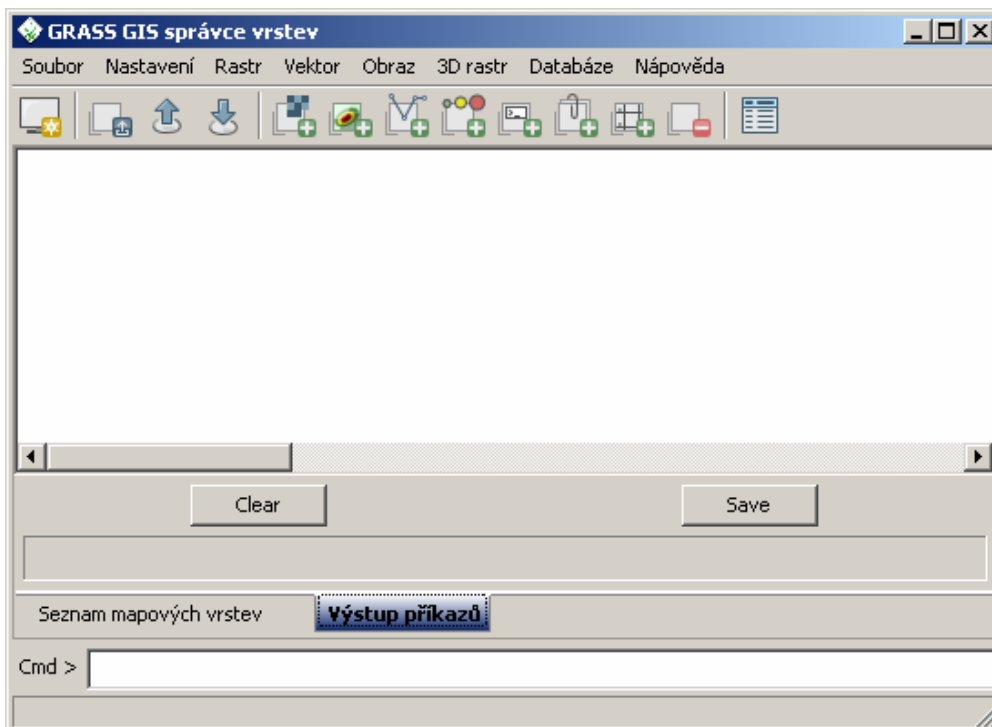
Obr 3.1: Software GRASS GIS správce vrstev

Druhá část tohoto rozhraní se zabývá zobrazením výsledků, které získáme z první části.



Obr 3.2: Software GRASS GIS map display

V prvních linuxových verzích tohoto softwaru, uživatelské rozhraní vůbec nebylo. Ale nedá se říci, že by práce tudíž byla nějak omezená. Jen se museli podrobně znát potřebné funkce a zapisovat je přesně ve správné syntaxi, stejně jako je tomu v každém programovacím jazyce. Takže bez manuálu se nedalo nic pořádně udělat. Dnes je již manuál celkem dobře zakomponován do programu, a pro každou funkci existuje dobře popsáný popis funkce, přesná syntaxe a někdy i vizuální ukázka principu funkce. Stejně výsledky jako se dají dosáhnout v uživatelském prostředí se dají dosáhnout i za použití pouze konzolového řádku. A to je vlastně třetí část rozhraní, čili konzolová řádka.



Obr 3.3: Konzole v softwaru GRASS GIS

4 Řešení

4.1 Modelová data

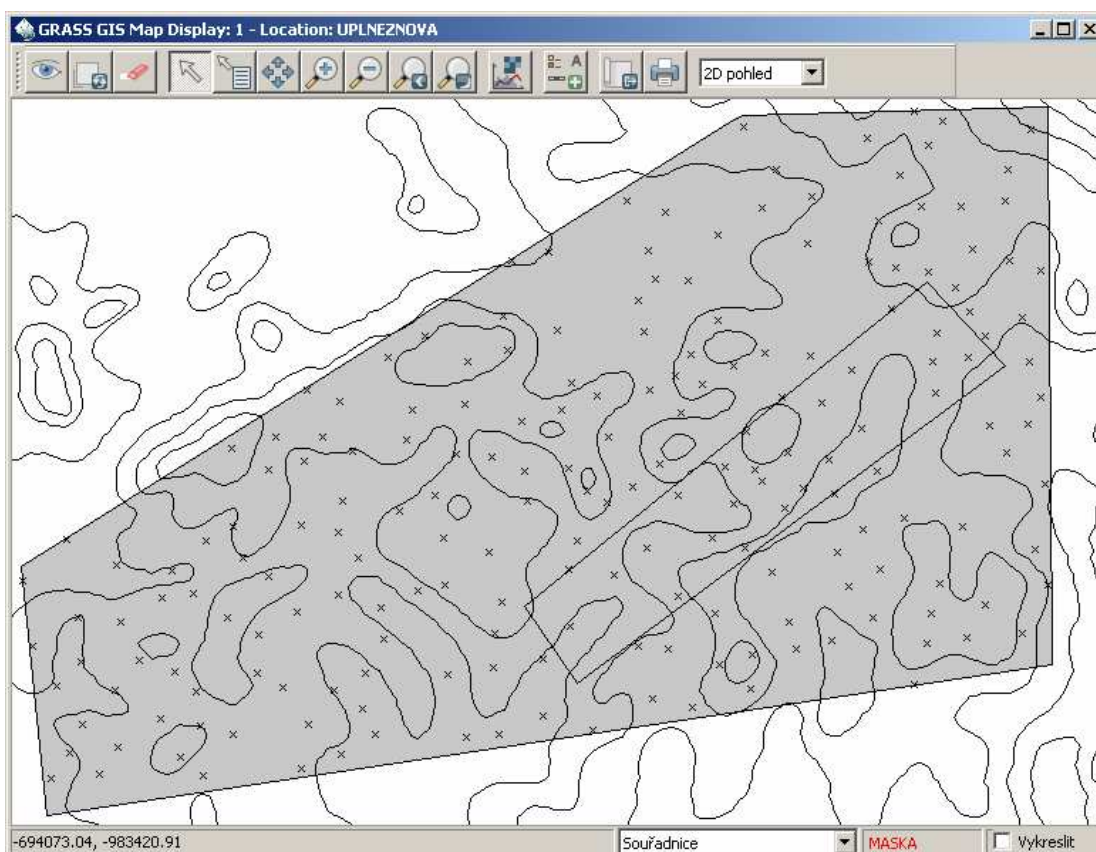
Jedná se o území, které má horizontálně uložené vrstvy. V souborech jsou nadmořské výšky jednotlivých rozhraní mezi vrstvami. Dále vrstevnice a polygon, což je plocha zájmové oblasti.

Nejprve je nutné data otestovat (zkusit zobrazit), jestli jsou funkční a jestli jsou kompatibilní se softwarem, který byl pro tuto práci zvolen.

4.2 Postup práce

Pro zobrazení je zapotřebí vložit devět nových vektorových vrstev => *přidat vektorovou vrstvu*. V každé vrstvě se načte vektorová mapa => *název vstupní vektorové mapy*. Pořadí těchto vrstev se dá libovolně měnit.

Poté se mohou všechny vektory vybrat (zaškrtnutím checkboxu) a celý výsledek zobrazit v okně *Map display* => *Zobrazit mapu*



Obr 3.4: Zobrazení všech devíti vrstev ve vektorové podobě

Protože je potřeba použít funkce, na jejichž vstupu je nutné mít rastrová data, převedeme vektorová data na rastrová.

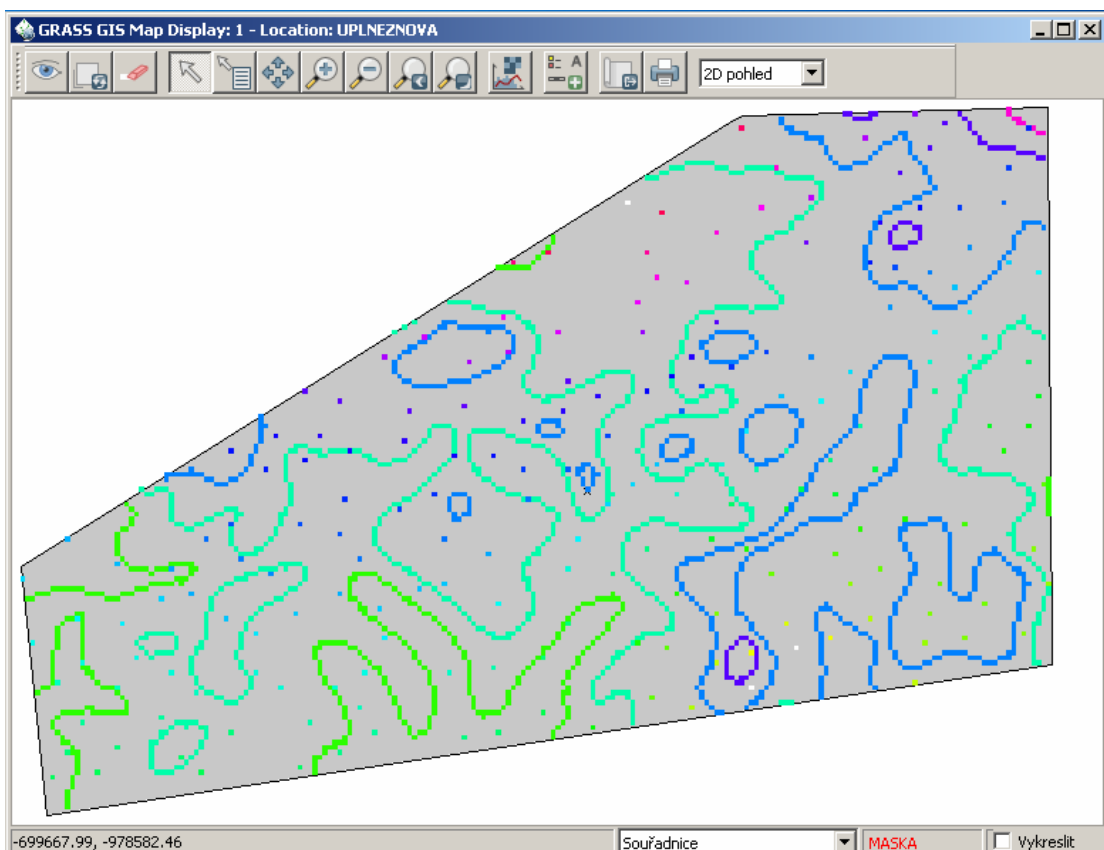
1) Převod dat vektorových na rastrová

Pro převod vektorových dat do rastrových slouží funkce `v.to.rast` => *Soubor -> konverze typu mapové vrstvy -> rasterizace vektorové vrstvy*. Zde se vyplní *Název vstupní vektorové mapy* a *Název výstupní rastrové mapy*. V záložce *Atributy* musí být vyplněn název souřadnice známá pro výšku (z) -> *Jméno sloupce pro parametr*.

Celý příkaz pak vypadá:

```
v.to.rast input=body_c@studenti output=body_c column=Z
```

Toto je nutné provést pro každou vektorovou vrstvu zvlášť. Opět se může zkontrolovat vizuálně výsledek => *Zobrazit mapu* v okně *Map Display*.



Obr 3.5: Zobrazení všech devíti vrstev v rastrové podobě

Dalším krokem je vytvoření povrchu z těchto rastrových dat.

2) Vytvoření (interpolace) povrchu z rastrových dat

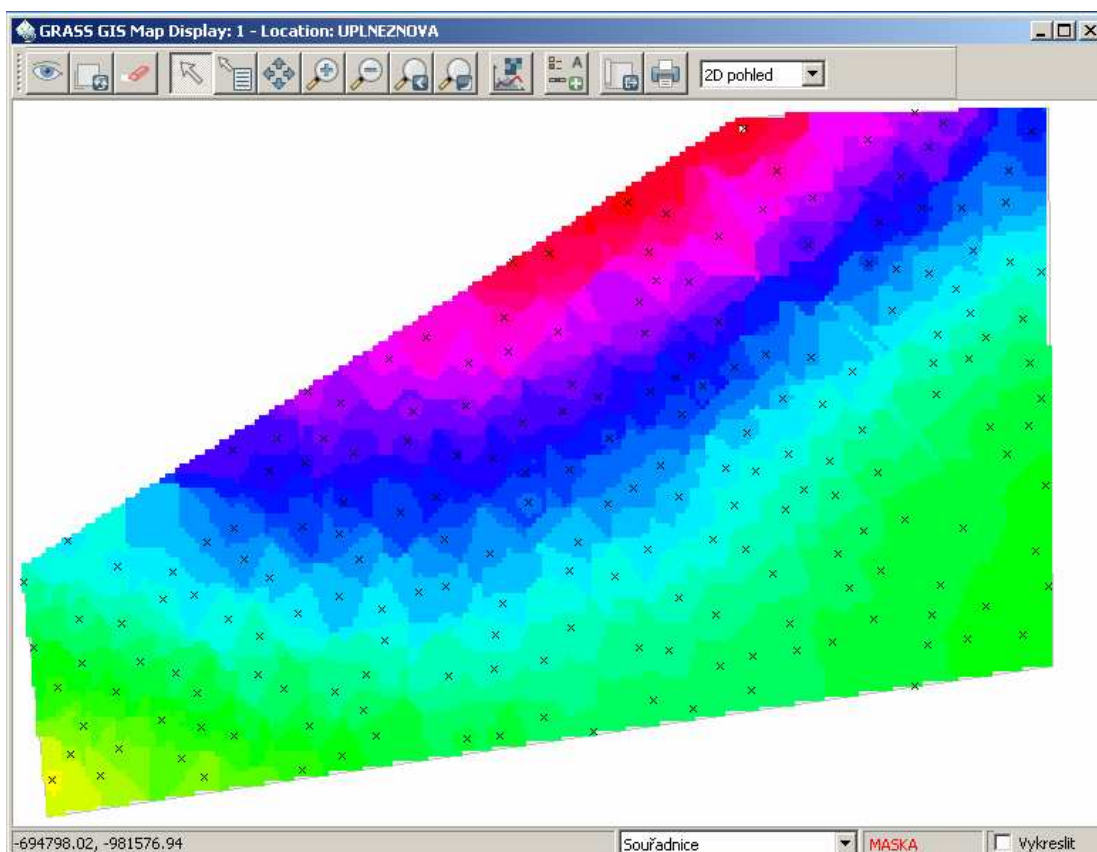
GRASS GIS umožňuje více metod pro interpolaci povrchu. Pro tento případ je zvolena funkce *r.surf.contour*. => *Rastr -> Interpolovat povrch -> Rastrové vrstevnice*. Vyplní se *Název existující rastrové mapy obsahující vrstevnice* a *Název výstupního digitálního modelu terénu* a pustí se tlačítkem *Spustit*.

Celý příkaz vypadá:

```
r.surf.contour input=body_c_rastr_povrch@studenti output=body_c_rast_povrch
```

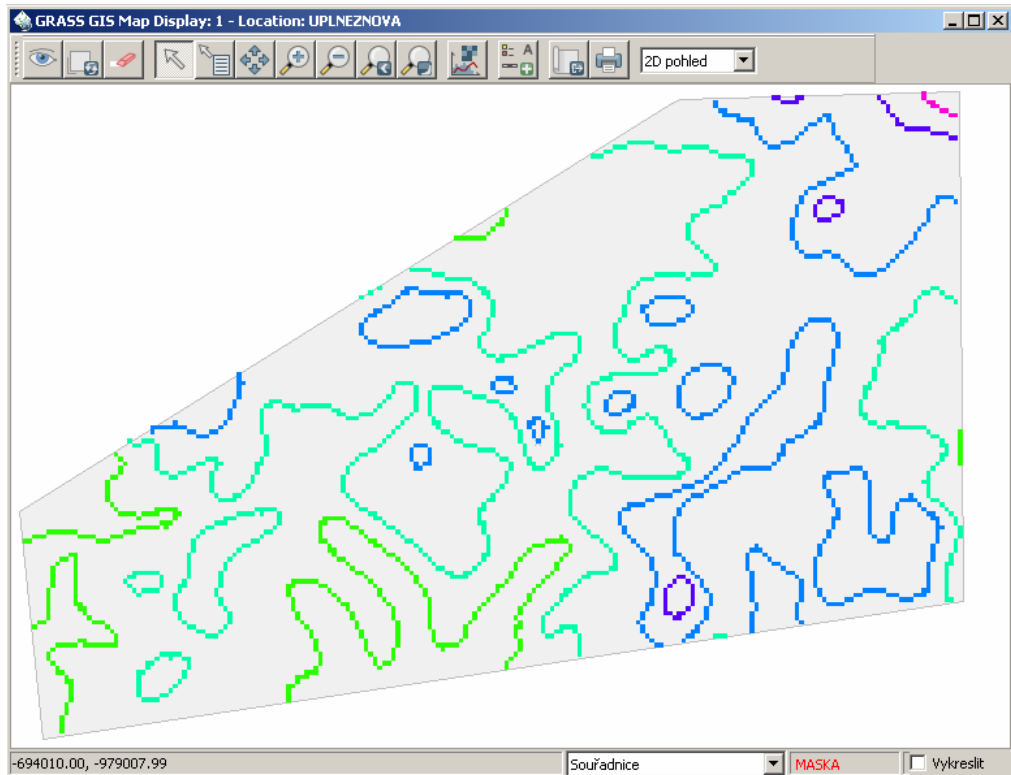
Opět je nutné tento postup provést pro každou rastrovou vrstvu.

Pro příklad zobrazení povrchu vytvořeného z bodů, byla vybrána vrstva *turon*, na které jsou zobrazeny i vektorové body této vrstvy.

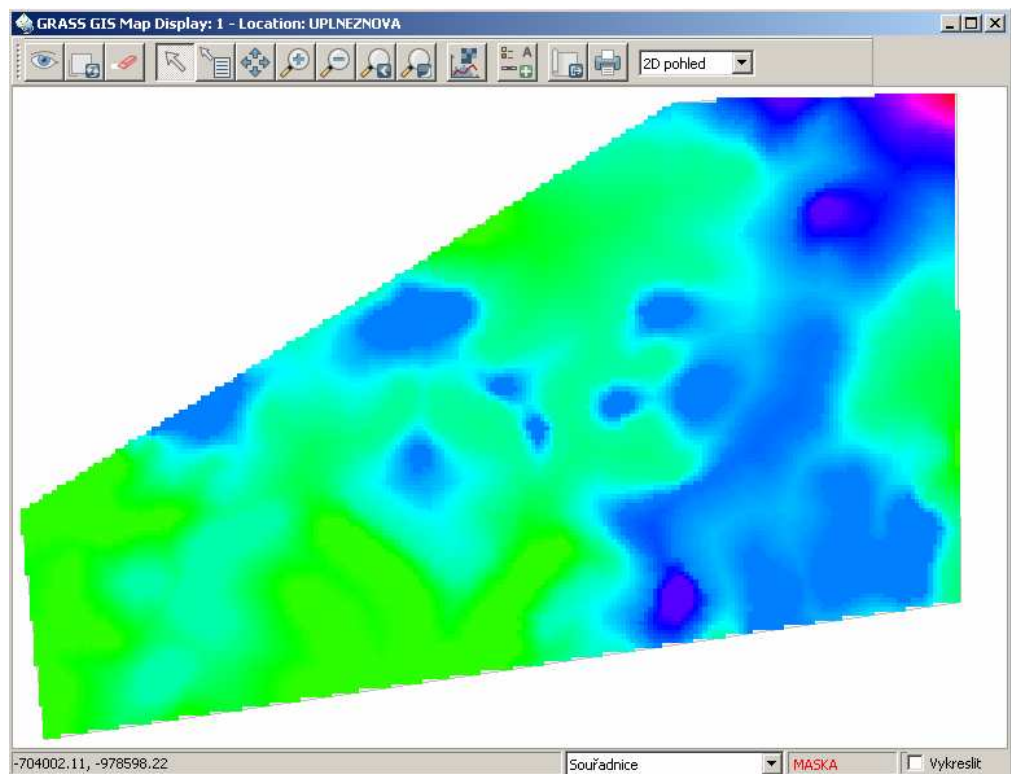


Obr 3.6: Rastrová vrstva „turon“ + vektorové body této vrstvy

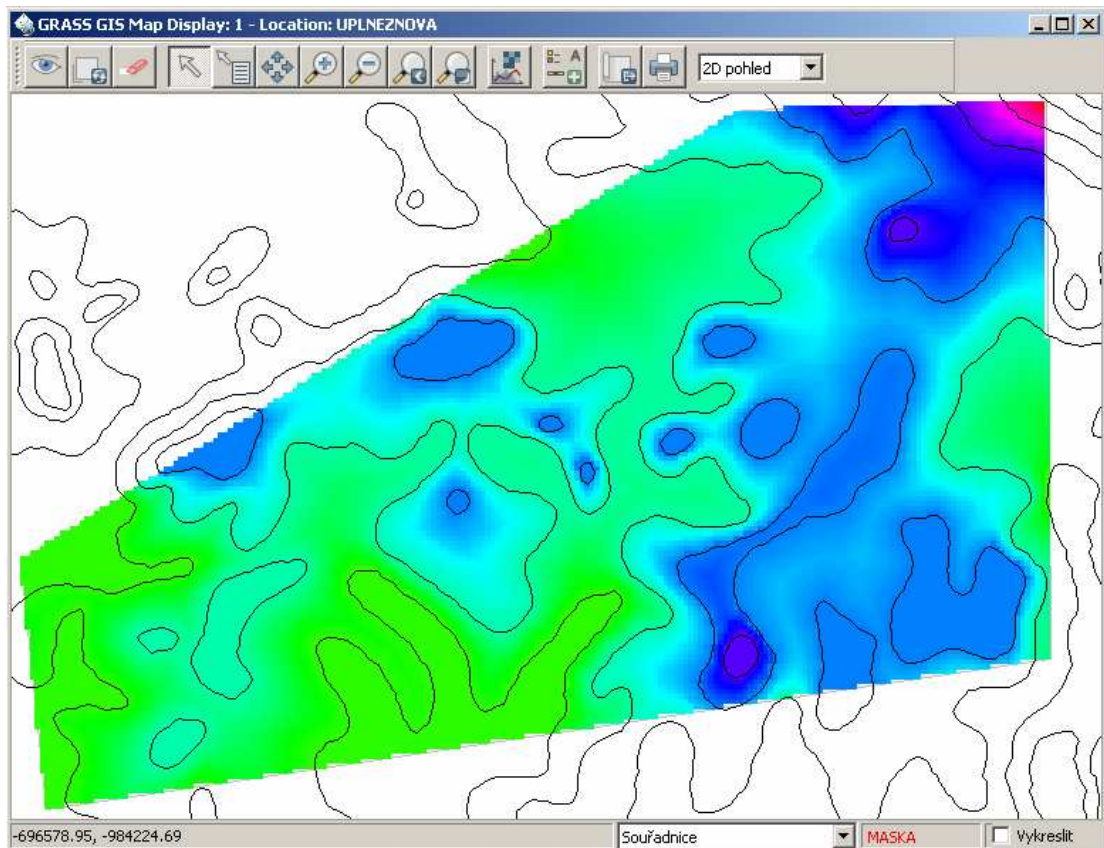
Ale nejlépe je vše asi vidět na příkladu vrstevnic.



Obr 3.7: Rastrová vrstva „vrstevnice“ na zájmové oblasti



Obr 3.8: Rastrová vrstva povrchu vytvořeného z rastru „vrstevnice“



Obr 3.9: Rastrová vrstva povrchu vrstevnic + vektorové vrstevnice

Aby bylo zobrazování ukázkových vrstev pouze v oblasti která byla určena polygonem „zájmová oblast“, musí být vytvořena maska. Vytvoří se tak, že se opět provede rasterizace vrstvy „zájmová oblast“.

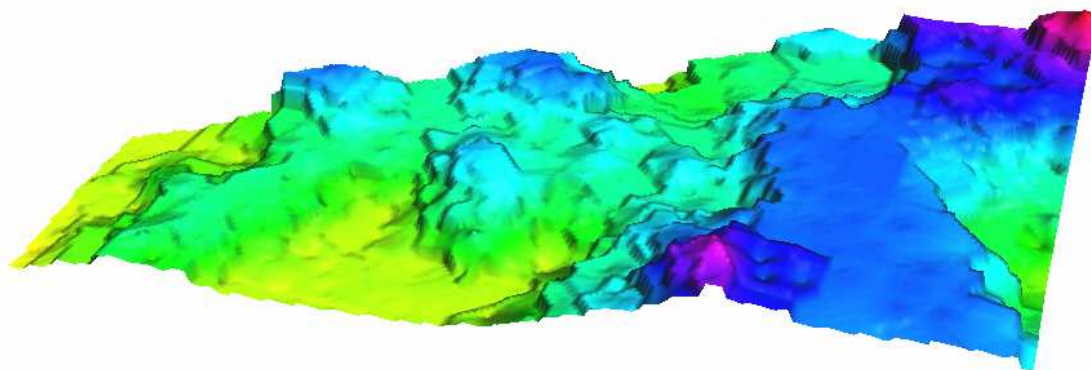
```
v.to.rast input=zajmova_oblast@studenti output=zajmova_oblast_rastr column=cat
```

Potom se v => Rastr -> Maska tato vrstva vybere a spustí se tlačítkem Spustit.

```
r.mask input=zajmova_oblast@studenti maskcats=1
```

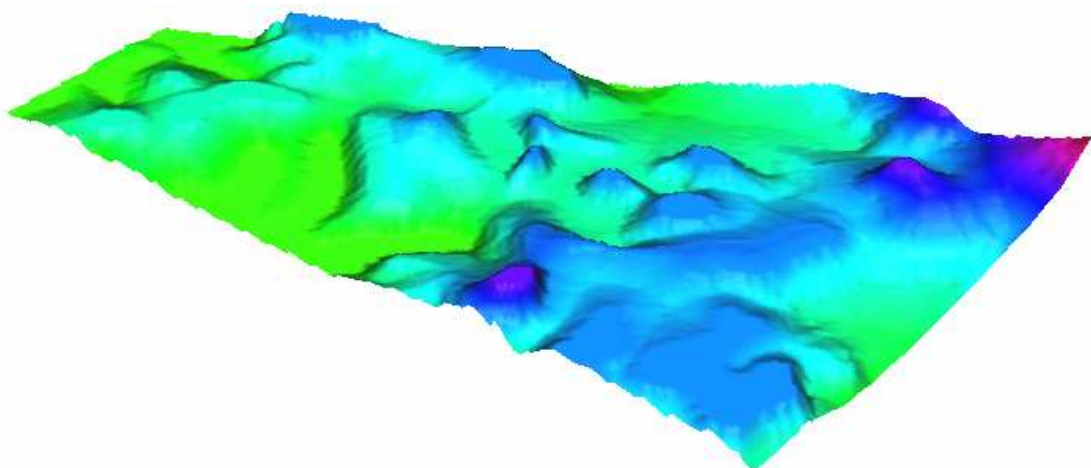
Jsou vytvořeny povrchy, které se nyní vizualizují. K vizualizaci vrstev slouží funkce NVIZ, která se vyskytuje v GRASS GIS již od verze 5. => Soubor -> NVIZ kde se volí co se chce vizualizovat. Od vektorů, přes rastry, až k objemům. Nebo se opět může vyvolat příkazem přes konzoli.

```
nviz elevation=body_povrch_rastr_povrch@studenti
```



Obr 3.10: Vizualizace povrchu vrstvy povrch – 8x převýšeno

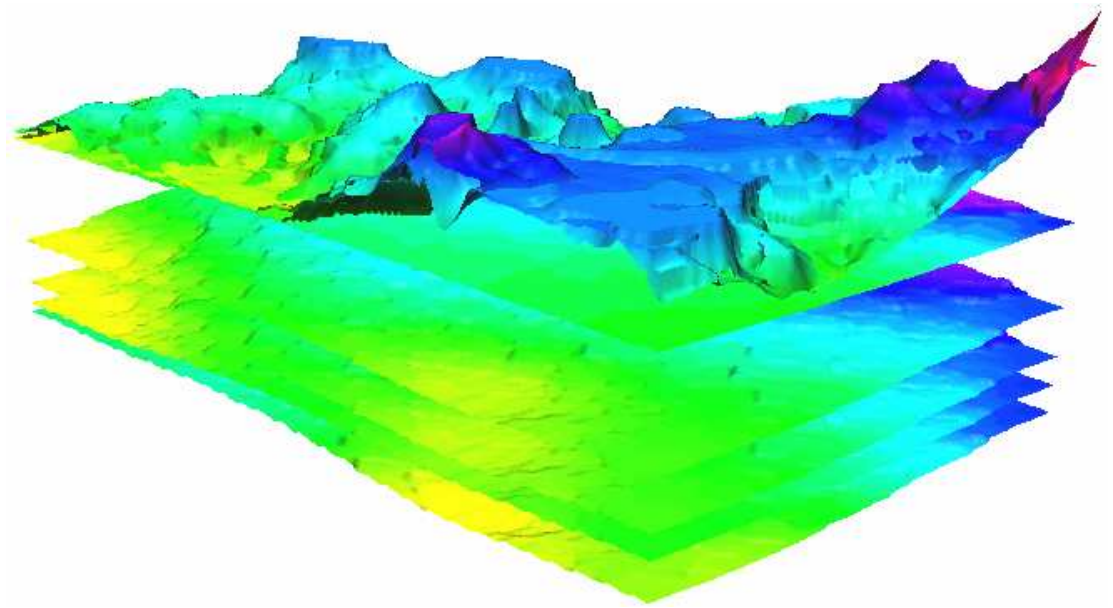
nviz elevation=vrstevnice_rastr_povrch@studenti



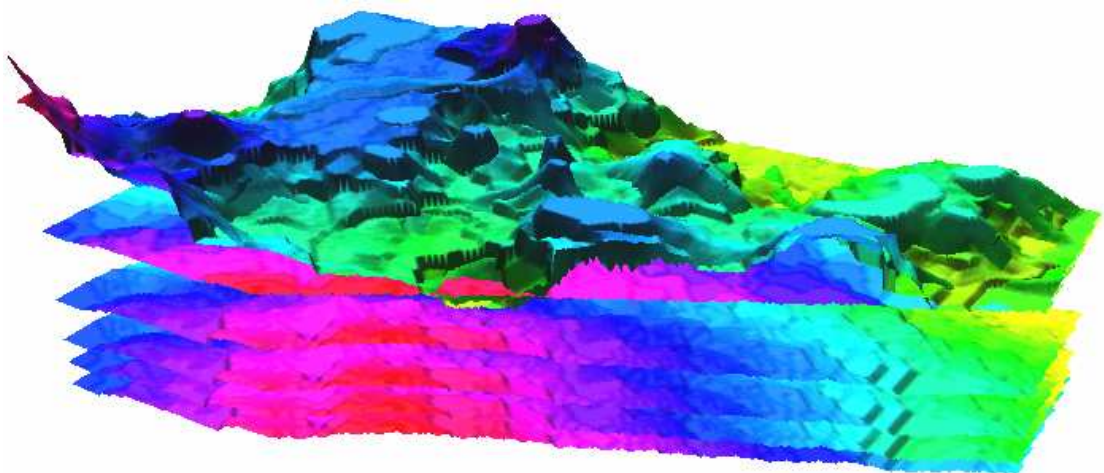
Obr 3.11: Vizualizace povrchu vrstvy vrstevnice – 5x převýšeno

Nebo se dá vizualizovat více vrstev najednou.

*nviz elevation=body_c_rastr_povrch@studenti,
body_d_rastr_povrch@studenti,body_e_rastr_povrch@studenti,
body_jil_rastr_povrch@studenti,body_turon1_rastr_povrch@studenti,
body_povrch_rastr_povrch@studenti,vrstevnice_rastr_povrch@studenti*



Obr 3.12: Vizualizace všech vrstev - jihovýchodní pohled – 10x převýšeno



Obr 3.13: Vizualizace všech vrstev - jihozápadní pohled – 10x převýšeno

Z takto připravených rastrových map je již možné vytvořit 3D model. Před tím je ještě potřeba provést nastavení regionu. Pokud se model vytvořil před nastavením regionu, tak se mi ho potom nepodařilo vůbec zobrazit.

3) Nastavení g.region

Nastavení regionu se provádí v => *Nastavení* -> *Region* -> *Nastavit region*. Otevře se okno, kde se dá nastavit spousta vlastností. Zde se vlastně nastavuje rozlišení buněk regionu pro zobrazení 3D pixelů (voxelů). Pro tuto práci jsou důležité informace v záložce *Hranice* a to parametry „t“ a „b“. Je to horní a dolní mez pro zobrazení objemu. V tomto případě se jedná o nejnižší a nevyšší nadmořskou výšku. Tyto parametry jsou získány z tabulky ze základního výpisu statistik z rastrové vrstvy => *Rastr* -> *Zprávy a statistiky* -> *Základní výpis metadat rastrové mapy*.

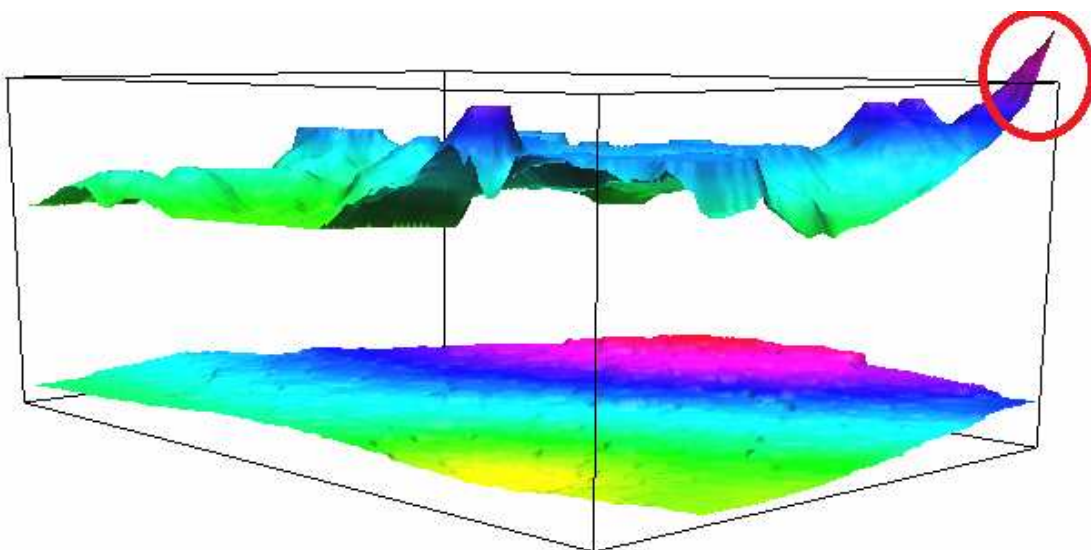
```
r.info map=body_c_rastr_povrch@studenti
```

Zde se buď musí vědět, která vrstva je nejnižší a která nejvyšší, nebo se musí zobrazit postupně všechny vrstvy a zjistit správnou hodnotu pro dolní a horní mez. Pro tento případ je nejnižší vrstva *body_c* která má dolní mez 68 a nejvyšší je vrstva *vrstevnice*, která má horní mez 600.

```
(Sun Apr 25 15:53:11 2010)
r.info map=vrstevnice_rastr_povrch@studenti
+-----+
| Layer:      vrstevnice_rastr_povrch@stude   Date: Tue Apr 20 13:40:32 2010
| Mapset:     studenti                       Login of Creator: Schovanek
| Location:   UPLNEZNOVA
| DataBase:   C:/Users/Schovanek/Desktop
| Title:      ( vrstevnice_rastr_povrch )
| Timestamp: none
+-----+
|
| Type of Map: raster                       Number of Categories: 600
| Data Type:   CELL
| Rows:       143
| Columns:    208
| Total Cells: 29744
| Projection: Krovak
|              N: -978643.12863206      S: -986499.36239073   Res: 54.93869761
|              E: -694366.90901036      W: -705794.15811386   Res: 54.93869761
| Range of data:  min = 300  max = 600
|
| Data Description:
|   generated by r.surf.contour
|
| Comments:
|   r.surf.contour input="vrstevnice_rastr@studenti" output="vrstevnice_
|   rastr_povrch"
+-----+
(Sun Apr 25 15:53:12 2010) Příkaz ukončen (0 sec)
```

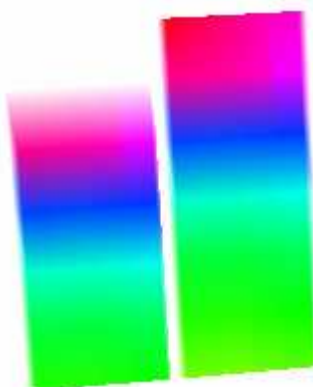
Tab 3.1: tabulka s výpisem informací rastrového povrchu vrstevnic

Pokud se tedy nastaví $t=600$ $b=68$, nepodaří se zobrazit jednotlivé povrchy v daném objemu tak, aby kousek nechyběl, nebo nevyčníval.



Obr 3.14: Vizualizace nejnižší a nejvyšší vrstvy + chyba

Zde musí být k MAX pozici přičtena MIN pozice, tudíž $t=668$ $b=68$.
Jak ověřit, zda se stejného výsledku dosáhne nastavením hodnot $t=600$ $b=0$? Na obrázku obr. 3.15 jsou vidět dva výřezy z objemu vedle sebe. Vlevo je nastavení $t=600$ $b=0$ a vpravo $t=668$ $b=68$. Je vidět, že na horní části sloupce vlevo se ztrácí informace o vyšších polohách a ve spodní části (to není již tak dobře vidět) chybí odstín žluté barvy. Tudíž jako správné nastavení se použije $t=668$ $b=68$.



Obr 3.15: Vizualizace dvou průřezů s různým nastavením

Dalšími důležitými parametry jsou v záložce *Resolution* hodnoty *NSres* (*North-South*), *EWres* (*East-West*), *TBres* (*Top-Bottom*). Hodnoty *nsres* a *ewres* by měly být stejně velké, jinak mohou vzniknout jiné, než čtvercové buňky. Horizontální nastavení je vzato opět z tabulky 3.1 a to jako hodnota $Res=54.93869761$. Vertikální nastavení *tbres* se vypočítá z hodnot „t“ a „b“ – je to rozdíl těchto dvou hodnot vydělený počtem vrstev, které do objemu převádíme. $(668-68) / 7 = 85.71428571$

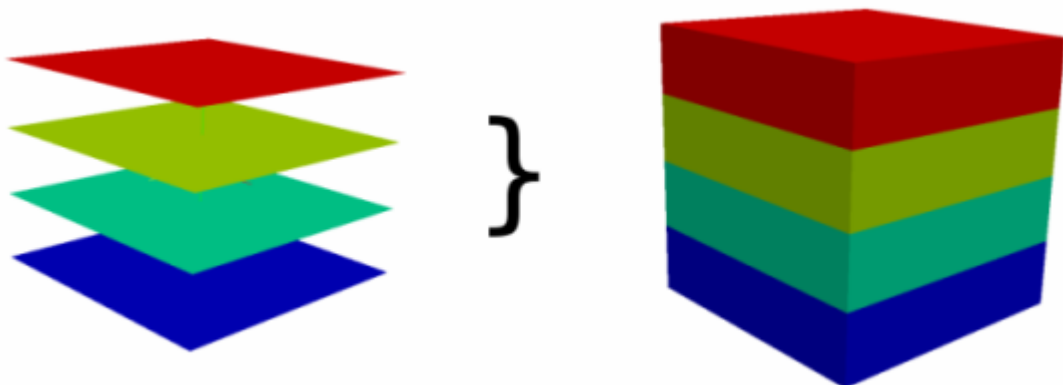
Celý příkaz pak vypadá:

```
g.region n=-978643.12863206 s=-986499.36239073 e=-694366.90901036 w=-  
705794.15811386 t=668 b=68 res=54.93869761 res3=54.93869761  
nsres=54.93869761 ewres=54.93869761 tbres=85.71428571
```

Teď, když je nastavený region a všechny mapy jsou připravené, může být vytvořen 3D model.

4) Vytvoření 3D modelu

=> Soubor -> konverze typu mapové vrstvy -> konverze řady rastrových vrstev na volume. Tato funkce se nazývá *r.to.rast3*. Zde se vyberou rastrové mapy, které se vytvořily interpolací povrchu a zadá se jméno objemu, který se má vytvořit.



Obr 3.16: Ukázka jak funguje *r.to.rast3*

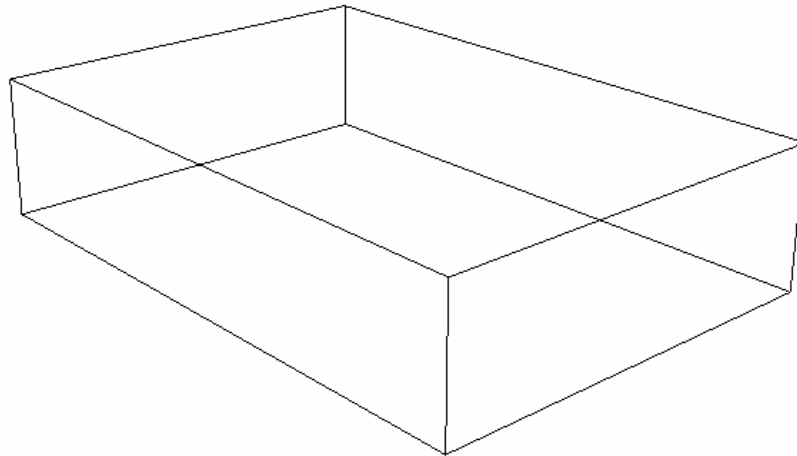
Celý příkaz vypadá:

```
r.to.rast3 input=body_c_rast_povrch@studenti,  
body_d_rast_povrch@studenti,body_e_rast_povrch@studenti,body_jil_ra  
st_povrch@studenti,body_turon1_rast_povrch@studenti,body_povrch_ra  
st_povrch@studenti,vrstevnice_rast_povrch@studenti output=objem
```

V této fázi jsou veškerá data zpracována a je vytvořený objem. Nyní nastává fáze kdy se může dle potřeby cokoli vizualizovat v již zmiňované funkci NVIZ.

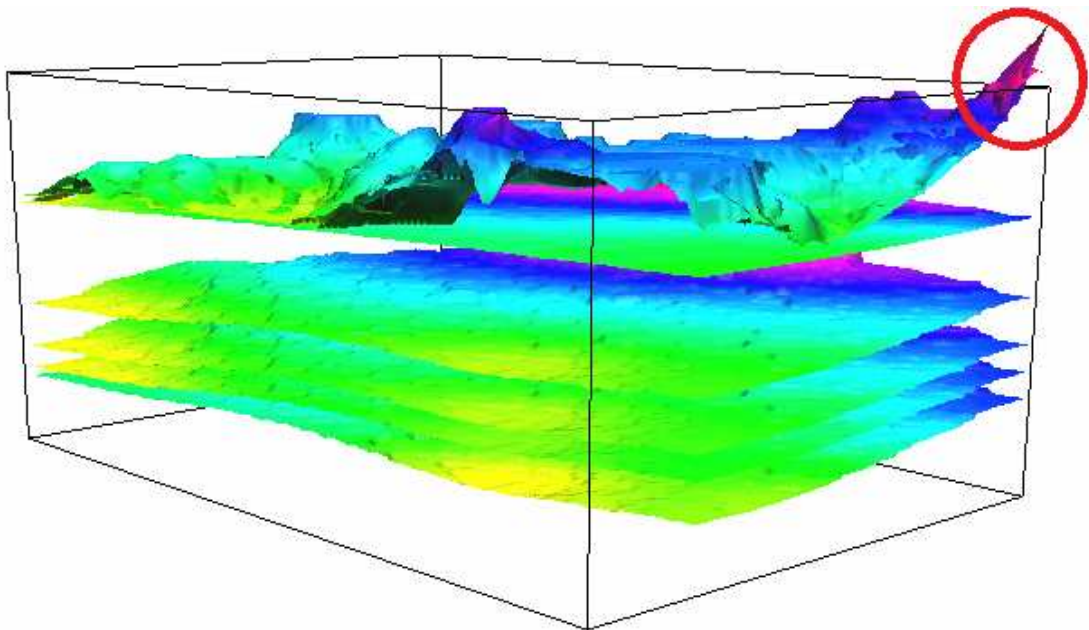
5) Vizualizace objemu

Pokud by měl být vizualizován čistě jen objem vytvořený nastavením regionu, tak se zobrazí pouze prázdný kvádr.



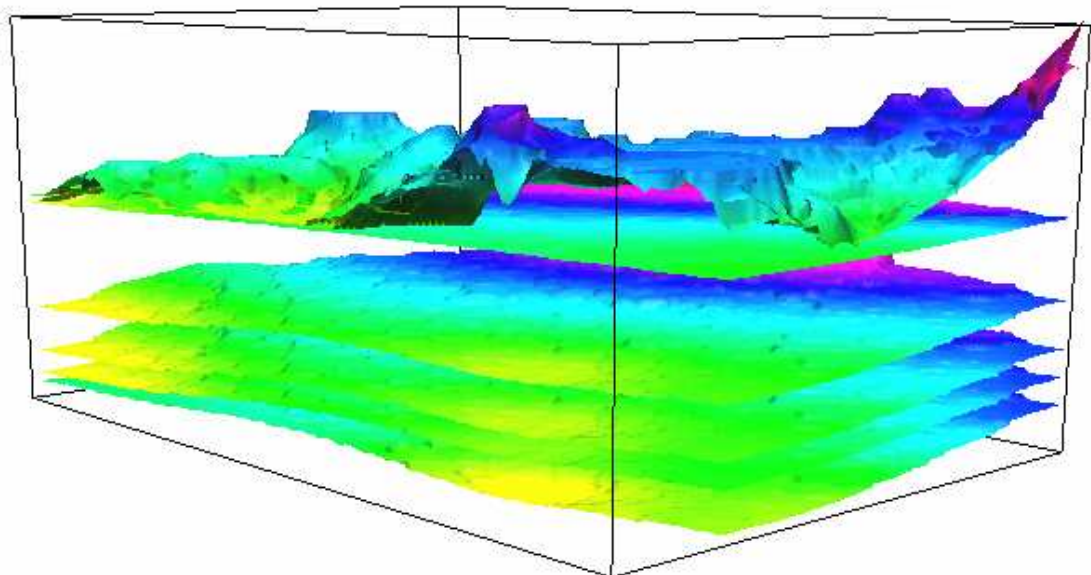
Obr 3.17: Vytvořený objem

Pro velmi dobrou představu může být zobrazen tento objem společně se všemi rastrovými vrstvami jako je v Obr 3.12



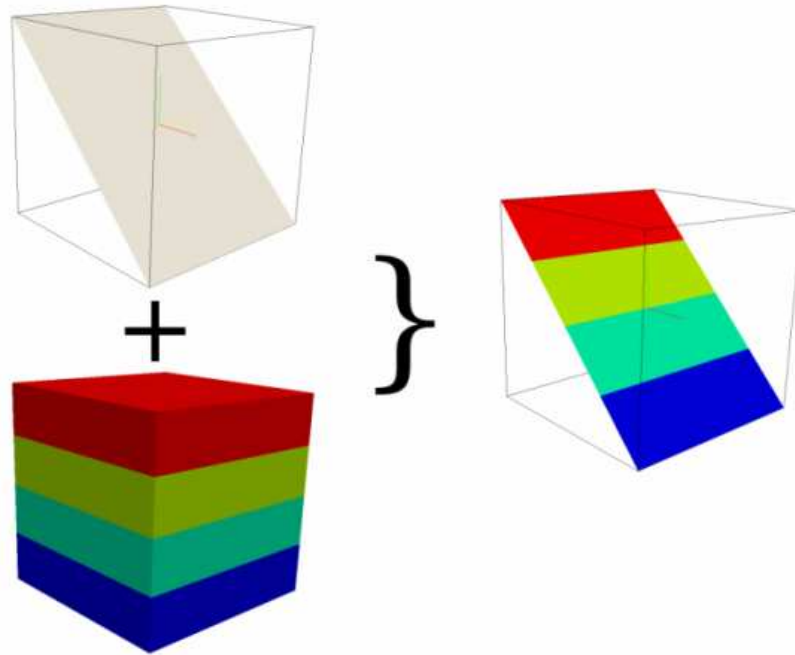
Obr 3.18: Vytvořený objem zobrazený se všemi rastrovými povrchy – 8x převýšeno

Aby všechny vrstvy byly správně umístěny v daném objemu a ne jako je vidět na obr. 3.18 je nutné objem posunout. Toto je nutné pouze v případě, kdy skutečně chceme nechat zobrazit vrstvy v objemu přesně, kde mají být. Bez vizualizace vrstev je úplně jedno, kde se objem nachází.



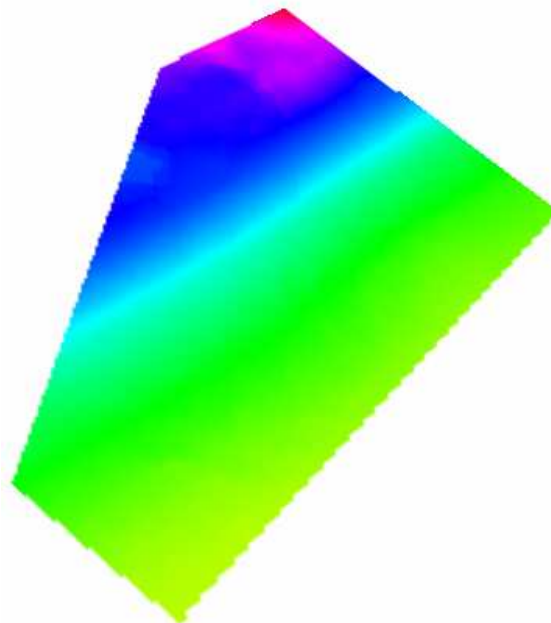
Obr 3.19: Vytvořený objem zobrazený se všemi rastrovými povrchy – 8x převýšeno

Pro zobrazení přímo vytvořeného objemu s nějakým průřezem, nebo průřezy, je nutné pochopit, co daný průřez znázorní. Vynikající příklad funkčnosti je obr. 3.20.



Obr 3.20: Ukázka jak funguje průřez pomocí vizualizace

Nepodařilo se mi nastavit, aby byly vidět najednou průřezy a zároveň i objem. Myslím si, že to vůbec není potřeba. Na tomto obrázku je vidět přesně to samé jako je v ukázce na obr. 3.20.



Obr 3.21: Vizualizace průřezu objemu

5 Závěr

Cílem této práce bylo všeobecně seznámit s GIS, prostudovat manuál k softwaru GRASS GIS, konkrétně část zabývající se analýzou a modelováním v GIS, a osvětlit funkce určené pro objemové modelování. Dále jsme prozkoumali metodu, jak vytvořit 3D objem v GRASS GIS v 6.4, přičemž jako vstupní data jsme použili data v podobě vektorových bodů, linií a polygonů.

Je tedy možné říci, že veškeré zadané úkoly, byly splněny. Závěrem bych chtěl ještě poznamenat, že při psaní této práce, se vyskytovaly další a další cesty, jak dojít ke stejnému, nebo podobnému výsledku.

Určitě by bylo dobré vyzkoušet dopracovat se k 3D modelu za pomocí funkce `r.to.rast3elev`. Tato funkce se mi nyní zdá zajímavá (přesto že ji znám pouze okrajově) a třeba by se mohla ukázat jako efektivnější řešení. K tomuto zkoumání je však zapotřebí jiného postupu a jiného zpracování dat.

Co se týče problematiky GRASS GIS a asi i všeobecně všech GIS systémů, tak tato cesta je teprve ve vývoji, a myslím si, že budoucnost ji teprve ještě čeká.

6 Seznam použité literatury

- 1) *GRASS GIS - The World Leading Free Software GIS* [online]. 1999 [cit. 2010-05-16]. Welcome to GRASS GIS. Dostupné z WWW: <<http://grass.itc.it/>>.
- 2) *GRASSwikiCZ – GRASSwikiCZ* [online]. 2009 [cit. 2010-05-16]. GRASSwikiCZ. Dostupné z WWW: <<http://grass.fsv.cvut.cz/>>.
- 3) *Digitální modely terénu / UGT* [online]. 2005 [cit. 2010-05-16]. Digitální modely terénu. Dostupné z WWW: <<http://mapserver.mendelu.cz/>>.
- 4) Malá Blanka - *Geoinformatika* [online]. 2007 [cit. 2010-05-16]. ONLINE PUBLIKACE. Dostupné z WWW: <<http://www.geoinformatika.wz.cz/publikace.php>>.
- 5) *Geomatika na ZČU v Plzni* [online]. [cit. 2010-05-16]. Geoinformatika. Dostupné z WWW: <<http://gis.zcu.cz/>>.
- 6) *EnGI | The Environment is not Problem. Humans are the Problem.* [online]. [cit. 2010-05-16]. EnGI. Dostupné z WWW: <<http://gis.fzp.ujep.cz/files/9.Prednaska.pdf>>.
- 7) *T-MAPY spol. s r.o. Hradec Králové - NOVINKY* [online]. [2005] [cit. 2010-05-17]. Geografická data. Dostupné z WWW: <www.tmapy.cz/>.

