

Technická univerzita v Liberci

Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií

Aplikace GRASS GIS pro tvorbu 3D modelu

Bakalářská práce

Technická univerzita v Liberci

Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií

Aplikace GRASS GIS pro tvorbu 3D modelu

Tichý Jiří

Studijní program: B 2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: Informatika a logistika

Pracoviště: Ústav nových technologií a aplikované
informatiky

Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií

Technická univerzita v Liberci
Studentská 2, 461 17 Liberec

Vedoucí
bakalářské práce: RNDr. Blanka Malá, Ph.D.

Rozsah bakalářské práce

Počet stran: 40
Počet obrázků: 14
Počet tabulek: 2

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

Ústav NTI

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Jiří Tichý

studijní program: B 2612 – Elektrotechnika a informatika

obor: Informatika a logistika

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

Název tématu: **Aplikace GRASS GIS pro tvorbu 3D modelu**

Zásady pro vypracování:

1. Studium současného stavu řešení problematiky, seznámení s potřebnými SW systémy.
2. Přehledné stručné zpracování teorie výstavby 3D modelu na příkladu aplikace výstavby modelových sítí.
3. Návrh výstavby modelové sítě na základě konkrétních dat, rozbor jednotlivých fází řešení.
4. Verifikace řešení na konkrétních datech a dokumentace postupů.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace

Rozsah průvodní zprávy: 30-40 stran

Seznam odborné literatury:

Malá, B. Geoinformatické řešení tvorby modelové sítě malého rozsahu. Geometrie a 3D síť. 2008 [www.geoinformatika.wz.cz]

Malá, B. GIS řešení 2,5D modelové sítě lokality Melechov. 2008 [www.geoinformatika.wz.cz]

Malá, B. Geoinformatické řešení přìpovrchové modelové sítě malého rozsahu. 2008 [www.geoinformatika.wz.cz]

Malá, B. and Z. Capeková. Geoinformační systém lokality Melechov a účelový model geometrie se zpracováním sítě pro danou lokalitu. 2007. [www.geoinformatika.wz.cz]

Capeková, Z., Malá, B. (2008): Aplikace geoinformačního systému v rámci výstavby modelových sítí pro matematické modelování proudění podzemních vod. In: Geodny. Výroční konference České geografické společnosti. Liberec. (v tisku)

Malá, B., Capeková Z. (2008): Geoinformatické modelování a jeho přístupy v tvorbě mesh modelu území. In: Geodny. Výroční konference České geografické společnosti. Liberec. (v tisku)

ArcGIS. Stránky software. Online na www.esri.com

GRASS GIS. Stránky s dokumentací software. Online na www.grass.itc.it

GMSH. Stránky s dokumentací software. Online na www.geuz.org/gmsh/

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Blanka Malá, Ph.D.

Zadání bakalářské práce: **30.10.2008**

Termín odevzdání bakalářské práce: **29. 5. 2009**

L.S.

.....
Vedoucí ústavu

.....
Děkan

V Liberci dne 31.10.2008

Prohlášení

Byl jsem seznámen 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 užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom 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 samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Velice rád bych poděkoval vedoucí této práce RNDr. Blance Malé, Ph.D. Za ochotu a její přístup při konzultacích.

Dále bych tímto poděkoval vývojářům nekomerčních programů, díky kterým mohla tato práce vzniknout.

Abstrakt

Cílem této práce bylo seznámení se s problematikou výstavby modelových sítí.

Modelové sítě jsou účelově odvozené modely, které se vytváří v generátorech sítí. Naplňují se zpracovanými daty z geografického informačního systému (GIS). Data se zpracovávají na základě požadavků kladených na geometrii modelové sítě.

Cílem bylo vytvořit 3D model oblasti za využití aplikace GRASS GIS pro zpracování dat reálného světa, na základě požadavků kladených na modelovou síť a programu GMSH jako třírozměrného generátoru sítí.

Výsledkem byla zpracovaná data pomocí nástrojů GRASS GIS a vytvoření korektní modelové sítě. Díky tomu je možné doporučit aplikaci GRASS GIS jako efektivní nástroj pro práci s daty reálného světa a program GMSH jako generátor modelových sítí.

Klíčová slova: GIS, GRASS GIS, data reálného světa, modelová síť, geometrie modelové sítě, generátor sítí, GMSH

Abstract

The aim of this work was to introduce the creation of model meshes.

Model meshes are functionally derivative models which are created in the mesh generator. They are filled in with processing data from the geographic information system (GIS). The data processing is based on the geometry requirement of model meshes.

The aim was to create a 3D area model by using GRASS GIS application and to process the real world data, based on the requirements on the model mesh. GMSH application was used as a model mesh generator.

The work resulted in the data processed by the GRASS GIS application and the creation of the proper model mesh. Therefore the GRASS GIS application may be recommended as an effective tool for processing the real world data and GMSH as a model mesh generator.

Keywords: GIS, GRASS GIS, real world data, model meshes, model mesh geometry, model mesh generator, GMSH

Obsah

<u>Prohlášení</u>	<u>3</u>
<u>Poděkování</u>	<u>4</u>
<u>Abstrakt</u>	<u>5</u>
<u>Abstract</u>	<u>6</u>
<u>Obsah</u>	<u>7</u>
<u>Seznam použitých zkratk a termínů</u>	<u>9</u>
<u>Seznam obrázků</u>	<u>10</u>
<u>0 Úvod</u>	<u>11</u>
<u>1 Teoretická část</u>	<u>12</u>
<u>1.1 Co je GIS</u>	<u>12</u>
<u>1.2 GRASS GIS</u>	<u>13</u>
<u>1.2.1 Graficky orientované uživatelské rozhraní</u>	<u>13</u>
<u>1.2.2 Textová příkazová konzole</u>	<u>16</u>
<u>1.3 Modelové sítě</u>	<u>16</u>
<u>1.4 Generátor sítí GMSH</u>	<u>17</u>
<u>1.4.1 Definování základních entit (Elementary entities)</u>	<u>17</u>
<u>1.4.2 Definování fyzikálních skupin (Physical group)</u>	<u>19</u>
<u>1.5 Problematika výstavby modelové sítě</u>	<u>20</u>
<u>2 Praktická část</u>	<u>20</u>
<u>2.1 První modelová lokalita</u>	<u>20</u>
<u>2.1.1 Požadavky na první modelovou síť</u>	<u>21</u>
<u>2.1.2 Tvorba modelové sítě</u>	<u>21</u>
<u>2.2 Druhá modelová lokalita</u>	<u>23</u>
<u>2.2.1 Rozbor druhé modelové lokality</u>	<u>23</u>
<u>2.2.2 Zvolení okrajů modelované oblasti</u>	<u>25</u>
<u>2.2.3 Požadavky na druhou modelovou lokalitu</u>	<u>25</u>
<u>2.2.4 Postup zpracování dat</u>	<u>26</u>
<u>2.2.5 Příprava na vytvoření hraničních bodů modelovaného území</u>	<u>27</u>
<u>2.2.6 Digitalizace nové vektorové mapy</u>	<u>27</u>
<u>2.2.7 Vytvoření atributové tabulky pro modelované území</u>	<u>29</u>
<u>2.2.8 Vytvoření atributové tabulky pro mapu skalního masivu</u>	<u>31</u>
<u>2.2.9 Interpolace povrchů</u>	<u>32</u>
<u>2.2.10 Vytvoření 3D vektoru z rastrového podkladu</u>	<u>33</u>
<u>2.2.11 Dopočtení souřadnic do atributových tabulek</u>	<u>34</u>
<u>2.2.12 Export zpracovaných dat</u>	<u>35</u>

2.2.13 Vytvoření druhé modelové sítě v GMSH.....	36
<u>3 Závěr.....</u>	<u>41</u>
<u>4 Použitá literatura a zdroje.....</u>	<u>42</u>

Seznam použitých zkratek a termínů

GIS	...	geografický informační systém
GUI	...	graficky orientované uživatelské rozhraní
GRASS GIS	...	system na analyzování geografických dat
GMSH	...	třírozměrný generátor sítí

Seznam obrázků

1 – Dialogové okno GIS Manageru.....	14
2 – Vizualizace aktivních vrstev v dialogovém okně Map Display.....	15
3 – Dialogové okno Output s příkazovou konzolí.....	16
4 – První modelová lokalita.....	20
5 – Body modelovaných elementů v programu GMSH.....	21
6 – Výsledná modelová síť první lokality v GMSH.....	22
7 – Vyplnění 3D modelu první lokality sítí.....	23
8 – Zobrazení území druhé modelové lokality.....	24
9 – Rozvržení horizontálních vrstev v území.....	24
10 – Krajní body modelovaného území.....	25
11 – Zobrazení vrstev okraje celé lokality a žulového masivu.....	27
12 – Vytvořené okrajové body modelovaného území.....	30
13 – Modelová síť druhé modelové lokality.....	40
14 – Vyplnění 3D modelu druhé lokality sítí.....	40

0 Úvod

Cílem této bakalářské práce je seznámit se s problematikou tvorby modelových sítí. Modelová síť je odvozený model podle účelu, ke kterému bude používán. Dle účelu jsou definovány požadavky kladené na model. Modelová síť je tvořena konečným počtem rovinných (trojúhelníky) a prostorových (čtyřstěny) elementů. Každý element má přiřazenou vlastnost podle účelu v modelové síti.

Pro tvorbu modelových sítí se využívají generátory sítí. Ty umožňují vybudování 3D modelu sítě na základě požadavků kladených na model. Vytvořená modelová síť se dále využívá pro matematické výpočty sledovaných procesů, kvůli kterým byla síť vytvořena na základě požadavků na modelovou síť.

Jako generátor sítí bude pro práci zvolen software GMSH (třírozměrný generátor sítí). Jedná se o freeware program a je tedy volně dostupný. Při práci navíc využívá přehledný zdrojový kód, který lze snadno editovat.

Modelová síť tvořená generátorem sítí bude naplněna zpracovanými daty z GIS systému (geografický informační systém). GIS systémy popisují data reálného světa. Tato data jsou příliš rozsáhlá na to, aby byla okamžitě použita v generátoru sítí. Navíc v rámci předzpracování geografických dat dojde ke zjednodušení a výběru v souladu s účelem modelové sítě a požadavky na její geometrii. Pro práci s GIS byl vybrán software GRASS GIS. Jedná se opět o freeware program. Slouží pro zpracování a vizualizaci dat reálného světa. Pro práci s GIS existují i jiné komerční programy. Formáty zdrojových dat lze mezi různými programy na správu GIS konvergovat.

GIS systémy se využívají v mnoha oblastech pracujících s geografickými daty. Jsou to např.: veřejná správa, kartografie, logistika, inženýrské sítě, zemědělství, realitní kanceláře, obrana a další.

Pro vytvoření modelové sítě budou využity freeware programy, které jsou k dispozici pro různé platformy operačních systémů. Pro práci budou vybrány verze pro operační systém MS Windows.

Cílem bude vytvořit geometrii modelové sítě dané lokality v programu GMSH na základě požadavků na tvorbu modelové sítě. Data modelované lokality se budou zpracovávat v programu GRASS GIS. Pokud bude vytvořena korektní modelová síť odpovídající požadavkům kladených na konkrétní modelovou síť, bude možné doporučit volně dostupné programy, jako plnohodnotné nástroje, nejen pro tvorbu geometrie sítí. Vzhledem k velkému rozšíření GIS v různých odvětvích lze využitím volně

dostupného programu pro jejich správu na minimálně stejné funkční úrovni jako komerční programy ušetřit některé náklady spojené s pořízením softwarového vybavení.

Při použití těchto programů je možné zpracovávat data reálného světa prakticky na jakékoliv dnes dostupné platformě operačního systému. Za vydání nulové ceny pro pořízení licencí k těmto programům.

1 Teoretická část

1.1 Co je GIS

Geografické informační systémy jsou určeny pro práci s daty reálného světa. GIS mohou tato data ukládat, zpracovávat a analyzovat. Objekty reálného světa zpravidla mají určité umístění, kde se nacházejí (např. budova, strom) nebo se vztahují k některému místu (např. auto bylo vyrobené v určité továrně). V daném prostředí se dané objekty vyskytují s dalšími objekty a navzájem se ovlivňují. Proto je nutné, aby data obsahovala informace o samotném objektu i o jeho umístění. Tato data se nazývají geografická nebo prostorová. Právě GIS systémy jsou schopny zpracovávat kombinované požadavky na jednotlivé vlastnosti objektu s ohledem na jejich umístění i ovlivnění jinými objekty.

GIS systémy pracují s vektorovými i rastrovými vrstvami, kde jednotlivé vrstvy sdružují typově stejné objekty. Jednotlivé vrstvy se dají lépe aktualizovat než celek. Složením jednotlivých vrstev se docílí získání potřebné informace. Např. dopravní síť MHD může být kombinací autobusové a tramvajové vrstvy. Kde, kvůli změně autobusové linky, se nemusí upravovat celá dopravní síť MHD, ale pouze její autobusová vrstva.

GIS není pouze software, ale je tvořen i dalšími prvky jako jsou hardware, personál, samotná data apod. GIS slouží pro práci s geografickými daty ve všech formách.

1.2 GRASS GIS

GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) je freeware program s licenci GNU GPL. Je tedy volně dostupný i se zdrojovými kódy samotného programu. Původně byl GRASS GIS určen pro operační systémy Linux. V současnosti je dostupný na platformách GNU/Linux, MS Windows, Mac OS X a POSIC. Pro práci byl vybrán GRASS GIS verze 6.3.0 pod platformou MS Windows. Jde o testovací verzi, která má ještě určitá omezení. Ale díky velkému zastoupení tohoto operačního systému, by mohla mít velký potenciál mezi GIS programy.

GRASS GIS umožňuje práci a vizualizaci s vektorovými, rastrovými i bodovými geografickými daty. Možná je i konverze mezi vektorovými a rastrovými typy dat. Třídy objektů (geoprvků) jsou zpravidla umístěny v jedné tematické vrstvě (Layer). Reliéfy a povrchy představují 2.5D prostor. Tj. funkční povrch, kde každému $[x,y]$ lze přiřadit pouze jedno z ($z = f(x,y)$).

Vektorová data zpravidla představují vodní toky, hranice objektů, silnice atp. Tato data jsou založena na základních geoprvcích (body, linie, polygony). Prvky jsou založeny na geometrickém, případně tematickém popisu. Geometrický popis obsahuje klíčové (jednoznačné) umístění v atributové tabulce a umístění v souřadném systému. Tematický popis má také klíčové umístění a dále např. označení typu objektu, jeho atributu a data záznamu do databáze.

Rastrová data obsahují prostorové informace oblasti, kde je sledovaný jev tvořen pravidelnou sítí čtvercových buněk, tvořících rastr. Buňka je nekonečně dělitelná a každá buňka obsahuje jednu hodnotu jednoho atributu.

Bodová data představují informace prostorově neuspořádaných objektů. Tento typ dat může být také uložen ve formě vektorových dat (bodů).

Pro komunikaci s programem slouží graficky orientované uživatelské rozhraní nebo textová příkazová konzole, přičemž jednotlivé způsoby ovládání lze kombinovat.

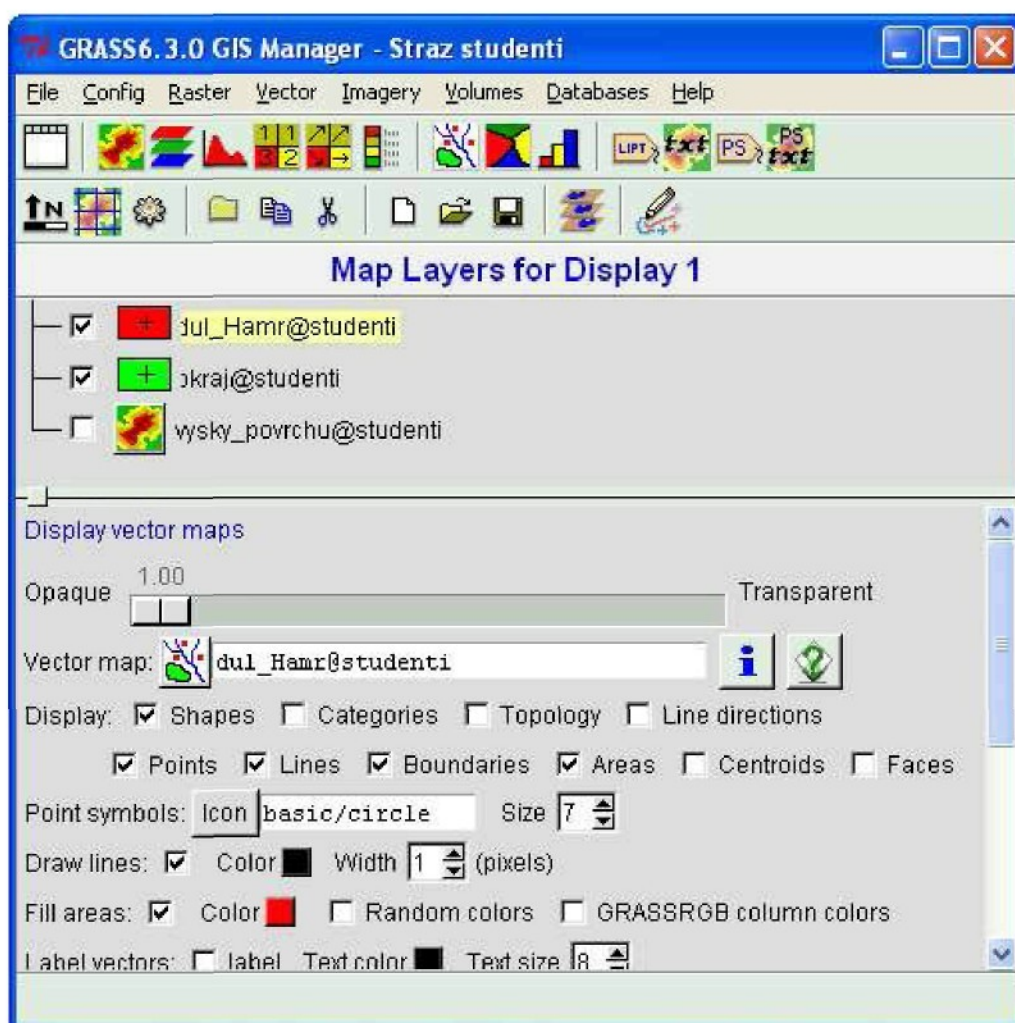
1.2.1 Graficky orientované uživatelské rozhraní

GUI programu GRASS GIS tvoří dvě hlavní dialogová okna. GIS Manager a Map Display.

Dialogové okno GIS Manager

V GUI představuje hlavní rozhraní pro zpracování dat pomocí GIS nástrojů. V hlavní nabídčkové liště se nacházejí jednotlivé GRASS GIS zařazené v jednotlivých kategoriích (např. položka Vector obsahuje nástroje pro práci s vektorovými typy dat apod.). Při prohlížení funkcí v menu, se ve stavovém řádku programu ukazuje příkaz dané funkce, pro zápis do příkazové konzole. Pod nabídkovou lištou se nachází ikonová část, odkazující na další funkce systému. Zbylá část dialogového okna je rozdělena na dvě části.

První část informuje o přidávaných datových vrstvách včetně jejich názvu, případně interpretované barvě vrstvy, při jejich vykreslení, pokud jsou vrstvy aktivní. Aktivní vrstva se vyznačuje zaškrtnutím volby aktivace vrstvy. Druhá část je rozhraním pro nastavení vlastností a získání informací o jednotlivých vrstvách.

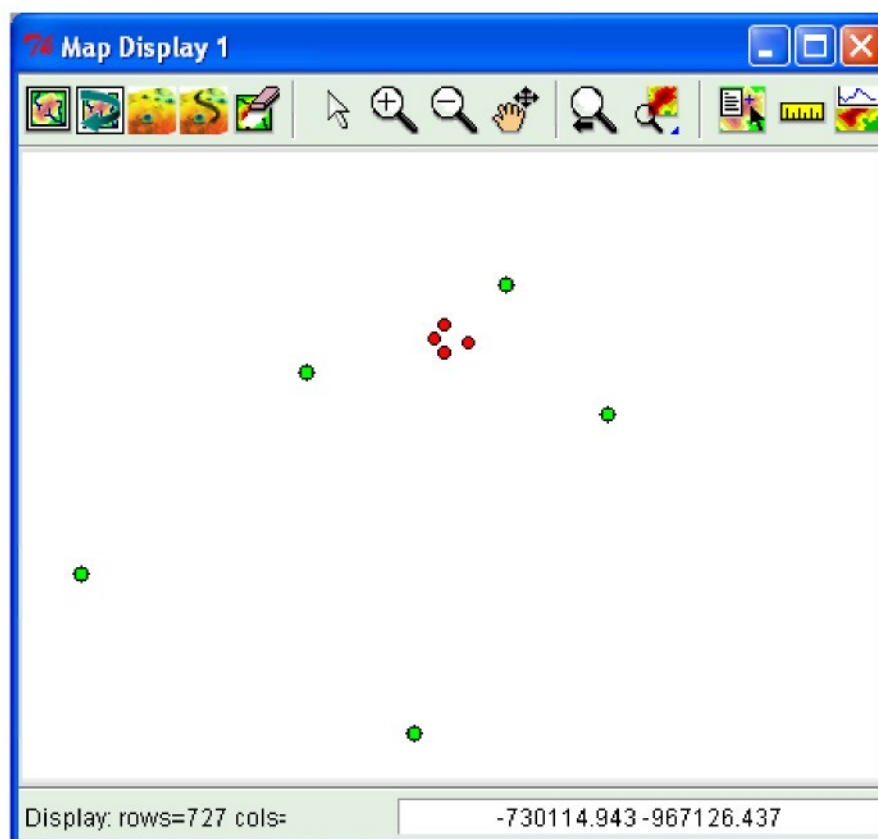


Obr. 1. Dialogové okno GIS Manageru

Na Obr. 1. jsou v GIS Manageru vloženy tři vrstvy. Dvě vektorové a jedna rastrová (vysky_povrch@studenti). Označení @studenti značí název Mapsetu (složka s GIS soubory). Obě vektorové vrstvy (dul_Hamr a okraj) jsou aktivní pro vizualizaci. Označena je vrstva dul_Hamr.

Dialogové okno Map Display

V tomto dialogovém okně se při volbě vykreslení aktivních vrstev, zobrazí aktivní vrstvy vybrané v GIS Manageru. Po každé změně v GIS Manageru, která souvisí s vykreslením, je nutné provést volbu překreslení aktivních vrstev. Např. pomocí nástroje Query (dotaz) je možné z grafického výstupu získávat informace o různých bodech. Dotaz se provede pouze na vrstvu, která je aktuálně označena v dialogovém okně GIS Manageru. Vykreslení aktivních vrstev v GIS Manageru je na Obr. 2.

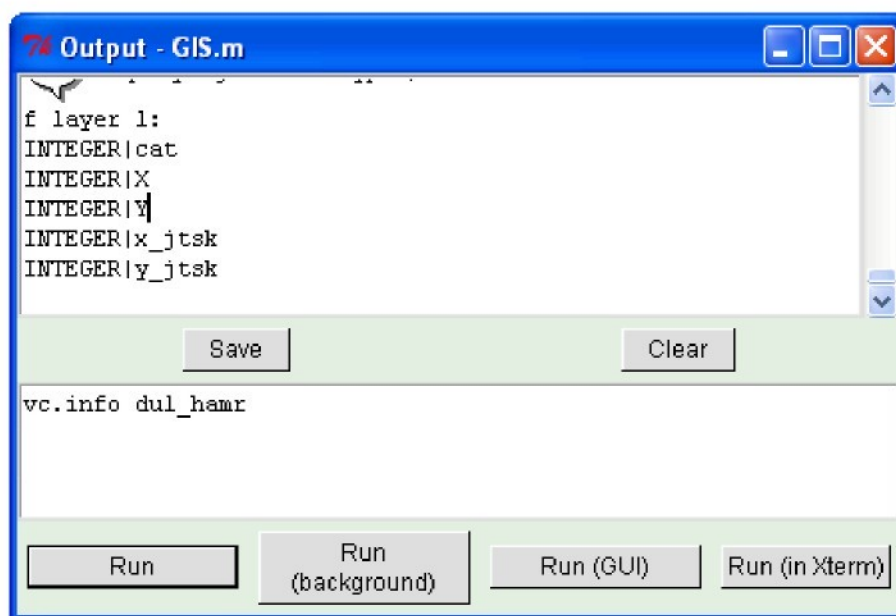


Obr. 2. Vizualizace aktivních vrstev v dialogovém okně Map Display

1.2.2 Textová příkazová konzole

Konzole je implementována v dolní části dialogového okna Output (Obr. 3.). Horní část vypisuje odpovědi systému na požadavky zadané pomocí konzole, ale i příkazy zadané přes GUI programu.

Dialogové okno Output



Obr. 3. Dialogové okno Output s příkazovou konzolí

1.3 Modelové sítě

Modelová síť je zjednodušený odvozený model podle účelu, ke kterému bude následně používán. Podle účelu jsou definovány požadavky na model (geometrii sítě). Modelová síť je tvořena konečným počtem rovinných (trojúhelníky) a prostorových (čtyřstěny) elementů. Každý element má přiřazenu vlastnost vycházející z hlediska účelu modelu.

Požadavky na modelovou síť jsou např. velikost a hustota sítě, počet elementů sítě a další jevy důležité pro modelaci. Síť vytvořená na základě požadavků, se využívá při výpočtech konkrétních procesů, kvůli kterým byla síť vytvořena. Jedná se např. o modelace proudění v puklinách a objemech zvodnělých hornin (tj. průvaly vod a bahnin). V těchto horninách může docházet k proudění i akumulaci podzemních vod.

Pro vytváření modelových sítí se využívají generátory sítí. K výstavbě modelové sítě se využívají data získaná z GIS systémů, zpracovaná podle účelu modelové sítě.

Data reálného světa, které obsahují GIS systémy, obsahují příliš mnoho informací a svými atributy popisují takové geografické elementy, které nelze použít přímo v generátorech sítí. Předzpracováním dat se získají hodnoty pro vybrané elementy dle požadavků na modelovou síť.

1.4 Generátor sítí GMSH

Jako generátor sítí byl zvolen software GMSH (třírozměrný generátor sítí). Program pracuje se vstupním souborem s příponou *.geo. K jeho editaci je možné využít jakýkoliv editor, který je schopen pracovat s textovým souborem. Pro popis zdrojového kódu se využívají komentáře realizovatelné pomocí dvou dopředných lomítek. Vstupní soubor obsahuje popis oblasti včetně její hranice a jednotlivé prvky modelové sítě.

Základem modelové sítě jsou body, tvořící ohraničující oblast modelu a modelovaných prvků. Síť je dále tvořena např. liniemi a povrchy. U definování základních bodů, linií, povrchů atd. se jedná o jednotlivé elementy, proto se využijí prvky kategorie Elementary entities (základní entity) v menu Geometry. Fyzikální skupiny (body, linie, povrchy a objemy) sdružují elementy stejných fyzikálních vlastností a využívají již vytvořené základní entity. Objekty se stejnými fyzikálními vlastnostmi se nemusejí vyskytovat v modelu přímo u sebe a tímto postupem je lze seskupit.

Každý objekt v modelu (bod, linie atd.) má přiřazen ID index (jedinečné číslo), ten je závorkovaným atributem objektu. Pokud se nebude ID index ovlivňovat, bude generován automaticky (při zadávání objektů přes grafické rozhraní programu) a bude inkrementován po jednom kroku (indexováno od jedničky). ID index je však vhodné zvolit tak, aby informoval např. k jaké vrstvě či světové straně je přiřazen a usnadňoval tím orientaci ve zdrojovém kódu. Desetinná místa jsou oddělena od celočíselné části čísla tečkou. Každý příkaz je ukončen středníkem.

1.4.1 Definování základních entit (Elementary entities)

Bod (Point)

Bod představuje objekt, který je tak malý, že ho není vhodné reprezentovat pomocí linie či povrchem. Pro definování bodů v programu GMSH je vhodné využít

tabulkový editor, v něm vytvořená šablony zpřehlední a usnadní zadávání údajů. Body lze tvořit také přímo přes GUI programu GMSH. Pomocí volby menu Geometry - Elementary entities – Add – New – Point).

Definice objektu:

Point (ID index). Danému objektu jsou dále přiřazeny souřadnice os x, y, z a parametr hustoty sítě, oddělené vzájemně čárkou. Parametr hustoty sítě určuje jak dlouhá bude jedna strana konečného elementu vypočtené modelové sítě, která vyplní model. Jeho jednotky odpovídají jednotkám souřadnic. Čím bude parametr hustoty nižší, tím bude modelová síť hustší.

Bod je reprezentován např. Point (11) = {234.87, 345.9, 56, 50}; ID index 01 značí první bod umístěný v první vrstvě modelu. Souřadnice osy x je 234,87. Parametr hustoty sítě je 50. Velikost parametru hustoty sítě se dá zapsat přímo číselnou hodnotou (viz předchozí případ) nebo pro větší flexibilitu je vhodné přiřadit parametru textový atribut. Ten lze pro různé simulace změnit na jediném místě.

Stejný bod by se dal tedy zadefinovat takto:

p1=50;

Point (11) = {234.87, 345.9, 56, p1};

Vytvoření šablony

Pro vytvoření šablony byl vybrán program Calc ze softwarového balíku Open Office. Jedná se o freeware aplikaci, je tedy opět volně stažitelná. Šablonu ukazuje Tab.1. Data ze šablony si po překopírování do zdrojového souboru *.geo zachovají přehledné formátování.

Tab. 1. šablona pro definování bodů v GMSH

definice objektu	(ID index)	= {	Hodnota souřadnice X ,	Hodnota souřadnice Y ,	Hodnota souřadnice Z ,	Parametr hustoty sítě	};
Point	()	= {					};
Point	(1)	= {	234.87	345.9	56	p1	};

Linie

Linie, nebo-li spojnice bodů, které nemají určenou vlastní šířku, definují hrany modelovaných objektů. Každá linie je ohraničena dvěma body. Zadávání je možné přes GUI programu, tak i definováním ve zdrojovém kódu.

Zapsání rovné linie (Straight line): $\text{Line}(1) = \{11,12\}$; Linie jedna je ohraničena body 11 a 12. Nerozhoduje její směrová orientace.

Povrch (Plane Surface)

Povrch určuje uzavřená množina linií (homogenní oblast).

$\text{Line Loop}(13) = \{1,2,3,4\}$; // ID index linií

$\text{Plane Surface}(14) = \{13\}$; // přiřazení uzavřené skupiny linií k povrchu

Objem (Volume)

Objem je definován uzavřenou skupinou povrchů, která určuje daný objem.

$\text{Surface Loop}(25) = \{16,18,14,20,22,24\}$; // ID index povrchů

$\text{Volume}(26) = \{25\}$; // přiřazení uzavřené skupiny povrchů k objemu

1.4.2 Definování fyzikálních skupin (Physical group)

Fyzikální povrch (Physical Surface)

Sdružuje povrchy stejných fyzikálních vlastností.

$\text{Physical Surface}(27) = \{14,16,22,24,18,20\}$; // přiřazení elementárních povrchů do jednoho fyzikální povrchu

Fyzikální objem (Physical Volume)

Sdružuje povrchy stejných fyzikálních vlastností.

$\text{Physical Volume}(28) = \{26\}$; // přiřazení elementárního objemu do jednoho fyzikální objemu.

1.5 Problematika výstavby modelové sítě

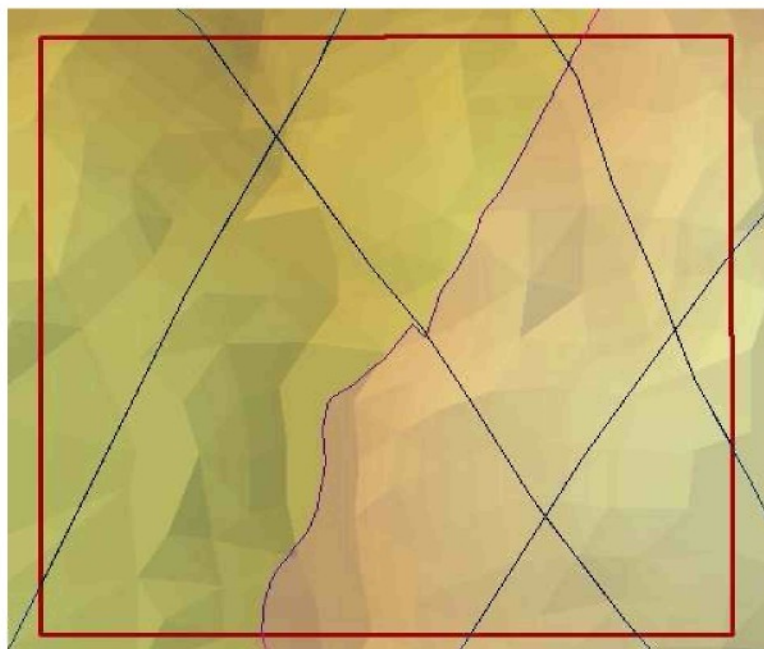
Vybudování modelové sítě vychází z požadavků na konkrétní modelovou síť. Modelovou síť je zapotřebí naplnit daty, které splňují požadavky na síť a mají strukturu, kterou je schopen generátor sítí zpracovat. Jelikož modelová síť je odvozený zjednodušený model, je nutné zpracovat data reálného světa ve formátu GIS, do formátu převoditelného do *.geo souboru, zpracovávaného dále v generátoru sítí.

2 Praktická část

2.1 První modelová lokalita

První modelová lokalita se vstupními daty ve formátu pro GRASS GIS, s již vytvořenými modely sítí jednotlivých vrstev lokality v programu GMSH. Vytvořené modely sítí byly poskytnuty pro seznámené, jak výsledné modelové sítě vypadají a jaký je formát jejich zápisu. A v jakém formátu musí být zpracovaná data, aby je bylo možné použít v *.geo souboru generátoru sítí.

Na Obr. 4. je zobrazena první modelová lokalita. Lokalita je tvořena dvěma typy granitů, rozdělené rozhraním. Území je dále prostoupeno tektonickými liniemi. Cílem bylo vytvořit modelové sítě této lokality při využití předzpracovaných dat.



Obr. 4. První modelová lokalita

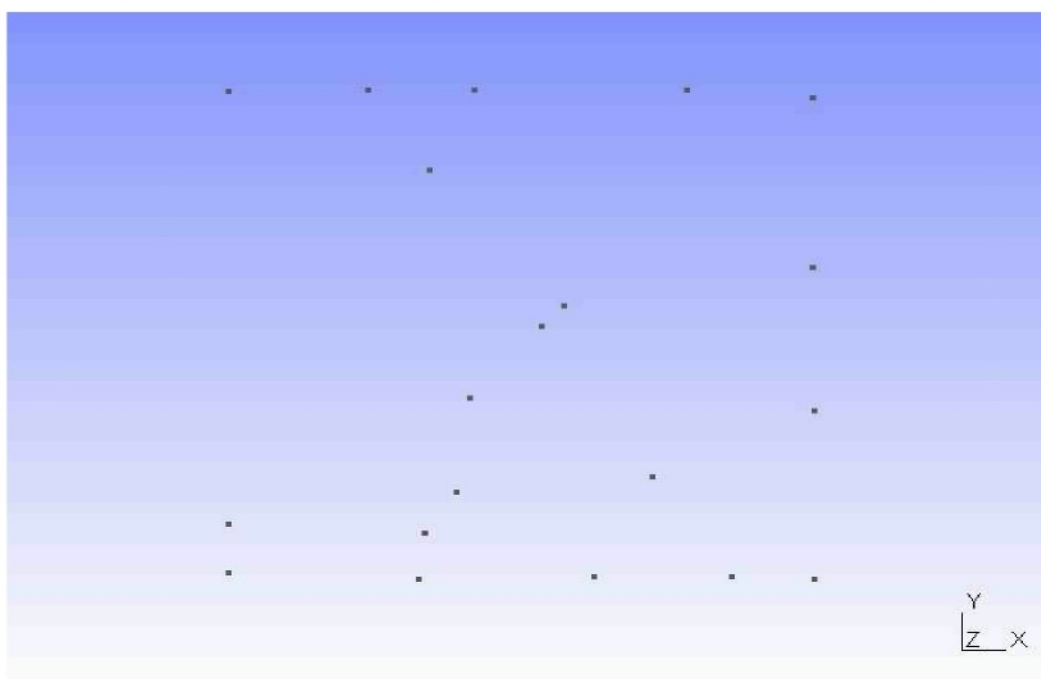
2.1.1 Požadavky na první modelovou síť

Geometrie oblasti 2x2 km s rozlišením 100m, bude obsahovat tektonické linie a rozhraní dvou granitů. Parametr hustoty sítě bude ve všech bodech geometrie 50 (budoucí délka strany elementů modelové sítě). Model bude mít tři vrstvy. Vrchní plocha geometrie bude modelována v nadmořské výšce 200 m (tj. 275 m pod povrchem). Rozpětí vrchní vrstvy je 75 m. Její spodní plocha bude ve výšce 350 m pod povrchem. Rozpětí střední vrstvy je 70 m a její spodní plocha bude ve výšce 420 m pod povrchem. Mocnost spodní vrstvy je 55 m. Spodní vrstva modelu bude 475 m pod povrchem.

Velikost model bude definována čtyřmi okrajovými body. Další body budou zjednodušeně kopírovat rozhraní obou granitů a průběh tektonických linií. Všechny body budou definovány ve všech vrstvách modelu. Každá tektonická linie bude spadat do samostatné fyzikální skupiny povrchů. Povrchy rozhraní budou náležet další fyzikální skupině povrchů. Fyzikální objemy budou dva a budou náležet jednotlivým typům granitů.

2.1.2 Tvorba modelové sítě

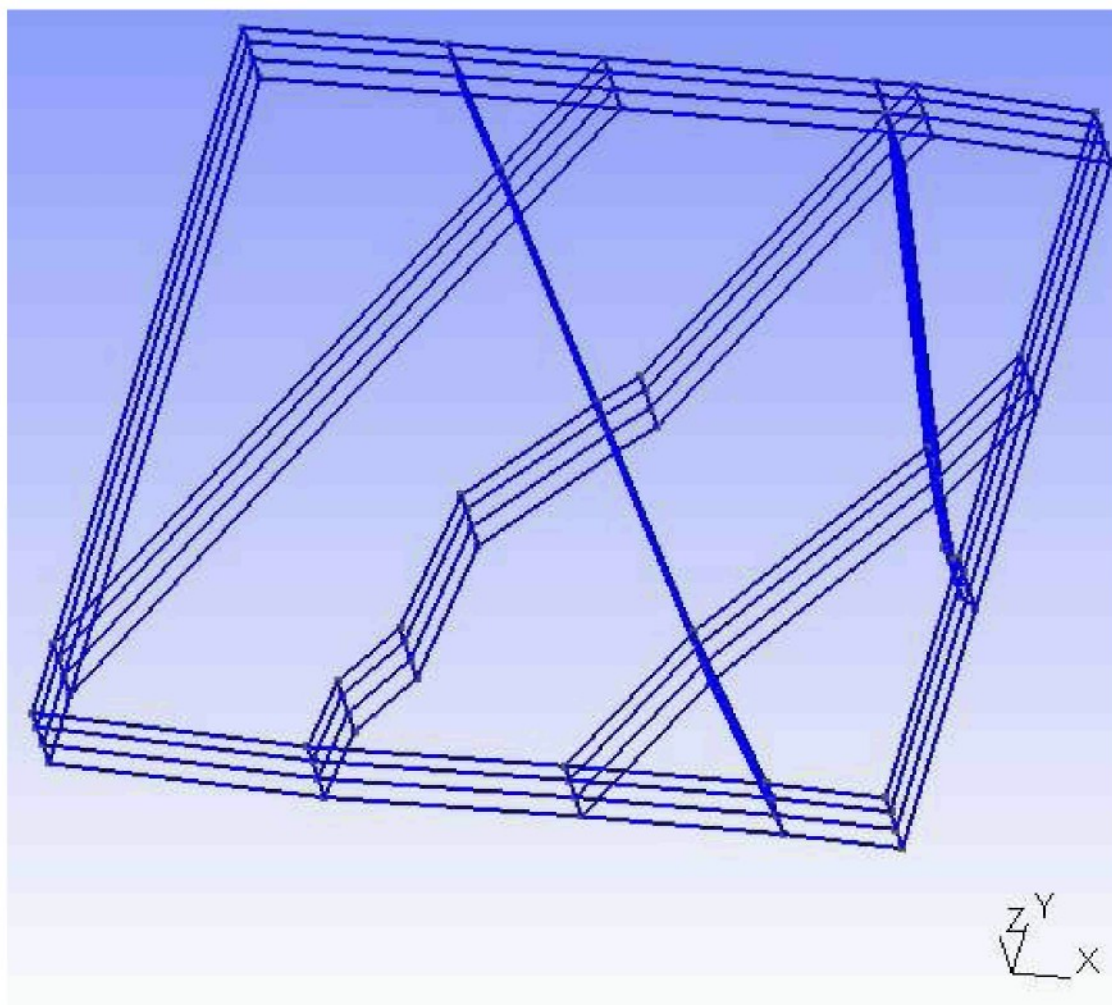
Postupuje se podle požadavků na modelovou síť (viz kapitola 2.1.1). Nejdříve se do generátoru sítě naimportují body modelovaných elementů. Jsou to hraniční vrcholy sítě, místa křížení tektonických linií a rozhraní granitů (viz Obr. 5).



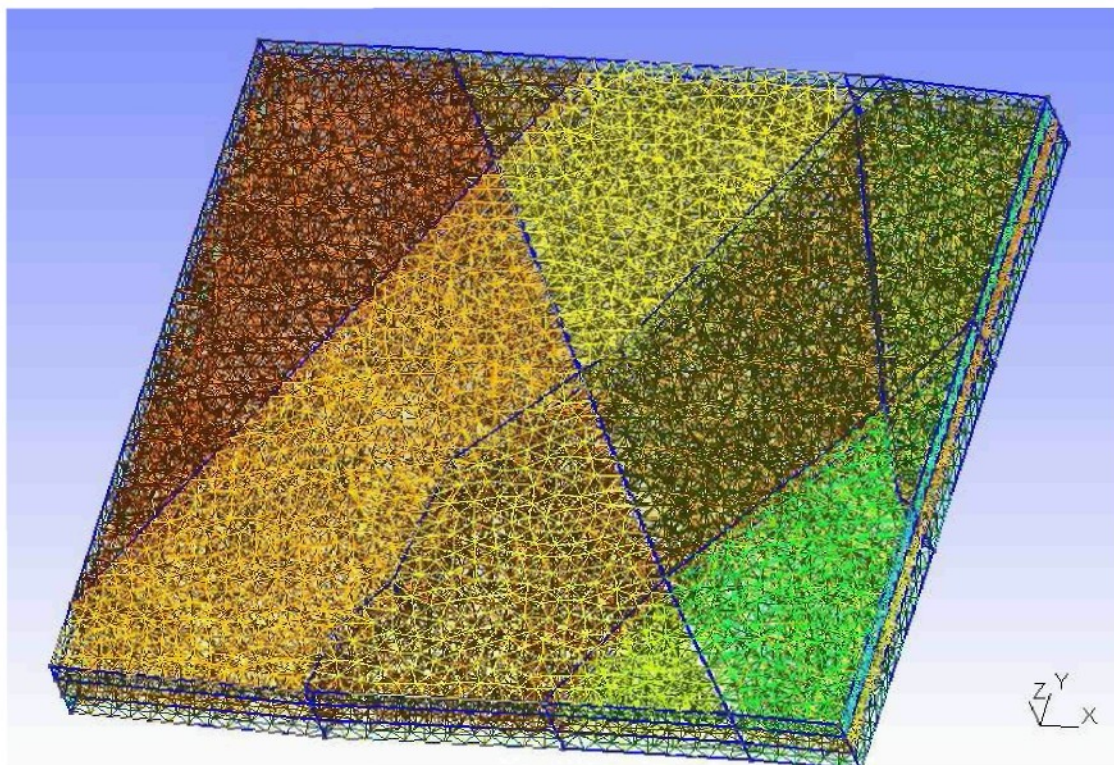
Obr. 5. body modelovaných elementů v programu GMSH

Definiční body je pak nutné pomocí nástrojů tvorby geometrie v GMSH spojit do linií, povrchů a objemů. Linie pojí body ohraničené lokality, dále tektonické linie a rozhraní granitů. Homogenní plochy jsou přiřazeny do kategorie povrchů. Objem je určen vybranými plochami, které tvoří jeho povrch.

Pomocí nástrojů GMSH pro definici fyzikálních skupin jsou vytvořeny skupiny fyzikálních povrchů a objemů dle požadavků na modelovou síť. Výsledná modelová síť první lokality (Obr. 6.). Vyplnění geometrie 3D modelovou sítí pomocí nástroje Mesh v GMSH je na Obr. 7.



Obr. 6. výsledná modelová síť první lokality v GMSH



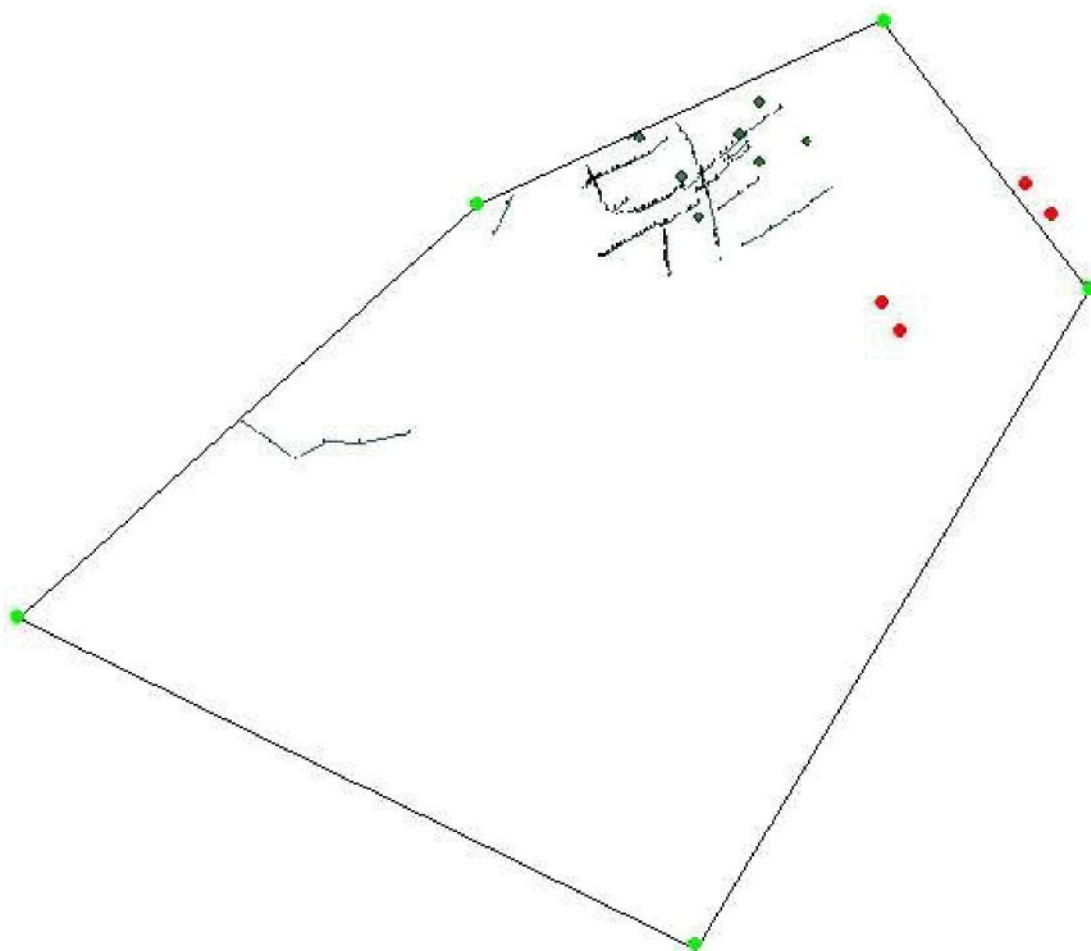
Obr. 7. vyplnění 3D modelu první lokality sítí

2.2 Druhá modelová lokalita

Druhá modelová lokalita se vstupními daty ve formátu pro GRASS GIS. Úkolem bylo předzpracovat data v programu GRASS GIS a vytvořit 3D model v generátoru sítí GMSH na základě požadavků na modelovou síť.

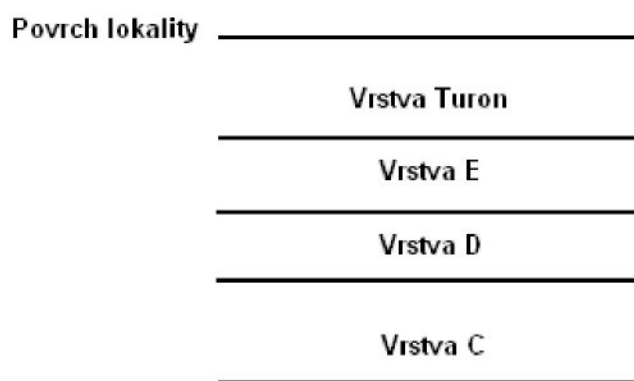
2.2.1 Rozbor druhé modelové lokality

Celá oblast, ke které jsou poskytnuta data je na Obr. 8. Zeleně jsou označeny krajní body dané lokality, které jsou pro lepší názornost spojeny. V lokalitě se vyskytuje důl Hamr (tmavě zelené body), Čertova zeď (červené body) a další objekty jako tektonické linie, vodní toky atd. Modelová síť bude vytvořena pro objekt Čertovu zeď (skalní masiv pronikající horizontálně uloženými sedimenty, ohraničený puklinami).



Obr. 8. zobrazení území druhé modelové lokality

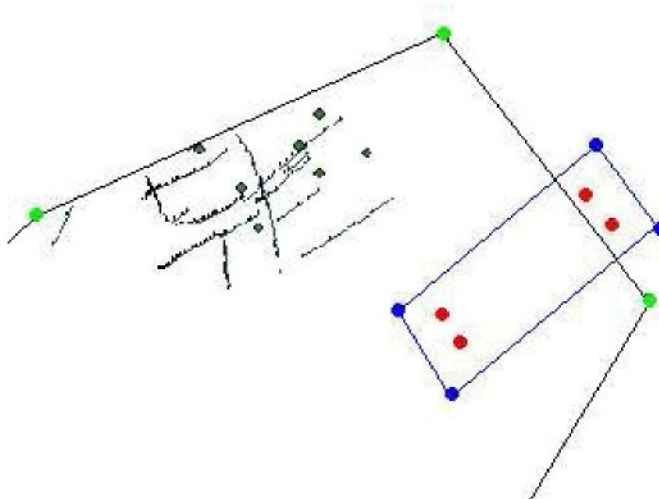
Území má čtyři horizontální vrstvy. Vrstvu C, vrstvu D, vrstvu E a vrstvu Turon. Bráno odspodu (Obr. 9.). Mocnosti jednotlivých vrstev nejsou konstantní.



Obr. 9. rozvržení horizontálních vrstev v území

2.2.2 Zvolení okrajů modelované oblasti

Modelované území bude obsahovat pouze objekt Čertovu zeď. Krajiní body modelu budou tedy zvoleny dostatečně daleko od tohoto objektu, aby jí plně obsahovalo. Na Obr. 10. je výsek lokality zobrazující krajní body modelovaného území, které jsou označeny modře. Body jsou opět spojeny pro lepší názornost.



Obr. 10. krajní body modelového území

2.2.3 Požadavky na druhou modelovou lokalitu

Na modelovaném území bude objekt Čertova zeď. Do modelové sítě budou zahrnuty horizontální vrstvy lokality C, D, E a vrstva Turon. Horní vrstva modelu bude představovat povrch oblasti. Hustota sítě bude pro danou oblast proměnná. Pro část území se zlomy bude 30 m, pro okolní území bude 100 m. Jemnost sítě bude tedy vyšší u žulového masivu. Linie budou spojovat jednotlivé body elementů v horizontálním i vertikálním směru. Objemy budou určeny plochami tvořící dané objemy pro jednotlivé typy vrstev. Vždy pro skalní masiv i okolní území. Fyzikálních skupin povrchů bude několik. První bude připadat na vertikální stěny skalního masivu. Druhá bude tvořena vertikálními stěnami okolního území. Dalšími fyzikálními skupinami povrchů budou rozhraní jednotlivých vrstev. Vždy pro skalní masiv i okolní území. Fyzikální skupina objemů bude vždy přiřazena konkrétní horizontální vrstvě pro okolní území i skalní masiv.

2.2.4 Postup zpracování dat

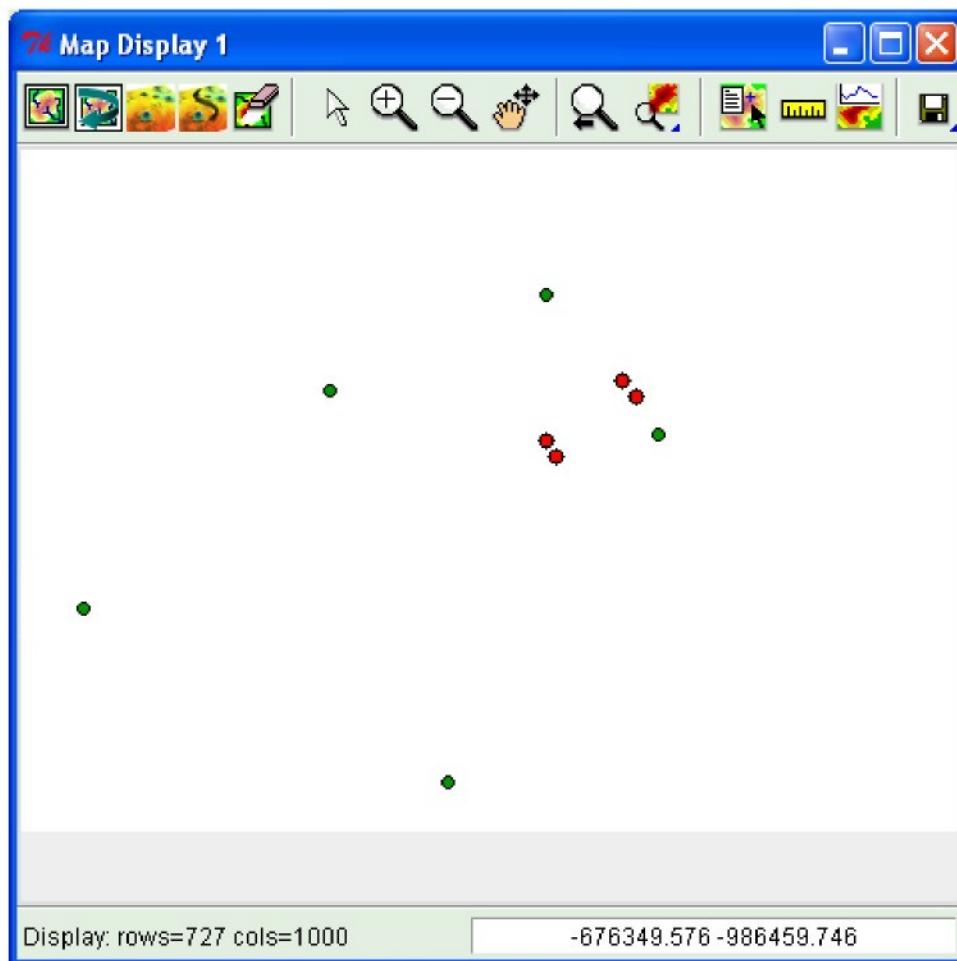
Pro vytvoření modelové sítě je nutné definovat rozsah území (obr. 10.) a získat jeho souřadnice. Geometrie představuje 3D model a tedy kromě umístění okrajových bodů dle souřadnic os x a y , jsou také důležité nadmořské výšky jednotlivých vrstev. Ty obsahuje vektorová vrstva geologie pro vrstvy C, D a E. Pro vrstvu Turon ji představuje vektorová vrstva hladina_Turon. Obě vektorové vrstvy jsou data z vrtů, které jsou reprezentovány body. Pro každý vrt v datové vrstvě jsou známy výšky báze jednotlivých geologických vrstev. Nadmořská výška povrchu je obsažena ve vektorové vrstvě vysky2. Tato vrstva je také reprezentovaná bodově, jedná se však o naměřené nadmořské výšky lokality v daných místech. Tyto vektorové vrstvy však nepopisují nadmořskou výšku jednotlivých bází pro celou modelovanou oblast komplexně, ale pouze v místě, kde byl proveden vrt, případně měření výšky povrchu.

K přepočtení informací o umístění v souřadném systému poslouží interpolace IDW. Tato metoda spočívá v konstruování dat z bodových vzorků. Nebo-li lze dopočítat „hluchá“ místa mezi zdrojovými body, které nesou početní informace. Více zdrojových bodů dostupných pro interpolaci, znamená realističtější výsledný údaj (povrch). Interpolací se získá rastrová vrstva, která bude nést atribut nadmořské výšky dané báze pro celou oblast.

Na základě interpolovaných dat se dopočítají souřadnice jednotlivých bodů pro všechny body modelovaného území. Získaná data se exportují do přehledného výstupu, který by umožňoval další efektivní zpracování v generátoru sítě. Ta bude vytvořena na základě požadavků na tuto konkrétní modelovou síť.

2.2.5 Příprava na vytvoření hraničních bodů modelovaného území

Přidají se jednotlivé vektorové vrstvy, které budou nést dostatek informací, ale zároveň budou přehledné (viz Obr. 11.). Zeleně jsou znázorněny hraniční body celého území.. Okraje Čertovy zdi jsou značeny červeně.



Obr. 11. zobrazení vrstev okraje celé lokality a žulového masivu

Nyní se vytvoří nová vektorová mapa, která bude nést informaci o modelovaném území. Pro orientaci a správné navržnutí okraje oblasti, budou zobrazeny na pozadí vektorové vrstvy Čertovy zdi a okraje dané lokality.

2.2.6 Digitalizace nové vektorové mapy

Digitalizací se vytvoří nová vektorová mapa (uzemi4), která bude obsahovat informace o modelovaném území. Bude definována krajními body tohoto území.

V menu: Vector – Develop map – Digitize

V dialogovém okně vybraného nástroje:

- Volba Create new file if it does not exist. (vytvoření nové vektorové mapy)
- Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map): uzemi4
- Viditelné mapy v pozadí (Display commands to be used for canvas backdrop): tato možnost v testované verzi pod systémem Windows není funkční. Tento nedostatek lze obejít dalším postupem. Po odsouhlasení je nutné uložit a ukončit výstup pomocí volby Save and Exit.

Zápis pomocí konzole:

v.digit -n map=uzemi4, kde *v. digit* označuje funkci digitalizace mapy, *-n* označuje vytvoření nového souboru. Uzemi4 je názvem nově vytvořené vektorové mapy.

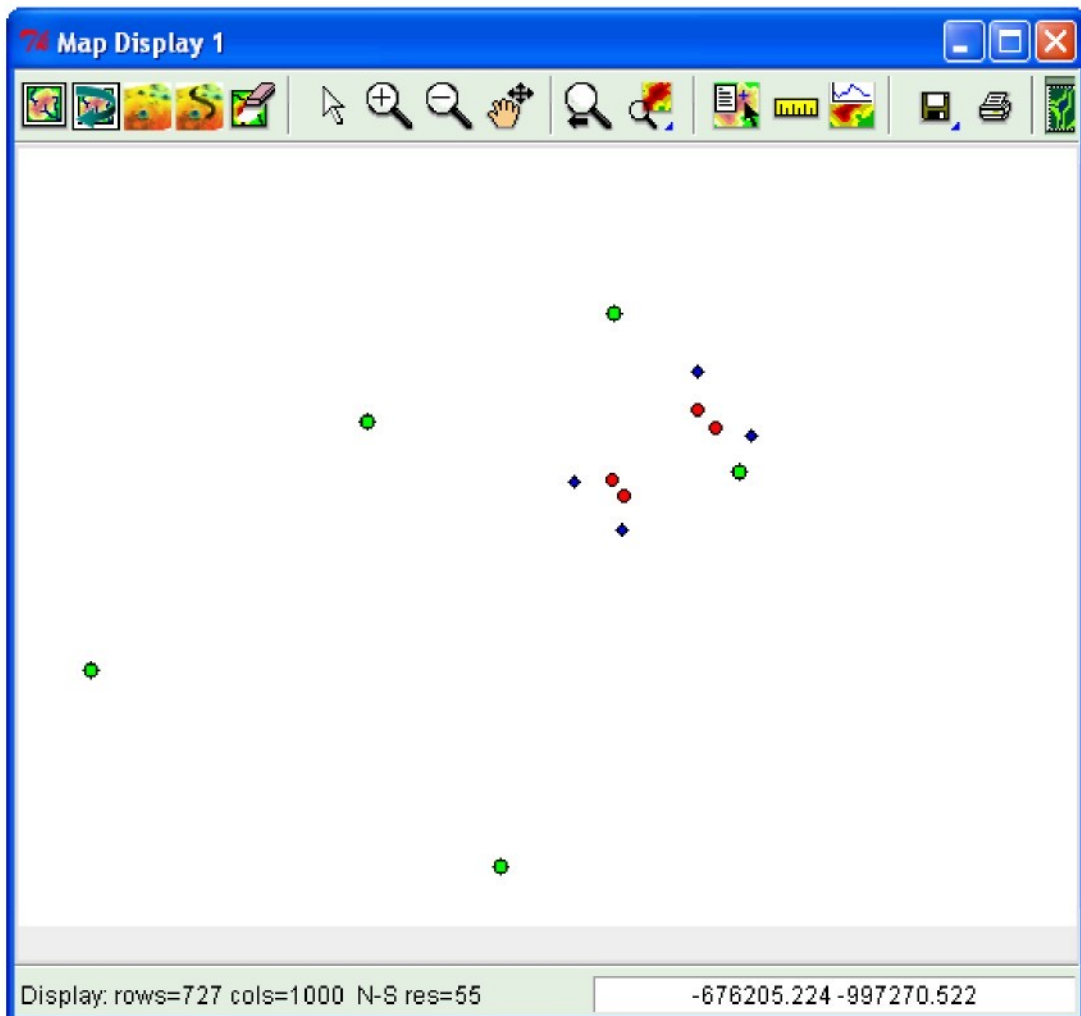
Zobrazení mapy v pozadí při digitalizaci mapy

V GIS manageru se vloží nová vektorová mapa, do které se budou přidávat body, či jiné elementy. V tomto případě jde o mapu s názvem uzemi4. Proveďte se aktivace této mapy i ostatních, které budou vidět na pozadí při zadávání bodů. V dialogovém okně Map Display programu GRASS se vykreslí aktivované vrstvy pomocí volby Display active layers. V GIS Manageru se označí vektorová mapa, do které budou zadávány body (uzemi4) a provede se volba Digitize map umístěná v liště ikon GIS Manageru.

Volbou Digitize new point se přidají nové body ohraničující modelované území. Zanechá se původní nastavení tematické vrstvy Layer 1, neboť poskytnutá data jsou definována v této tematické datové vrstvě.

Atributová tabulka pro mapu uzemi4 nebyla ještě vytvořena, proto se při zadávání bodů objevuje upozornění, že tabulka pro tuto mapu nebyla definována. Definice atributové tabulky se provede v dalším kroku.

Uložení a ukončení se provede pomocí volby Save and Exit.



Obr. 12. vytvořené okrajové body modelovaného území

Nyní je vytvořena vektorová mapa s názvem uzemi4, která obsahuje krajní body vytyčující toto území. Body jsou na Obr. 12. znázorněny modře.

2.2.7 Vytvoření atributové tabulky pro modelované území

Mapě by měla být přiřazena atributová tabulka, která bude obsahovat informace o objektech umístěných na mapě, které náleží. K mapě uzemi4 bude vytvořena nová atributová tabulka s názvem uzemi4 (atributová tabulka zpravidla nese název mapy, ke které je připojena).

V menu GIS Manageru Databases – Manage Database – New Table

V dialogovém okně vybraného nástroje:

- Název vektorové vrstvy, pro kterou bude vytvořena atributová tabulka (vector map for which to add new attribute table): uzemi4
- Jméno nové atributové tabulky – standardně stejný název jako vektorové mapy (Name of new attribute table): uzemi4
- Tematická vrstva, ve které bude atributová tabulka definována (Layer where to add new attribute table): 1
- Názvy parametrů a jejich datové typy (Name and type of the new columns): Cat integer, x double, y double, z double. Kde parametr Cat je pořadové číslo položky v atributové tabulce a parametry x, y a z představují souřadnice jednotlivých bodů.

Zápis pomocí konzole:

```
v.db.addtable map=uzemi4@studenti table=uzemi4 layer=1 {columns=cat integer, x double, y double, z double}
```

V Output okně by mělo být potvrzeno projení atributové tabulky a vektorové mapy. Nyní má mapa uzemi4 přiřazenu atributovou tabulku uzemi4.

Výpis atributové tabulky

Vytváření atributových tabulek lze korektně provádět pomocí dialogových oken i přes textovou konzoly. Avšak jejich výpis, aktivovaný přes GUI programu není v testovací verzi GRASS GIS korektní. Neboť příkaz, kterým se atributová tabulka má vypsát podle GUI programu vypadá takto: *db.select table=okraj database=C:/Documents driver=and*, nepředá se tedy parametr úplné cesty k atributové tabulce. U zápisu pomocí konzole se nemusí zadávat cesta, stačí zavolat funkci výpis tabulky s jejím názvem (*db.select table=uzemi4*). Výpise se zobrazují v dialogovém okně Output programu. Výpis samotné atributové tabulky vypíše pouze názvy proměnných a jejich prázdné sloupce, neboť atributová tabulka není ještě naplněna daty.

Pomocí volby Show attribute columns v GIS Manageru (zápis pomocí konzole: *v.info -c map=uzemi4*) lze vypsat proměnné a jejich datové typy v dialogovém okně Output, které jsou v atributové tabulce definovány.

2.2.8 Vytvoření atributové tabulky pro mapu skalního masivu

U skalního masivu jsou již definovány okrajové body a jejich souřadnice os x a y. Neobsahují však výšky horizontálních vrstev území. Pro tento objekt je tedy také nutné zjistit výšky jednotlivých vrstev. Aby se využili tyto body a docházelo pouze k dopočítávání výšek, bude vytvořena nová atributová tabulka, která se připojí k mapě *certova_zed*.

Odpojení mapy a atributové tabulky

Před vytvořením nové atributové tabulky je nutné nejdříve odpojit atributovou tabulku *certova_zed* od stejnojmenné mapy.

V menu Database – Vector<->database connections – Set vector

V dialogovém okně nástroje:

- Odstranit spojení pro určitou vrstvu (Delete connection for certain layer): zvolení této volby odstraní pouze spojení, ne samotnou atributovou tabulku
- Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map): *certova_zed*
- Název tabulky (Table name): *certova_zed*
- Sloupec určující pořadí položky (Key column name): *cat*
- Číslo tematické vrstvy (Layer number): 1

Zápis pomocí konzoly:

```
v.db.connect -d map=certova_zed@studenti driver=dbf {database = $GISDBASE /$LOCATION_NAME/ $MAPSET/dbf/} table=certova_zed key=cat layer=1
```

Vytvoření nové atributové tabulky pro skalní masiv

Nyní lze vytvořit novou atributovou tabulku a připojit ji k mapě `certova_zed`. Tato atributová tabulka bude vytvořena prázdná, neboť samotné vytvoření atributové tabulky neznamená automaticky její naplnění daty.

V menu: Databases – Manage database – New table

V dialogovém okně vybraného nástroje:

- Vektorová mapa, ke které bude přidána nová atributová tabulka (Vector map for which to add new attribute table): `certova_zed`
- Název nové atributové tabulky (Name of new attribute table): `certova_zed_v`
- Tematická vrstva, ve které bude atributová tabulka definována (Layer where to add new attribute table): 1
- Názvy a typy atributů (Name and type of the new column): `cat integer, x double, y double, z double`

Zápis pomocí konzole:

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

Tímto se nová atributová tabulka pojmenovaná `certova_zed_v` spojila s mapou `certova_zed`.

Nyní jsou vytvořeny potřebné vektorové mapy a jejich atributové tabulky, aby mohlo dojít k vytvoření pomocných výpočtů k dopočítání požadovaných souřadnic.

2.2.9 Interpolace povrchů

Interpolací zdrojových bodů (vrstva geologie, `hladina_Turon` a `vysky2`) se získají informace o nadmořských výškách jednotlivých bází v celé modelované oblasti. Mapa geologie obsahuje výšky jednotlivých vrstev ve sloupcích nesoucích stejné označení jako samotné vrstvy (např. sloupec C obsahuje výšky vrstvy C). Výšku vrstvy `Turon` obsahuje mapa `hladina_Turon` ve sloupci H. Výšky povrchu v mapě `vysky2`

představuje sloupec VYSKA. V GRASS GIS je interpolace možná přímo z vektorové vrstvy.

V menu GIS Manageru: Raster – Interpolate Surface – IDW from vector points

V dialogovém okně vybraného nástroje:

- Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map): hladina_Turon
- Název výstupní rastrové vrstvy (Name for output raster map): povrch_Turon
- Počet interpolačních bodů (Name of interpolation points): 12
- Číslo tematické vrstvy (Layer number): 1
- Sloupec atributové tabulky s údaji pro interpolaci (Attribute table column with values to interpolate): H

Zápis pomocí konzole:

```
v.surf.idw input=hladina_turon@studenti output=povrch_Turon npoints=12  
layer=1 column=H
```

Tímto postupem byly vytvořeny mapy pro vrstvy C, D, E, Turon a povrch s názvy povrch_C, povrch_D, povrch_E, povrch_Turon a vysky_povrchu. Tyto mapy jsou rastrové. Pro výpočet výšek povrchu bylo zvoleno 26 interpolačních bodů. Mapa vysky2 obsahuje právě 26 definovaných bodů. Pro ostatní mapy bylo využito 12 interpolačních bodů.

2.2.10 Vytvoření 3D vektoru z rastrového podkladu

Pro dopočítání souřadnic do atributové tabulky je nutné mít převedenu vektorovou mapu na 3D vektor (osy x,y a z) na základě rastrového podkladu. V GRASS GIS je možné převedení přímo, aniž by bylo nutné převádět vektorovou mapu na rastrovou a zpět.

V menu GIS Manageru Vector – Develop map – Create 3D vector over raster

V dialogovém okně vybraného nástroje:

- Název vstupní vektorové vrstvy (Name of input vector map): uzemi4
- Typy, které budou přepočítávány (Type): point, centroid, line, boundary, face, kernel. V tomto případě by stačily přepočítávat pouze body (point)
- Vstupní rastrová vrstva, pro výpočet dané výšky (Elevation raster for height extraction): povrch_Turon
- Vzorkovací metoda (sampling method): nearest
- Název výstupní vektorové mapy (Name of output vector map): uzemi4_T_3D

Zápis pomocí konzoly:

```
v.drape input=uzemi4@studenti type=point,centroid,line,boundary,face,kernel  
rast=povrch_Turon method=nearest output=uzemi4_T_3D
```

Tento postup se aplikuje postupně na všechny vrstvy pro mapy uzemi4 i certova_zed.

2.2.11 Dopočtení souřadnic do atributových tabulek

Nyní se ze získaných dat povrchů vrstev přepočítají souřadnice do atributových tabulek jednotlivých vrstev pro objekty uzemi4 i certova_zed.

V menu Vector – Report and statistics – Upload or report topology

V testované verzi volba dopočítání souřadnic pomocí dialogového okna nefunguje hromadně pro všechny sloupce atributové tabulky. Zvolit lze pouze jeden sloupec pro dopočítání souřadnice, což je nedostačující. Hromadné dopočtení souřadnic lze provést přes příkazovou konzolu.

Zápis pomocí konzole:

```
v.to.db map=uzemi4_C_3D option=coord col=x,y,z, kde mapa uzemi4_C_3D  
odpovídá mapě, ke které se budou souřadnice dopočítávat. Parametr coord u option značí  
souřadnice (coordinate) a položka col sloupce (columns), označuje které sloupce  
atributové tabulky budou dopočítány. Musí se provést pro všechny vrstvy pro objekty  
certova_zed i uzemi4.
```

2.2.12 Export zpracovaných dat

Vytvoření a dopočítání atributových tabulek objektů skalního masivu a modelovaného území, jsou data zpracovány pro účel vytvoření modelové sítě.

Souřadnice bodů je vhodné exportovat z programu GRASS GIS do přehledného výstupu. K tomuto účelu byl vybrán export do souboru formátu *.xls. Tento formát je vhodný vzhledem k rozšířenosti a podpoře snadného rozlišení sloupců, formátováním pomocí tabulátoru. A také k výše zmiňované šabloně (viz kapitola 1.4.1) pro definování bodů v programu GMSH.

V menu File – Export vector map – ASCII points or GRASS ASCII vector

V dialogovém okně vybraného nástroje:

- Název vstupní vektorové mapy (Name of input vector map): `uzemi4_T_3D`
- Umístění souboru s exportovanými daty (Path to resulting ASCII file or ASCII vector name): `C:/“cesta“/soubor.xls` (soubor není nutné vytvářet předem, bude vytvořen automaticky)
- Výstupní formát (Output format): Point. Výstupní formát Standard exportuje kromě souřadnic bodů ostatní údaje související s mapou, tedy název mapy, datum vytvoření mapy apod., není ale tak přehledný a vhodný pro další editaci).
- Oddělovač polí (Field separator): tab (představuje tabulátor, který každý údaj oddělí do samostatného sloupce)
- Počet desetinných míst (Number of significant digits): 8

Zápis pomocí konzole:

```
v.out.ascii input = uzemi4_T_3D@studenti{output = C:/“cesta“/cestova_zed_v_C.xls}  
format=point fs=tab dp=8
```

2.2.13 Vytvoření druhé modelové sítě v GMSH

Body

V exportovaných souborech jsou získané souřadnice bodů modelovaného území a skalního masivu. Ty lze vložit do šablony (Tab. 2.) pro definování bodů v generátoru sítě. Díky formátování výstupu pomocí tabulátoru jsou souřadnice jednotlivých os již v samostatných sloupcích. Data se importují do *.geo souboru. Parametr hustoty sítě pro elementy okrajového území a je 100 m. Hustota sítě pro skalní masiv je 30 m.

Tab. 2. importované body do *.geo souboru

```
A=100;
B=30;
//vrstva C uzemi 4
Point ( 1 ) = { -693080.74534161 , -981860.2484472 , 84.78649745 , a };
Point ( 2 ) = { -695813.66459627 , -978614.9068323 , 130.35988673 , a };
Point ( 3 ) = { -702133.54037267 , -984251.55279503 , 112.0730032 , a };
Point ( 4 ) = { -699742.23602484 , -986728.26086957 , 90.20291274 , a };

//vrstva C certova_zed
Point ( 6 ) = { -699630 , -985040 , 91.10003193 , b };
Point ( 7 ) = { -700200 , -984180 , 103.07688847 , b };
Point ( 8 ) = { -695755 , -980590 , 111.36582354 , b };
Point ( 9 ) = { -694895 , -981530 , 93.14397841 , b };

//vrstva D uzemi 4
Point ( 11 ) = { -693080.74534161 , -981860.2484472 , 129.37808631 , a };
Point ( 12 ) = { -695813.66459627 , -978614.9068323 , 161.81629853 , a };
Point ( 13 ) = { -702133.54037267 , -984251.55279503 , 134.47746081 , a };
Point ( 14 ) = { -699742.23602484 , -986728.26086957 , 123.30196404 , a };

//vrstva D certova_zed
Point ( 16 ) = { -699630 , -985040 , 126.06200395 , b };
Point ( 17 ) = { -700200 , -984180 , 133.67290804 , b };
Point ( 18 ) = { -695755 , -980590 , 147.14357198 , b };
Point ( 19 ) = { -694895 , -981530 , 134.42128169 , b };

//vrstva E uzemi 4
Point ( 21 ) = { -693080.74534161 , -981860.2484472 , 160.45334851 , a };
Point ( 22 ) = { -695813.66459627 , -978614.9068323 , 198.39897183 , a };
Point ( 23 ) = { -702133.54037267 , -984251.55279503 , 169.33390692 , a };
Point ( 24 ) = { -699742.23602484 , -986728.26086957 , 153.46064191 , a };

//vrstva E certova_zed
Point ( 26 ) = { -699630 , -985040 , 157.20901435 , b };
Point ( 27 ) = { -700200 , -984180 , 166.76442097 , b };
Point ( 28 ) = { -695755 , -980590 , 181.34055172 , b };
Point ( 29 ) = { -694895 , -981530 , 166.39827862 , b };

//vrstva T uzemi 4
Point ( 31 ) = { -693080.74534161 , -981860.2484472 , 345.6117349 , a };
Point ( 32 ) = { -695813.66459627 , -978614.9068323 , 360.0170021 , a };
Point ( 33 ) = { -702133.54037267 , -984251.55279503 , 347.0274112 , a };
Point ( 34 ) = { -699742.23602484 , -986728.26086957 , 340.7253777 , a };
```

```

//vrstva T certova_zed
Point ( 36) = { -699630, -985040, 345.54875055, b };
Point ( 37) = { -700200, -984180, 347.95804049, b };
Point ( 38) = { -695755, -980590, 351.17732353, b };
Point ( 39) = { -694895, -981530, 346.84810603, b };

//vysky_povrchu uzemi4
Point ( 41) = { -693080.74534161, -981860.2484472, 693.85278995, a };
Point ( 42) = { -695813.66459627, -978614.9068323, 827.11413694, a };
Point ( 43) = { -702133.54037267, -984251.55279503, 550.89010094, a };
Point ( 44) = { -699742.23602484, -986728.26086957, 529.36563524, a };

//vysky_povrchu certova_zed
Point ( 46) = { -695755, -980590, 710.01519581, b };
Point ( 47) = { -700200, -984180, 540.81850797, b };
Point ( 48) = { -699630, -985040, 526.31090866, b };
Point ( 49) = { -694895, -981530, 678.05923964, b };

```

Další elementy modelu budou zadávány přes GUI programu GMSH. Při zobrazení zadaných bodů v program je zřejmé, že rozdíl výšek jednotlivých vrstev v řádu desítek metrů, je nepoměrný vůči vzdálenosti hraničních bodů (řádově stovky metrů) modelovaných objektů. Pro lepší zpracování se prozatímne zadají uměle vyšší hodnoty výšek vrstev modelu. Dojde tím k zpřehlednění vytvářeného modelu. Na další postup nebude mít změna výšek žádný vliv, neboť jednotlivé elementy v modelu jsou k sobě vázány právě pomocí ID indexu.

Linie

Linie představují spojnice hraničních bodů modelovaného území a skalního masivu v jednotlivých vrstvách (jejich horizontální i vertikální směr). Výjimku tvoří vrstva povrchu, kde je nutné propojení bodů hraničního území a skalního masivu navzájem. Tato podmínka vyvstává z důvodu vytváření povrchů.

Povrchy

Při aplikování funkce Plane Surface na všechny vrstvy modelu by generátor sítě GMSH, u vrstvy povrchu, nepovažoval vytvořený objekt za plochu. Vrstva povrchu je zvláštní tím, že je zde velký rozdíl hodnot souřadnic x, y a z mezi jednotlivými okrajovými body. Povrchy v této vrstvě jsou vytvořeny pomocí funkce Ruled Surface, ta vytvoří povrch i přes větší rozdíly výšek souřadnic, které by funkce Plane Surface neakceptovala. I přes využití metody Ruled Surface musela být vrstva povrchu rozdělena liniemi na více částí než ostatní horizontální vrstvy. Zbylé povrchy jsou

vytvořeny pomocí Plane Surface. Přiřazování povrchů pomocí funkce Ruled Surface je na stejném principu jako u funkce Plane Surface.

Objemy

Objemy jsou definovány zvlášť pro jednotlivé vrstvy modelu. A rozdělené podle objektu, ke kterému patří. Tedy buď k hraničnímu území nebo ke skalnímu masivu.

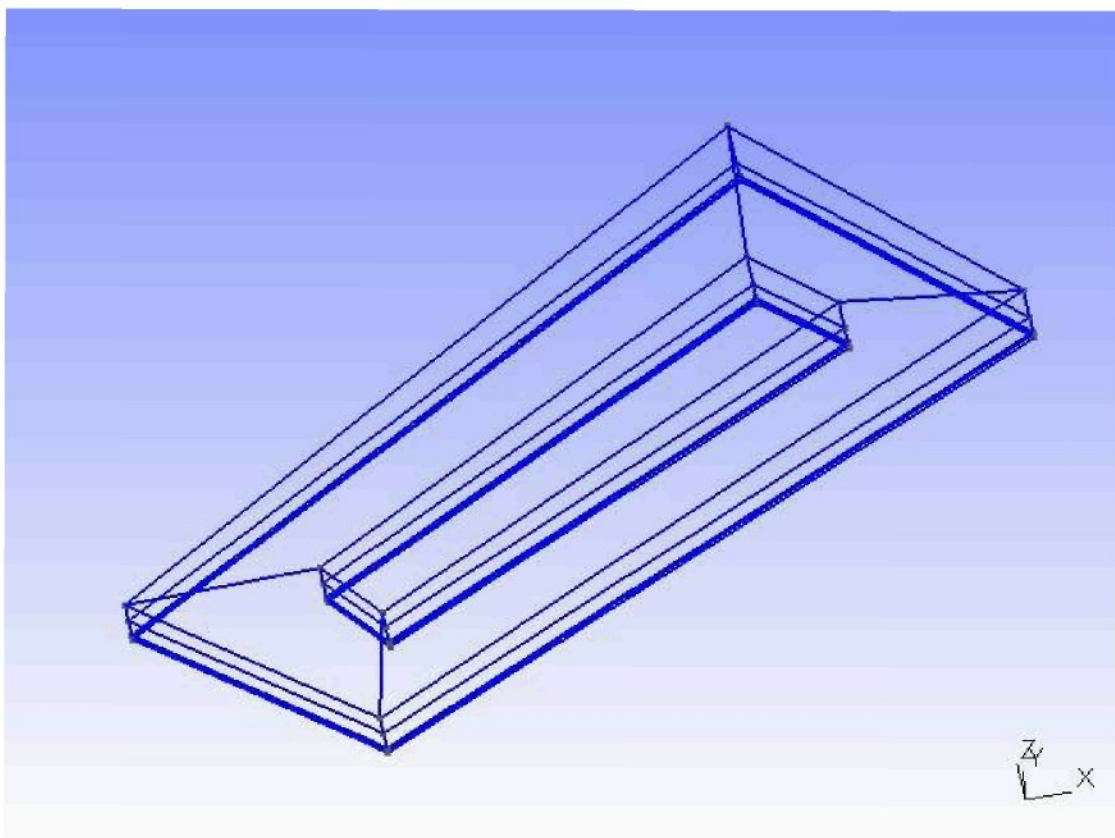
Fyzikální skupiny povrchů

Do první fyzikální skupina povrchů patří vertikální stěny skalního masivu. Do druhé skupiny spadají vertikální stěny okrajového území. Do dalších skupin patří vždy vrstva jednoho typu pro objekty okrajové území a skalní masiv.

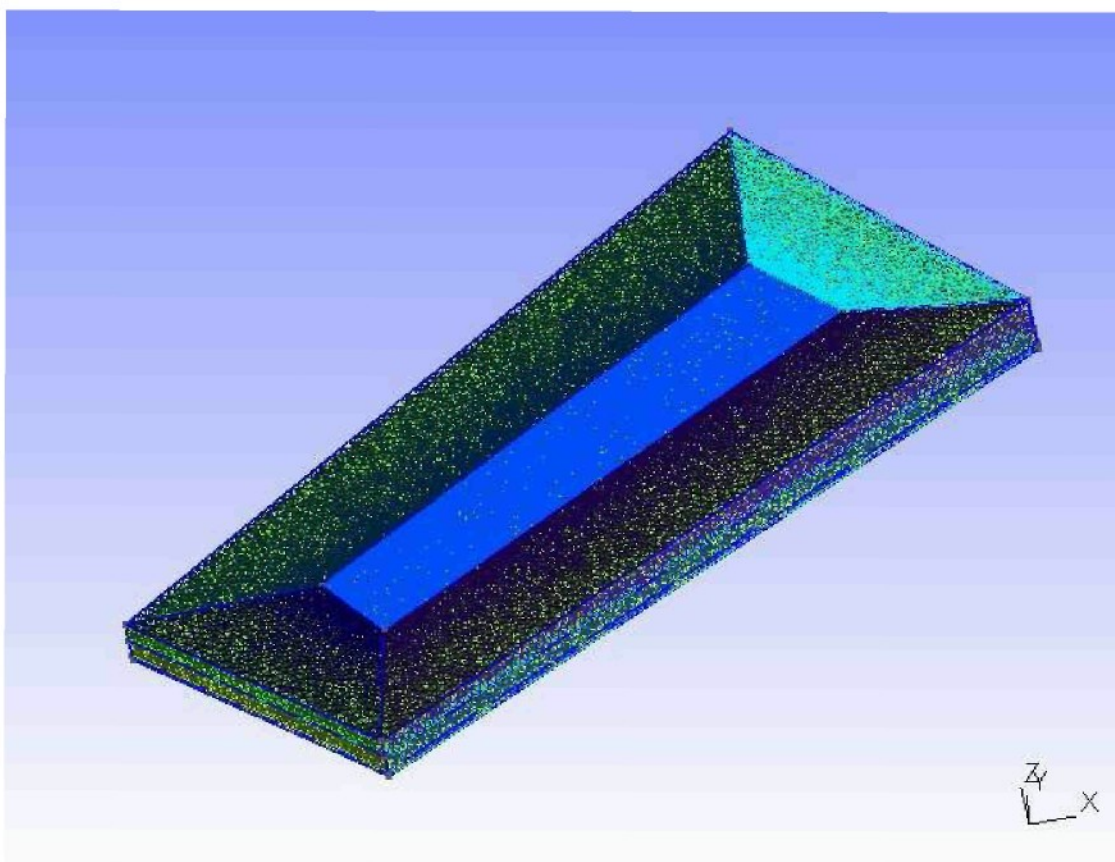
Fyzikální skupiny objemů

Ve fyzikálním objemu se vyskytují oba namodelované základní objemy pro danou vrstvu. Existují tedy čtyři fyzikální objemy.

Ve zdrojovém kódu se nyní přiřadí k výškovým souřadnicím bodů odpovídající hodnoty, které byly získány zpracováním v GRASS GIS. Tím bude vytvořena geometrie modelové sítě, vytvořená podle požadavků (Obr. 13.). Model vyplněný modelovou sítí pomocí nástroje Mesh v programu GMSH je na Obr. 14.



Obr. 13. modelová síť druhé modelové lokality



Obr. 14. vyplnění 3D modelu druhé lokality sítí

3 Závěr

Úkolem práce bylo vytvořit modelovou síť dané lokality podle požadavků na modelovou síť pomocí programů GMSH a GRASS GIS. Nejdříve došlo k seznámení s tvorbou modelové sítě a jak geometrie modelové sítě vypadá.

Na základě těchto poznatků byla vytvořena první modelová síť. Pro ní byla data v GRASS GIS již předzpracována, aby splňovala požadavky na modelovou síť. Při tvorbě první geometrie sítě se využíval hlavně program GMSH. V GRASS GIS byly pouze získány informace o elementech, které modelová síť zahrnuje.

Geometrie modelové sítě první lokality byla úspěšně vytvořena podle požadavků na geometrii modelu. Žádný problém z hlediska tvorby sítě modelu nenastal.

Pro druhou modelovou lokalitu bylo zapotřebí data nejdříve předzpracovat v GRASS GIS, aby bylo možné vytvořit geometrii sítě podle kladených požadavků. I přes využití testovací verze GRASS GIS, bylo možné využít všechny funkce programu potřebné ke zpracování dat. Zpracovaná data byla použita pro vytvoření modelové sítě druhé lokality v programu GMSH.

Software GRASS GIS se ukázal jako nástroj vhodný pro práci s daty reálného světa. Budoucí stabilní verze programu GRASS GIS pod systémem MS Windows by mohla mít velký potenciál. V generátoru sítí GMSH byly vytvořeny obě modelové sítě podle kladených požadavků a při využití volně dostupných programů byly dosaženy cíle této bakalářské práce.

4 Použitá literatura a zdroje

- [1] <http://gisday.tul.cz>. [online].
- [2] <http://gisdoskol.fp.tul.cz/>. [online].
- [3] <http://grass.fsv.cvut.cz/gwiki/GRASSwikiCZ>. [online].
- [4] <http://les-ejk.cz/2007/02/skoleni/>. [online].
- [5] <http://gis.vsb.cz/>. [online].
- [6] <http://grass.itc.it/>. [online].
- [7] <http://gis.zcu.cz/?page=ugi>. [online].
- [8] <http://www.geuz.org/gmsh/> [online].
- [9] <http://www.geoinformatika.wz.cz/gis/gis-prednasky.php>. [online].
- [10] NETELER, M. *Praktická rukověť ke geografickému informačnímu systému GRASS* [online]. verze 1.1 (2002,2003). verze českého překladu 0.4 (2003-2005) Available from www: <http://grass.fsv.cvut.cz/wiki/index.php/GIS_GRASS_-_Praktick%C3%A1_rukov%C4%9B%C5%A5>
- [11] *Rapant, P.: Geoinformatika a geoinformační technologie. VŠB-TU Ostrava, 2006. 500 str. ISBN 80-248-1264-9.*
http://gis.vsb.cz/rapant/publikace/knihy/GI_GIT.pdf. [online].
- [12] *Konečný, M. a kol. Kartografie a geoinformatika. Multimediální učebnice. Geografický ústav PřF MU Brno*
<http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/obsah.php> [online].