

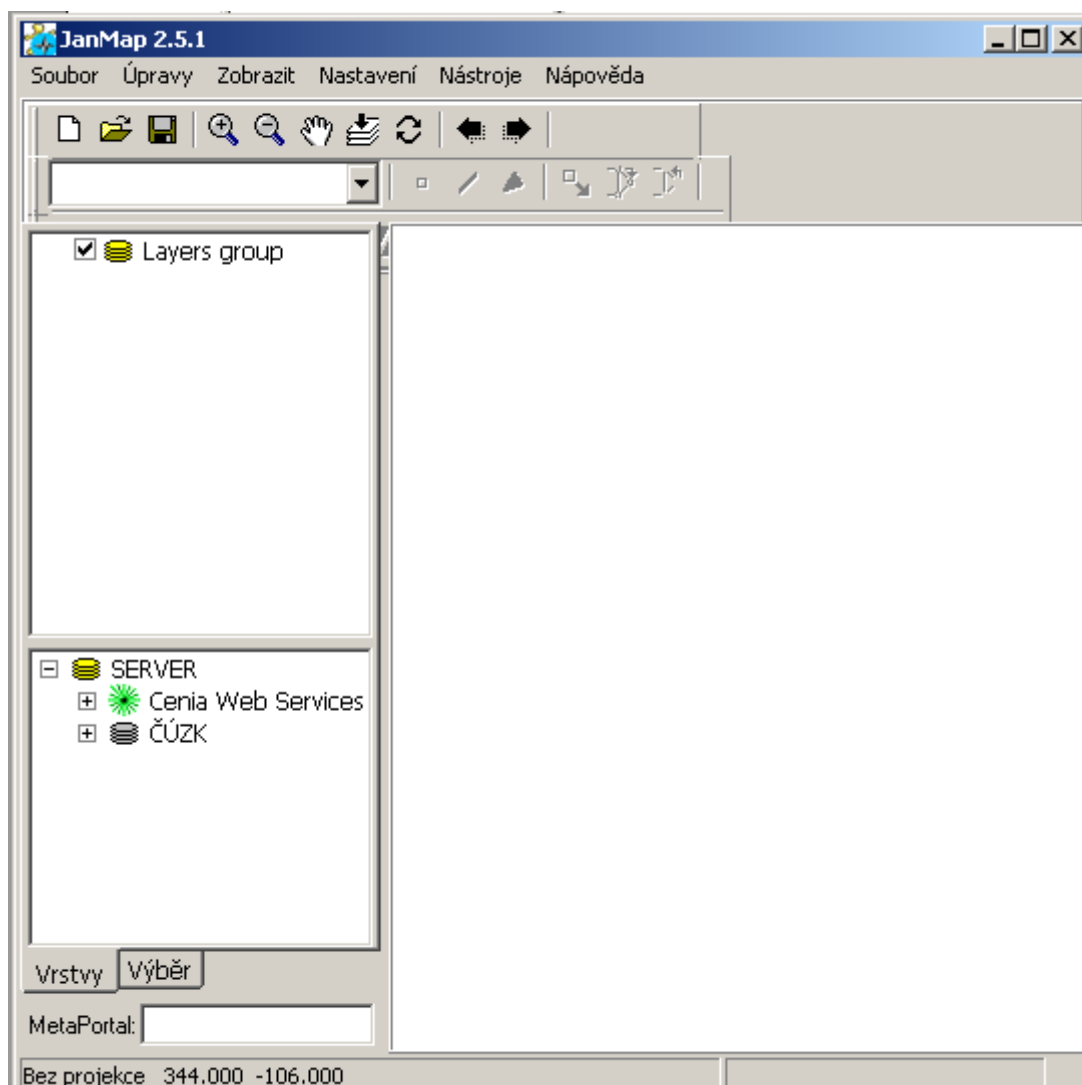
Tvorba geometrického modelu a modelové sítě.

Návod krok za krokem, jak postupovat při vytváření modelové geometrie ze zadaných geografických a geologických dat

Pro řešitele bakalářských projektů!!! Nejprve si podrobně prostudujte tento návod, vytvořte model, pak teprve chod'te na konzultaci – možná témata konzultací – fyzikální skupiny, parametricky zadaný objem!!!

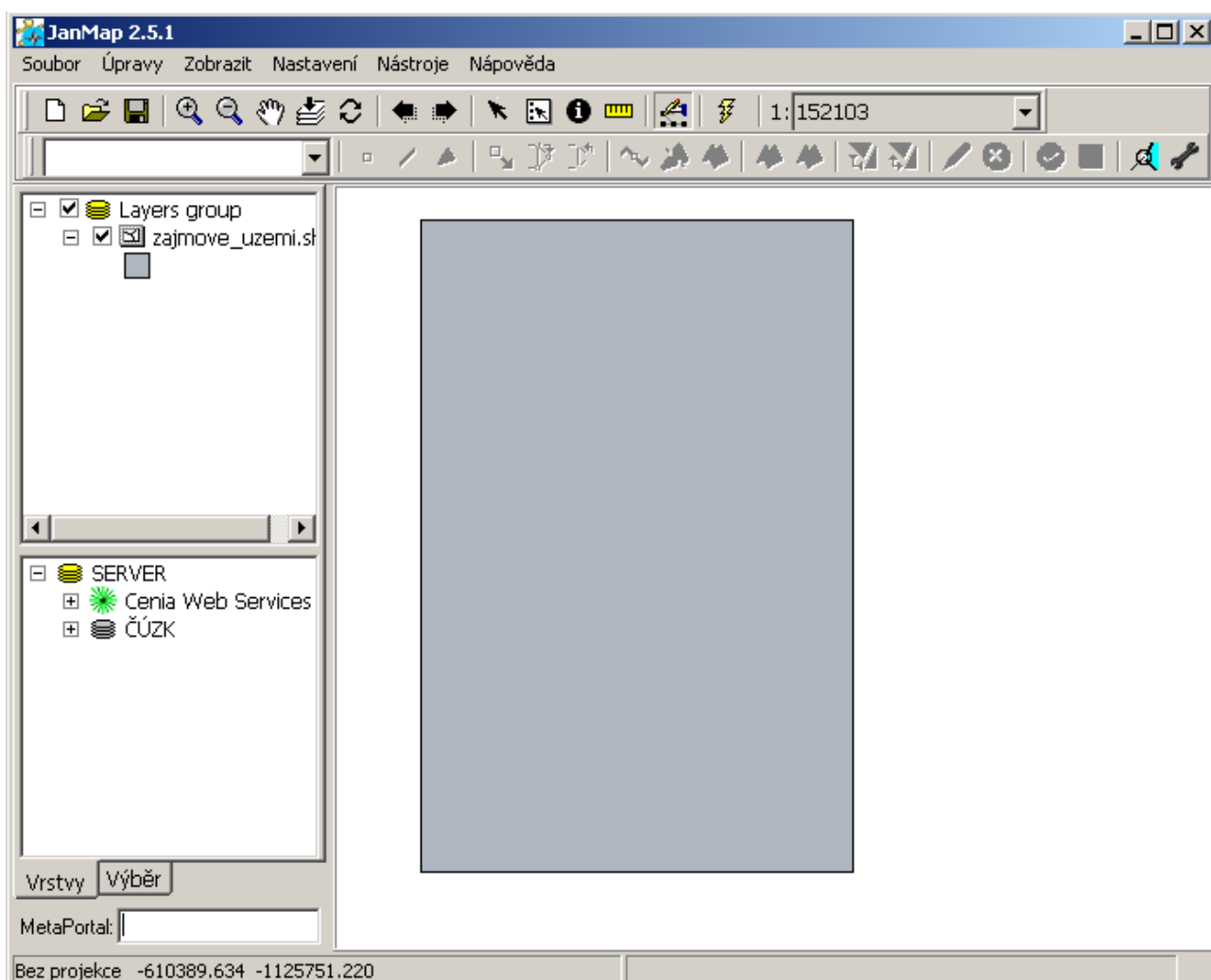
Vložení datových vrstev do GIS, vizualizace dat v GIS

Data ve formátu shp si zobrazíte v GIS Janitor – zájmovou oblast, povodí, řeky. Zde také získáte georeferencovanou geologickou mapu. Geologické řezy si nezobrazujte najednou s ostatními daty, protože budete marně čekat, že by se vám zobrazily. Jedná se o jiný systém souřadnic. Zobrazit si můžete georeferencovaný obrázek s vyznačením průběhu geologických řezů.



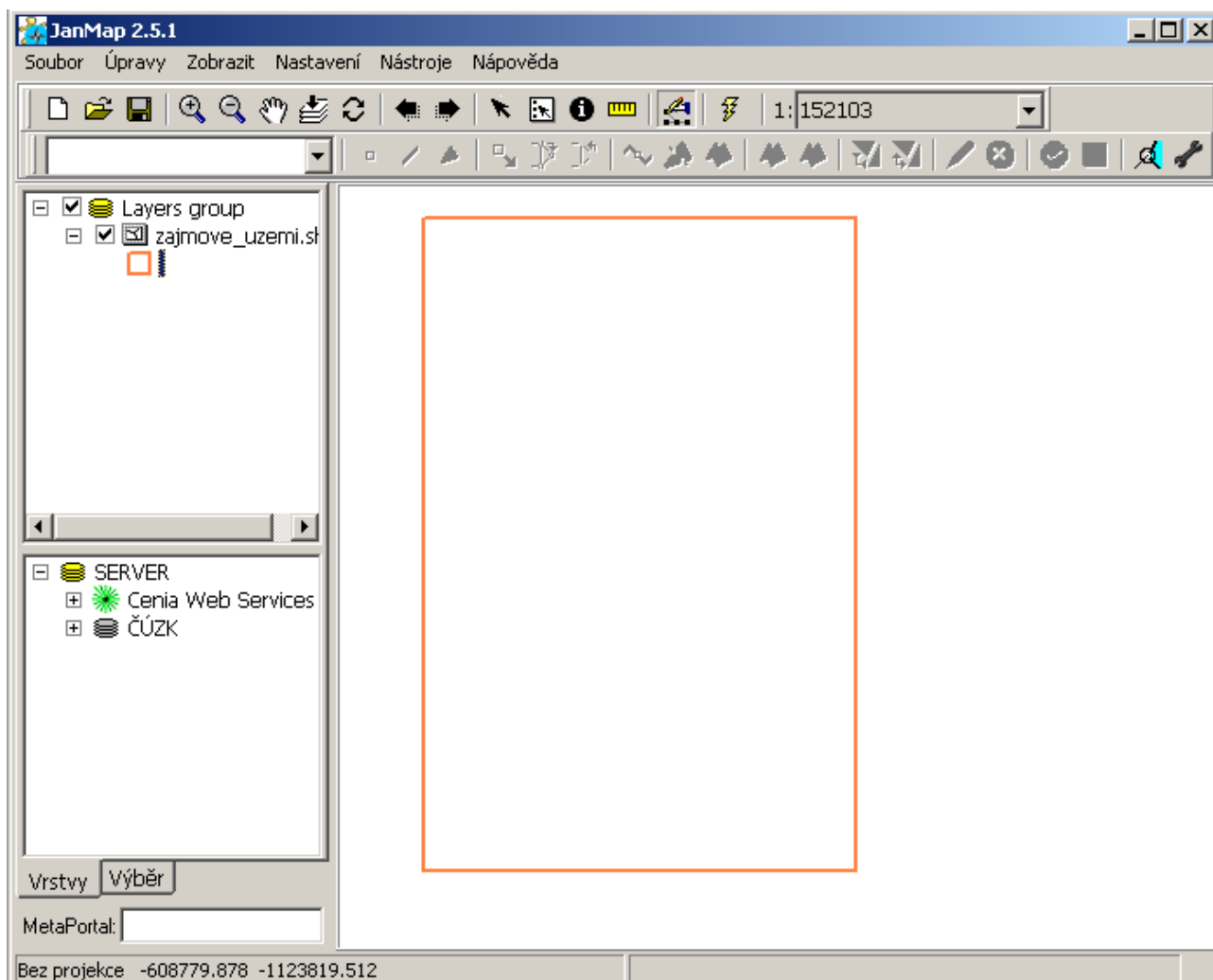
Obr. 1. Prostředí GIS.

Takto vypadá prostředí GIS Janitor. Pomocí **ikony Otevřít** si otevřete nejprve datovou vrstvu s hranicí modelovaného území. Výsledek bude vypadat jako na následujícím obrázku (obr. 2). Budete tam mít území tvaru obdélníku (může se vám lišit od mého vzoru, každý máte jiné).



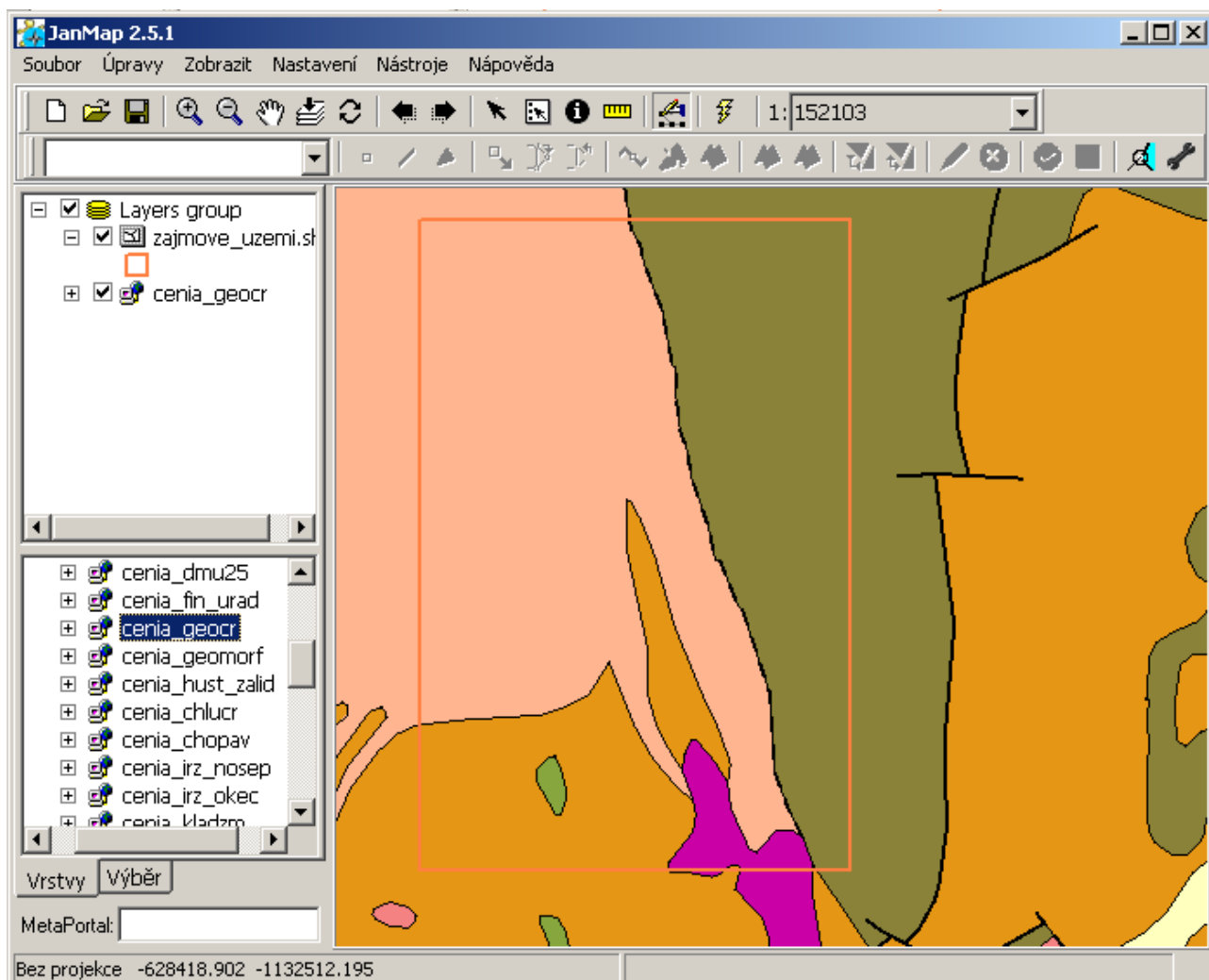
Obr. 2. Otevření datové vrstvy

Datovou vrstvu můžete zobrazit i jinak (barva, hranice,...). Stačí kliknout na obdélníček znázorňující barvu v seznamu vrstev a zbytek nastavíte. Např. změna barvy hranice a odstranění výplně jako na následujícím obrázku (obr. 3).



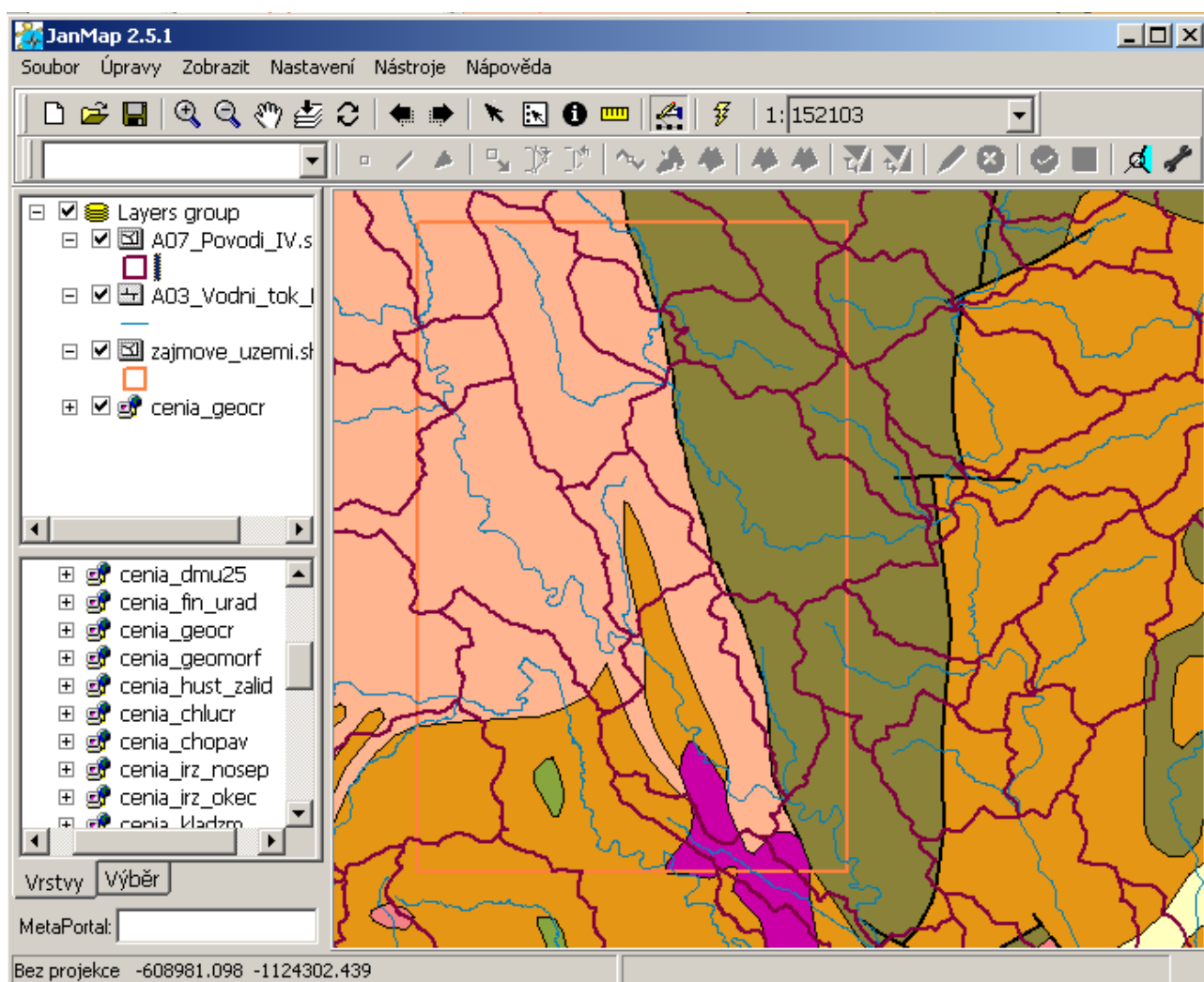
Obr. 3. Změna vizualizace datové vrstvy

Dále si zobrazíte geologickou mapu. Najdete ji ve spodní části levého okna, v části SERVER pod Cenia web services. Jedná se o GeoČR datovou vrstvu. Mapa je pro celou republiku, ale pokud máte již zobrazené zájmové území, nebudete v mapě složité území hledat, ale rovnou se vám zvětší, jak potřebujete. Vrstvu geocr snadno myší přetáhnete do okna horního, normálně do seznamu zobrazených vrstev (obr. 4).



Obr. 4. Využití datové vrstvy geologie z mapserveru Cenia

Zobrazte také další datové vrstvy – vodní toky, hranice povodí a jiné – pokud je máte použít jako zdrojové data. Rovnou se vám zvětší potřebné území do mapového výřezu. Na následujícím obrázku jsou přidány vrstvy vodních toků a hranic povodí 4. řádu, kde barva pro vizualizaci vodních toků je přenastavena na modrou, tloušťka čáry 1 a vizualizace povodí je omezena na hranice povodí (výplň plochy je vypnuta) a nastavena je barva hranice na fialovou s tloušťkou čáry 2 (obr. 5).



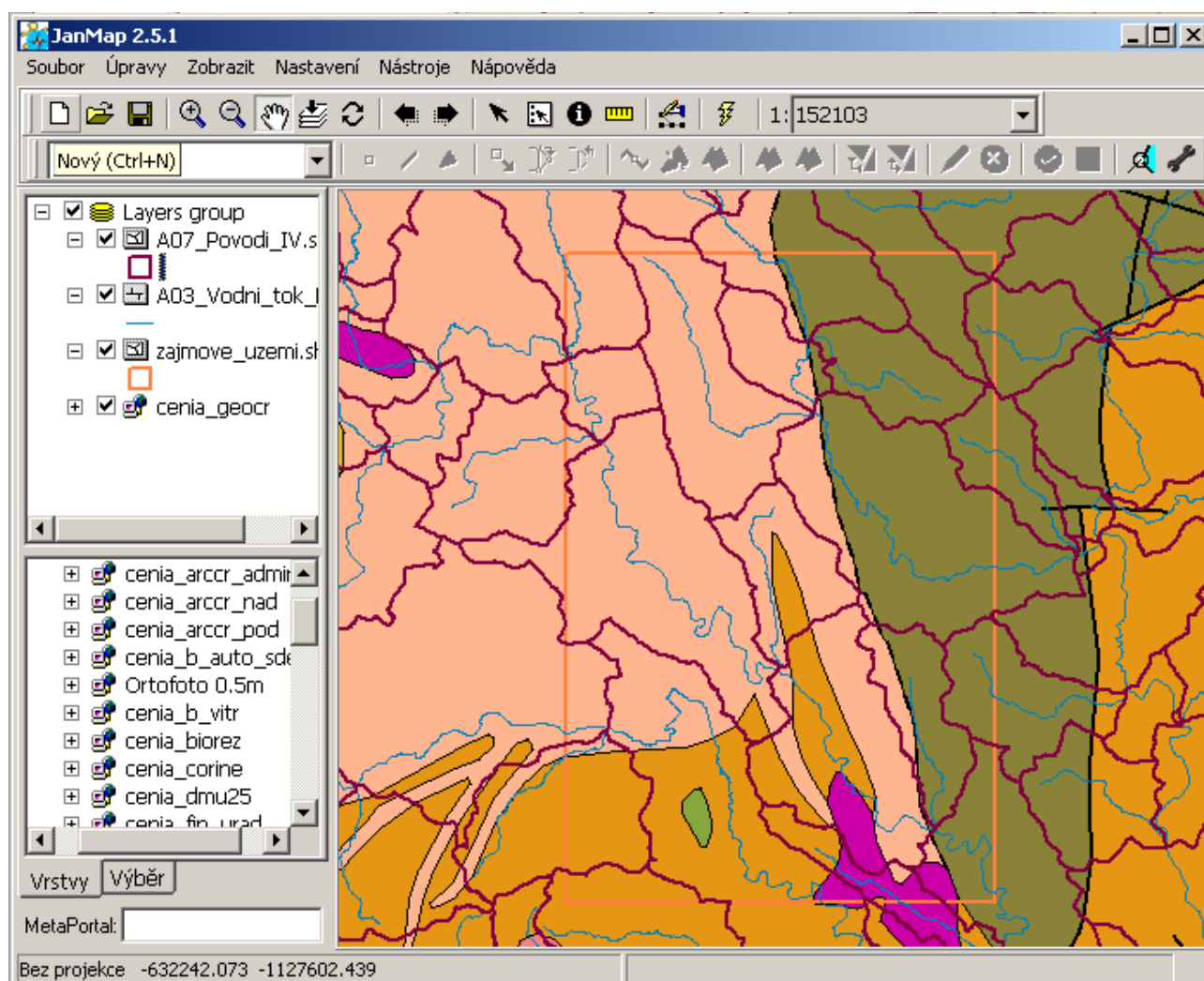
Obr. 5. Zobrazení datových vrstev vodních toků a povodí.

Definování hranice modelu

Hranici zadaného geometrického modelu (každý máte jiné zadání) máte např. vést po rozvodnicích (= hranice povodí) a vodních tocích tak, aby zahrnovala zájmové území.

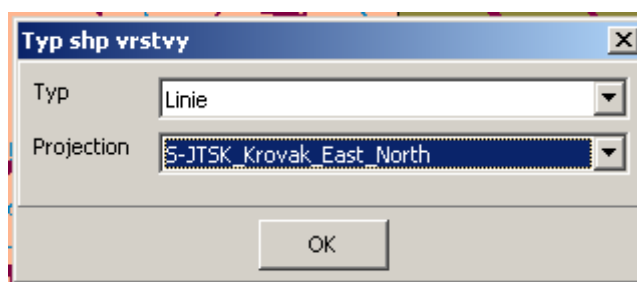
Nejprve si vytvoříme hranici modelu dle zadání jako novou datovou GIS vrstvu. V mém příkladu je zadáním vést hranici po rozvodnicích a vodních tocích, aby zahrnovala zájmové území. Tyto prvky do vytvořené vrstvy zpracujeme.

Vytvoříme novou vrstvu (kliknutím na ikonu Nový nebo CTRL+N) (obr. 6):



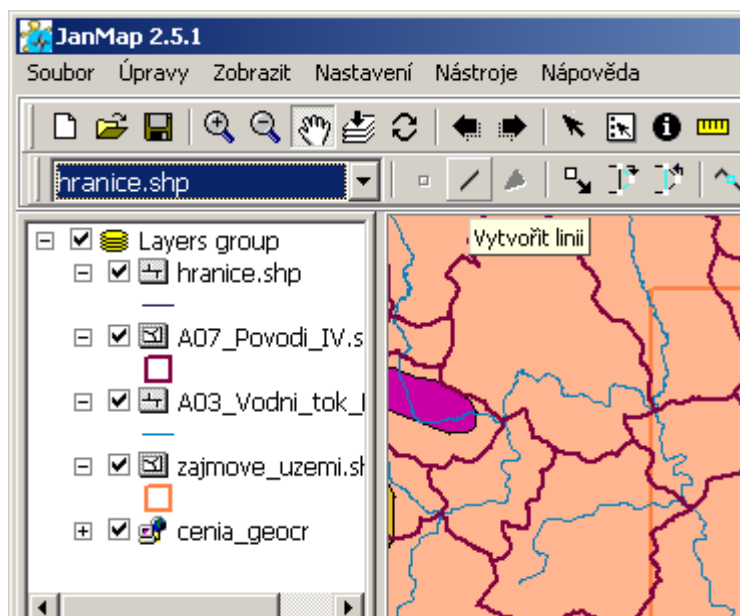
Obr. 6. Postup pro vytvoření nové vrstvy

Otevře se okno, kde vyberete adresář pro uložení souboru a zvolíte název – např. hranice. Následně se otevře další okno (obr. 7), kde specifikujete, že vytváříte liniovou vrstvu a vyberete kartografické zobrazení:



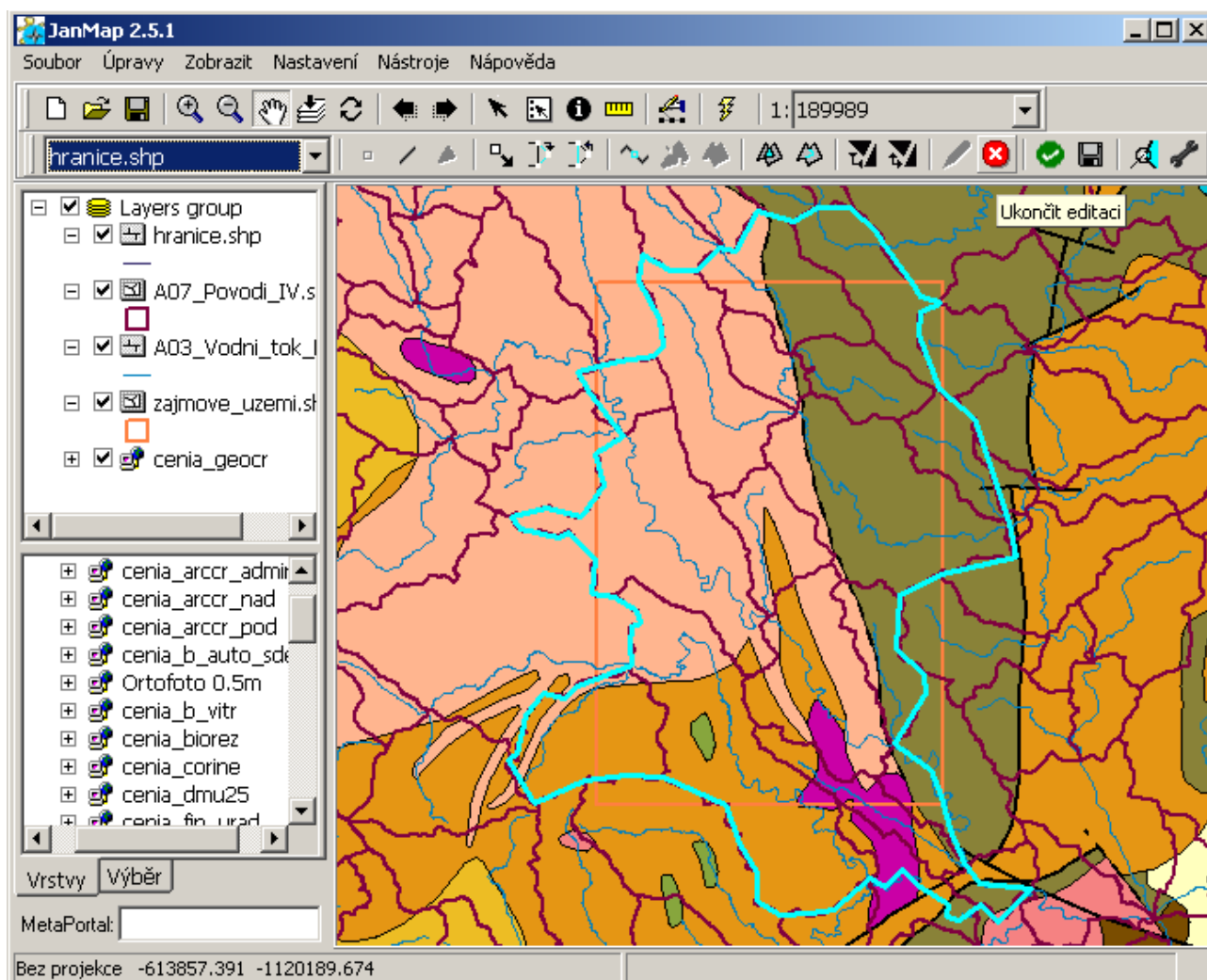
Obr. 7. Nastavení typu vrstvy a zobrazení

Novou vrstvu pak vidíte v seznamu vrstev. Abychom mohli hranici zakreslit, začneme vrstvu editovat. Hranici budeme kreslit zjednodušeně. Pokud bychom opravdu chtěli hranici naprosto přesnou a velmi podrobnou (což nechceme, protože náš geometrický model má určité rozlišení, které stejně podrobnosti průběhu linie toků a hranic rozvodí nemůže postihnout), pak bychom do nové vrstvy zkopírovali přímo vybrané úseky hranic z existujících vrstev.



Obr. 8. Editace liniové vrstvy

Vrstvu, kterou chceme editovat, vybereme ze seznamu v nástrojové liště editace (na obr. 8 je podbarvená modře). Dále klikneme na ikonu Vytvořit linii (protože vytváříme liniovou vrstvu) a následně „malujeme“ hranici. Může vypadat např. jako na obr. 9. Po ukončení linie změny uložíme a ukončíme editaci.



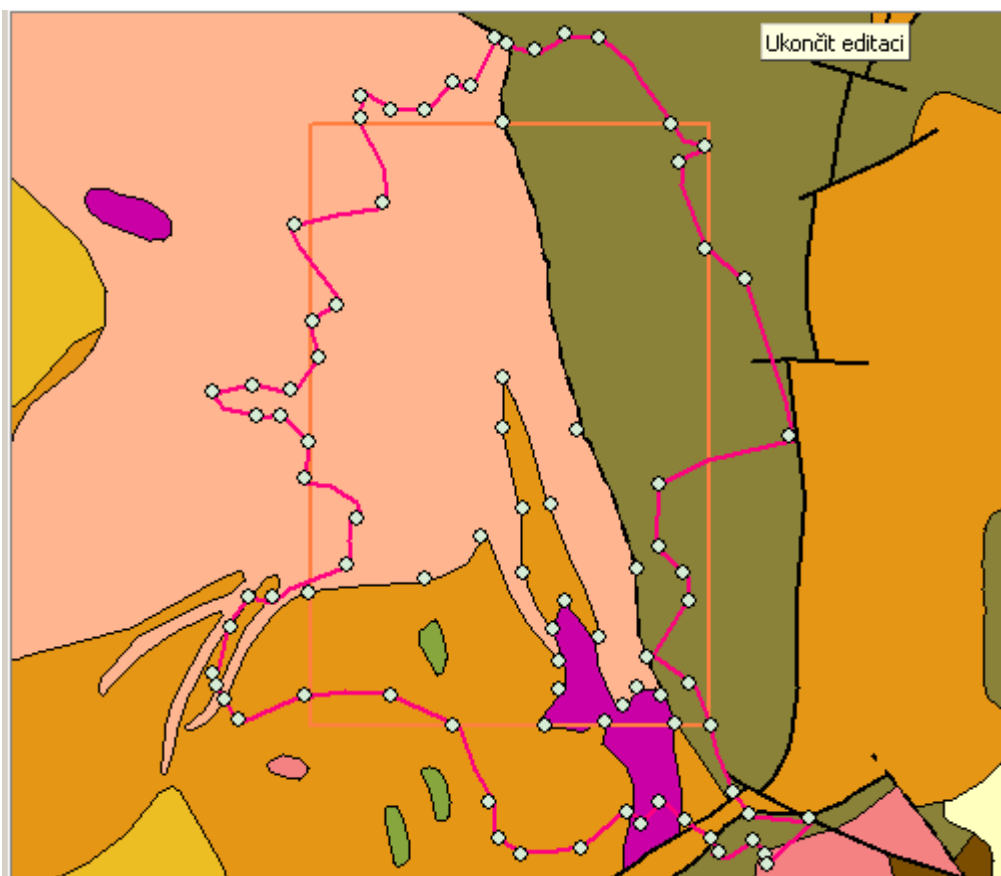
Obr. 9. Vytvořená hranice modelu

Vytvoření bodové vrstvy jako základu geometrie

Protože základem geometrie v GMSH jsou body, vytvoříme bodovou vrstvu, která nám bude definovat základní geometrické struktury, které později zpracujeme v GMSH. Bodovou množinou budeme reprezentovat hranici modelu a rozhraní z geologické mapy.

Vytvoříme novou bodovou vrstvu – stejný postup jako u vytváření liniové vrstvy pro hranici, pouze v typu vrstvy vyberte Bod a v editaci vyberte Vytvořit bod (neboť jsme v bodové vrstvě). Pak myší klikáte na důležité body reprezentující průběh vámi vytvořené hranice a horninových rozhraní z geologické mapy, tektonických linií z geologické mapy. Pro editaci této bodové vrstvy vám stačí mít zapnuté pouze datové vrstvy, na základě kterých pracujete – tedy nechám si zapnutou vrstvu geocr (geologická mapa) a vrstvu hranice. Ostatní vypnu (odškrtnu zaškrťovací políčko u vrstvy v seznamu).

Kam umístit body? Výsledná bodová vrstva pro můj modelový příklad bude vypadat např. jako na obr. 10.

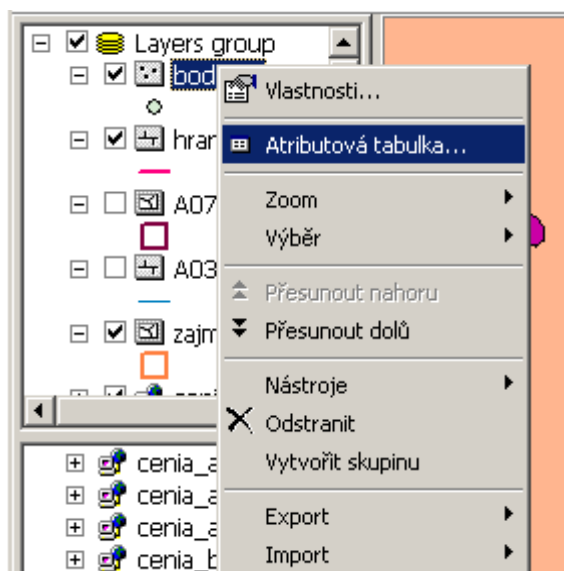


Obr. 10. Bodová vrstva pro základ geometrie

Body jsou vyznačené tak, že mi definují průběh hranice a důležitých rozhraní. Je později dobré mít tento obrázek na očích, až budete s body pracovat v GMSH.

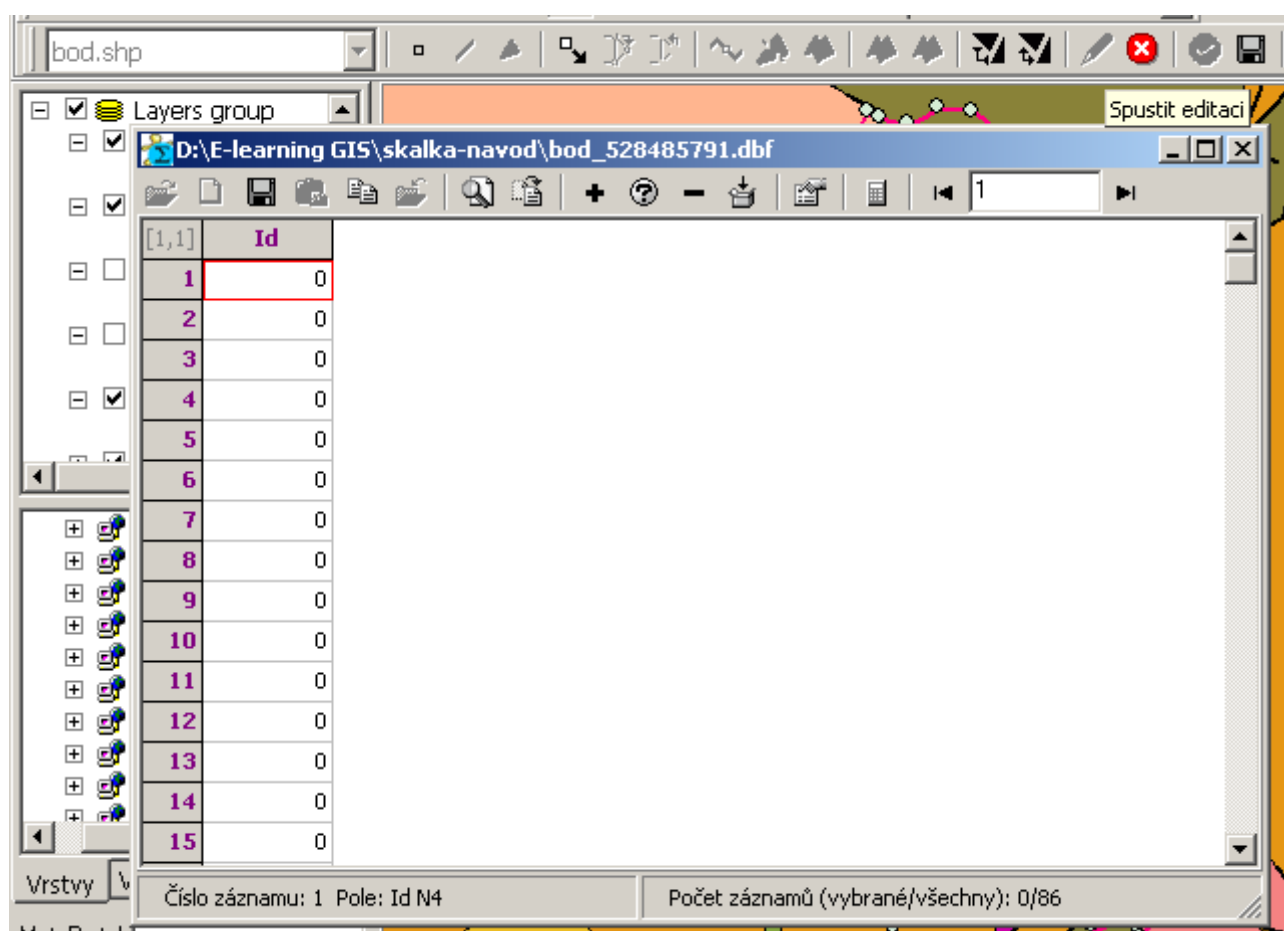
Výpočet souřadnic bodů

Dále vytvořeným bodům přiřadíme x,y souřadnice do tabulky. Každá vrstva má svoji atributovou tabulku, kterou si zobrazíte pomocí pravého kliku na název vrstvy a v menu vyberete atributová tabulka (obr. 11).



Obr. 11. Otevření atributové tabulky

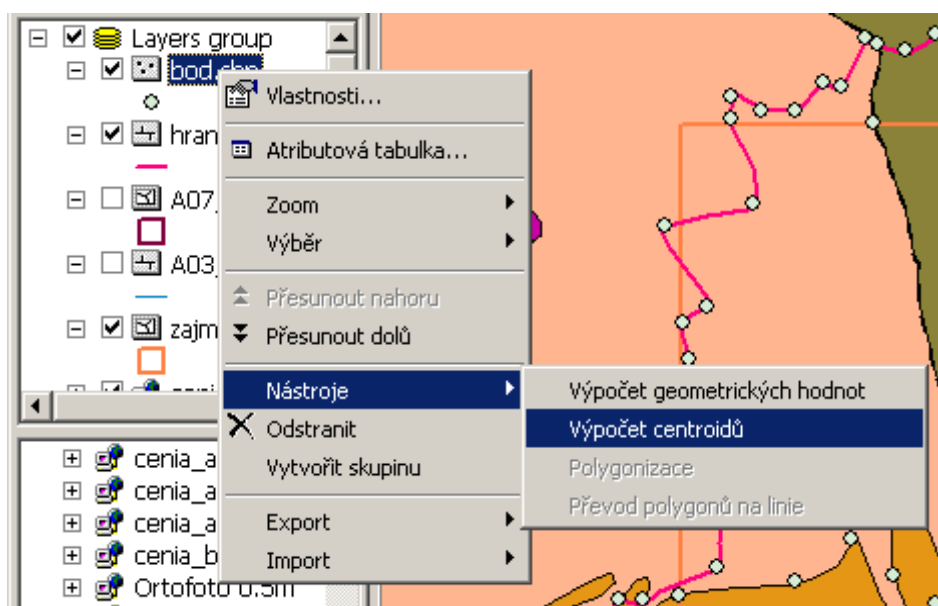
Tabulku si otevřete. Zatím v ní nenajdete žádná data. Pouze tolik řádek, kolik bodů jste vytvořili. Abyste do tabulky mohli přidávat sloupce a data, je nutné v tom případě spustit znovu editaci vrstvy. Nástrojová lišta pro práci v tabulce se vám aktivuje (obr. 12).



Obr. 12. Editace tabulky

Můžete přidávat sloupce, zapisovat do nich. Např. informaci o poloze bodu – na hranici, horninovém rozhraní atd. To je úkol, který nyní po vás nechci. Pouze bodům přidáme do tabulky souřadnice x,y.

To uděláte pomocí nástroje Výpočet centroidů, který je přístupný pro danou vrstvu a vyvoláte pravým kliknutím na název vrstvy – viz obrázek 13.



Obr. 13. Funkce pro výpočet centroidů

Výpočet centroidů bude fungovat po ukončení editace vrstvy. Konkrétně pro tuto úlohu není potřeba editovat záhlaví tabulky, sloupce pro souřadnice se přidají automaticky v rámci funkce výpočtu centroidů. Vypočtené hodnoty x,y v tabulce jsou na obr. 14.

D:\E-learning GIS\skalka-navod\bod.dbf					
[1,1]	Id	x	y	precision	
1	0	-617979.3688019	-1122954.4157062	0.0000000	
2	0	-619789.0176896	-1120792.8906459	0.0000000	
3	0	-620643.5741088	-1120692.3545966	0.0000000	
4	0	-621397.5944787	-1121094.4987939	0.0000000	
5	0	-622402.9549719	-1120792.8906459	0.0000000	
6	0	-623006.1712678	-1121999.3232377	0.0000000	
7	0	-623458.5834897	-1121898.7871884	0.0000000	
8	0	-624112.0678102	-1122602.5395336	0.0000000	
9	0	-625016.8922541	-1122602.5395336	0.0000000	
10	0	-625720.6445993	-1122250.6633610	0.0000000	
11	0	-625770.9126240	-1122803.6116323	0.0000000	
12	0	-625167.6963281	-1124914.8686679	0.0000000	
13	0	-627429.7574377	-1125467.8169392	0.0000000	
14	0	-626323.8608952	-1127478.5379255	0.0000000	
15	0	-626977.3452158	-1127880.6821228	0.0000000	

Obr. 14. Vypočtené souřadnice

V tabulce dále očíslováme body tak, jak budeme potřebovat pro další práci. Přidáme do tabulky sloupec pro číslo bodu. Nejprve je nutné spustit editaci vrstvy. Pak zapnout editor hlavičky v tabulce (obr. 15).

Editor hlavičky...

	Id	x	y	precision
1	0	-617979.3688019	-1122954.4157062	0.0000000
2	0	-619789.0176896	-1120792.8906459	0.0000000
3	0	-620643.5741088	-1120692.3545966	0.0000000
4	0	-621397.5944787	-1121094.4987939	0.0000000
5	0	-622402.9549719	-1120792.8906459	0.0000000
6	0	-623006.1712678	-1121999.3232377	0.0000000
7	0	-623458.5834897	-1121898.7871884	0.0000000
8	0	-624112.0678102	-1122602.5395336	0.0000000
9	0	-625016.8922541	-1122602.5395336	0.0000000
10	0	-625720.6445993	-1122250.6633610	0.0000000
11	0	-625770.9126240	-1122803.6116323	0.0000000
12	0	-625167.6963281	-1124914.8686679	0.0000000
13	0	-627429.7574377	-1125467.8169392	0.0000000
14	0	-626323.8608952	-1127478.5379255	0.0000000
15	0	-626977.3452158	-1127880.6821228	0.0000000

Číslo záznamu: 1 Pole: Id N4 Počet záznamů (vybrané/všechny): 0/86

Obr. 15. Editace záhlaví tabulky

Přidat nové pole, nazveme jej číslo a typ bude přirozené číslo (obr. 16). Potvrdíme změny (obr. 17).

Editor hlavičky

Přidat nové pole

Název: Id

Typ: N-Number

Délka: 4

Des. místa: 0

Obr. 16. Přidání nového sloupce do tabulky

Editor hlavičky

Potvrzení změn

Název: číslo

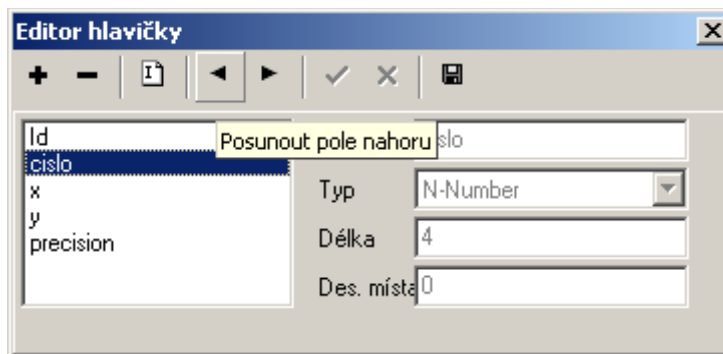
Typ: N-Number

Délka: 4

Des. místa: 0

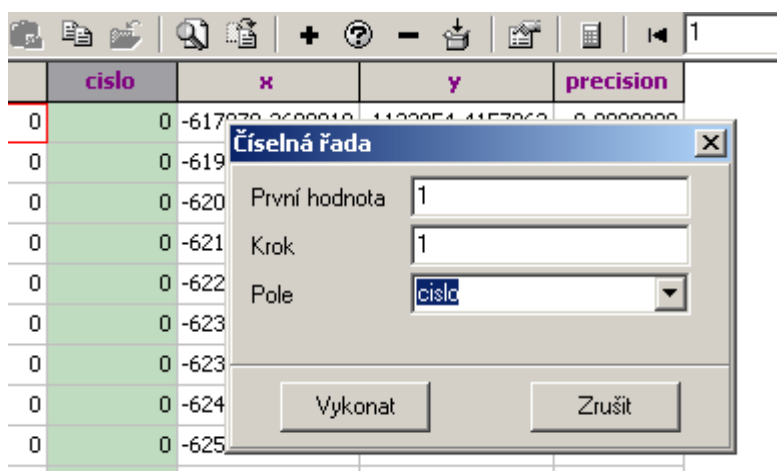
Obr. 17. Dokončení úpravy záhlaví tabulky

Pole pounout nahoru = nové pole (s čísly bodů) bude v tabulce před souřadnicí x (viz obr. 18). Změny potvrdit.



Obr. 18. Změna pořadí sloupců tabulky

Potom potřebujeme do tabulky napsat čísla bodů. Použijeme kalkulátor polí (ikona kalkulačky) a vytvoření číselné řady (obr. 19).



Obr. 19. Vytvoření číselné řady ve sloupci tabulky

Výsledkem je pole „číslo“ vyplněné čísly bodů od 1 do n, kde n je váš počet bodů. Ukončete editaci a uložte změny. Tím je předzpracování dat v GIS pro tuto chvíli u konce.

Předzpracování dat pro vstup do GMSH

Tabulku s čísly bodů a jejich souřadnicemi x,y vytvořenou v GIS si můžete najít v adresáři, kam jste uložili vaši bodovou vrstvu. Každá datová vrstva, kterou v GIS vidíte jako jediný shp soubor, je složena z více souborů, jedním z nich je dbf – ten ukládá všechny atributová data k dané vrstvě. S tímto dbf souborem můžete samostatně pracovat. Vytvořte si jeho kopii – protože při editaci mimo GIS může dojít k tomu, že v GIS již nebude správně fungovat propojení na geometrii objektů. Vytvořte tedy kopii a pracujte s tou kopií.

V tuto chvíli jsme ve 2D. Protože máme vytvořit objemový model, potřebujeme body pro povrchovou i spodní vrstvu. Představte si, že jsme na úrovni obdélníka a potřebujeme kvádr. Body ze svrchní vrstvy stačí přenést do spodní vrstvy – budou se lišit v souřadnici z, se kterou jsme zatím nepracovali. Tu přidáme v programu, ve kterém budeme pracovat s dbf tabulkou. Poslouží např. Excel nebo Calc z OpenOffice. Nebo si zvolte cokoliv jiného. Na obr. 20 je ukázka dbf souboru z bodové vrstvy otevřeného v Open Office Calc.

	A	B	C	D	E	F
1	Id,N,4,0	číslo,N,4,0	x,N,22,7	y,N,22,7	precision,N,22,7	
2	0	1	-617979,37	-1122954,42	0	
3	0	2	-619789,02	-1120792,89	0	
4	0	3	-620643,57	-1120692,35	0	
5	0	4	-621397,59	-1121094,5	0	
6	0	5	-622402,95	-1120792,89	0	
7	0	6	-623006,17	-1121999,32	0	
8	0	7	-623458,58	-1121898,79	0	
9	0	8	-624112,07	-1122602,54	0	
10	0	9	-625016,89	-1122602,54	0	
11	0	10	-625720,64	-1122250,66	0	
12	0	11	-625770,91	-1122803,61	0	
13	0	12	-625167,7	-1124914,87	0	
14	0	13	-627429,76	-1125467,82	0	
15	0	14	-626323,86	-1127478,54	0	
16	0	15	-626977,35	-1127880,68	0	
17	0	16	-626826,54	-1128785,51	0	
18	0	17	-627480,03	-1129589,79	0	
19	0	18	-628485,39	-1129489,26	0	
20	0	19	-629440,48	-1129640,06	0	
21	0	20	-628384,85	-1130243,28	0	
22	0	21	-627781,63	-1130243,28	0	

Obr. 20. Atributová tabulka z GIS otevřená v Calc

Nyní pracujte libovolným způsobem, výsledkem bude, že z formátu dbf, kde máte číslo bodu, x souřadnici a y souřadnici, vytvoříte textový soubor, který bude obsahovat již 2 vrstvy bodů lišící se jednak číslováním a za druhé nastavením souřadnice z. Souřadnici z pro horní vrstvu nastavte na 550 m, pro spodní vrstvu na -600 m.

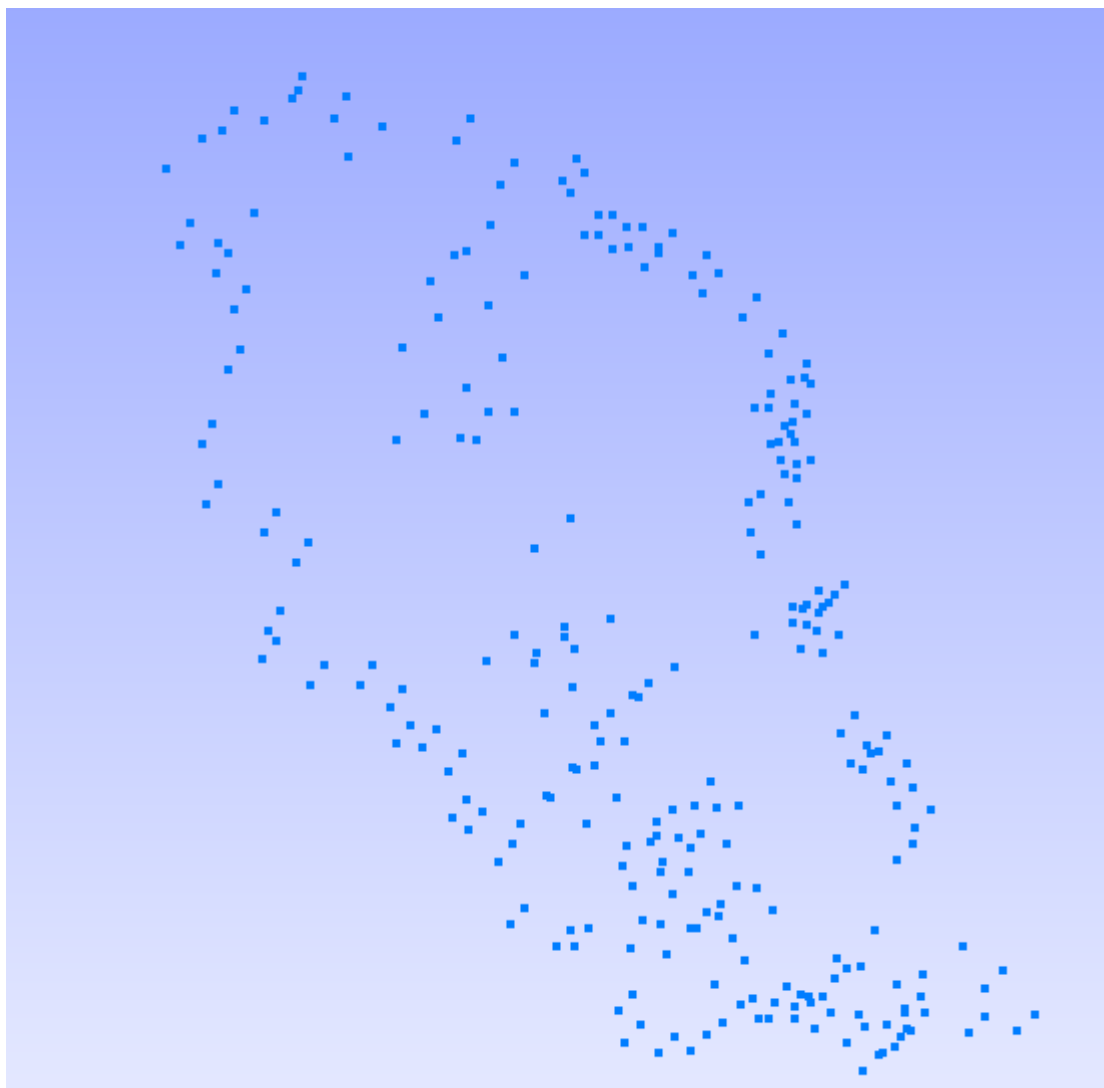
Textový soubor pak uložte s příponou *.geo. Parametr pro určení délky kroku následného vysítování nazvěte a a jeho hodnotu nastavte např. na 100m, ale na hodnotě parametru nyní nezáleží a lze ji měnit.

Výsledkem bude zdrojový kód pro popis bodů pro GMSH. Nastudujte v dokumentaci ke GMSH, výsledek bude vypadat takto:

```
//body 201 - 247//
//odpovídající body ve spodním patře jsou dále: 301 - 347//
a=200;
Point (201)={-626580.36026900000,-1112175.91621000000,550,a};
Point (202)={-624252.69949900000,-1113356.86175000000,550,a};
atd.
```

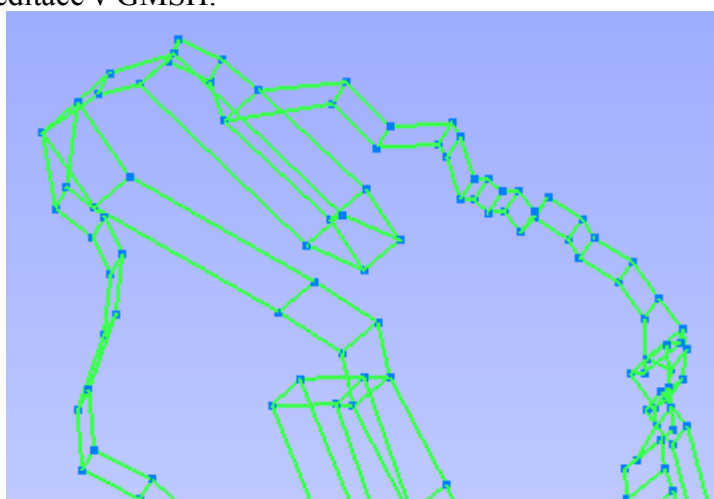
Za dvojité lomítko // si do geo souboru můžete psát jakýkoliv komentář – usnadní vám orientaci v souboru.

A body v GMSH mohou vypadat jako na obr. 21 (body ve dvou vrstvách).



Obr. 21. Body zobrazené v GMSH

Dále následuje ruční editace v GMSH.



Obr. 22. Body a linie v GMSH

Body spojujete liniemi. Geometry – Elementary Entities - Add – New – Straight Line ... a následujete instrukce pro výběr počátečního a koncového bodu linie. Takto propojíte postupně všechny body, které mají být propojeny (obr. 22). Do zdrojového kódu vám automaticky přibydou

řádky s informacemi o liniích:

//rozhraní hornin - body v horním patře pospojovány

Line(5) = {206,207};

Line(6) = {207,208};

Line(7) = {208,209};

Line(8) = {209,210};

Line(9) = {210,211};

Line(10) = {211,212};

Line(11) = {212,213};

Line(12) = {213,214};

Line(13) = {214,215};

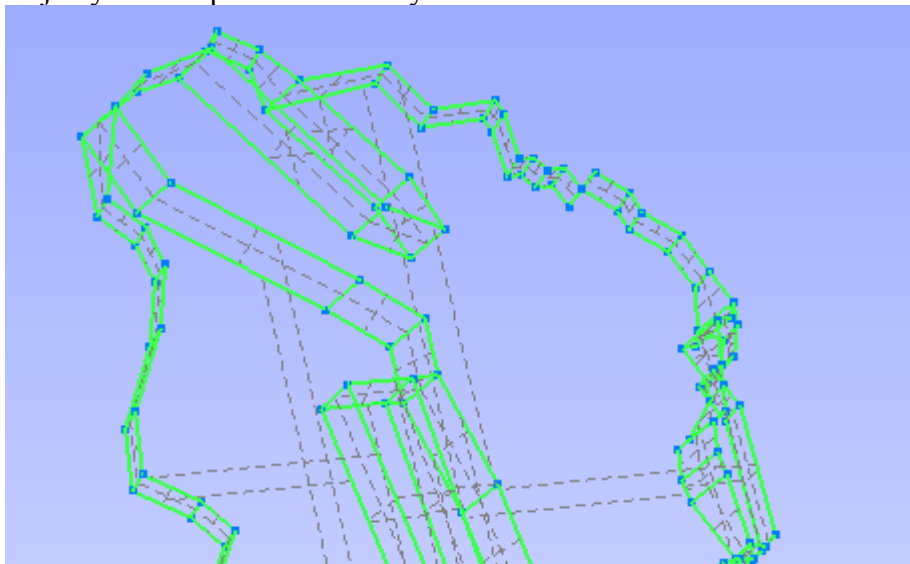
Line(14) = {215,216};

Line(15) = {216,217};

Line(16) = {217,218};

Line(17) = {218,219};

Dále definujete plochy. Budete programem vyzváni k výběru linií, které plochu ohraničují. Po ukončení výběru je vytvořena plocha. Graficky vidíte na obr. 23:



Obr. 23. Plochy v GMSH

A ve zdrojovém kódu jako Line Loop a pak Plane Surface (pro rovinu) nebo Ruled surface (přímková plocha)

//rozhraní hornin zelená - oranžová od S k J - plochy

Line Loop(503) = {5,56,-108,-55};

Plane Surface(504) = {503};

Line Loop(505) = {6,57,-109,-56};

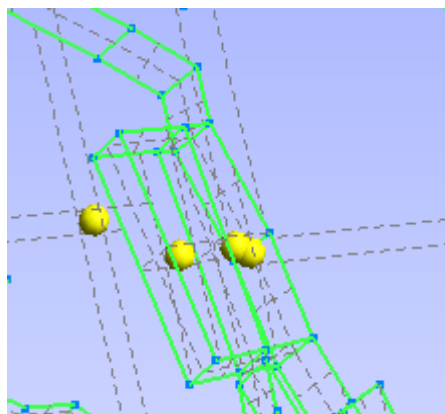
Plane Surface(506) = {505};

Line Loop(507) = {7,58,-110,-57}; ... v závorkách jsou čísla linií

Plane Surface(508) = {507}; ... toto je číslo smyčky linií

atd...

Dále je nutné vytvořit objemy. Zase budete vyzváni k výběru ploch, které tvoří plášť objemu, následně je vytvořen objem. Graficky na obr. 24.



Obr. 24. Objemy v GMSH

a ve zdrojovém kódu jako Surface Loop a Volume:

```
//Objemy
```

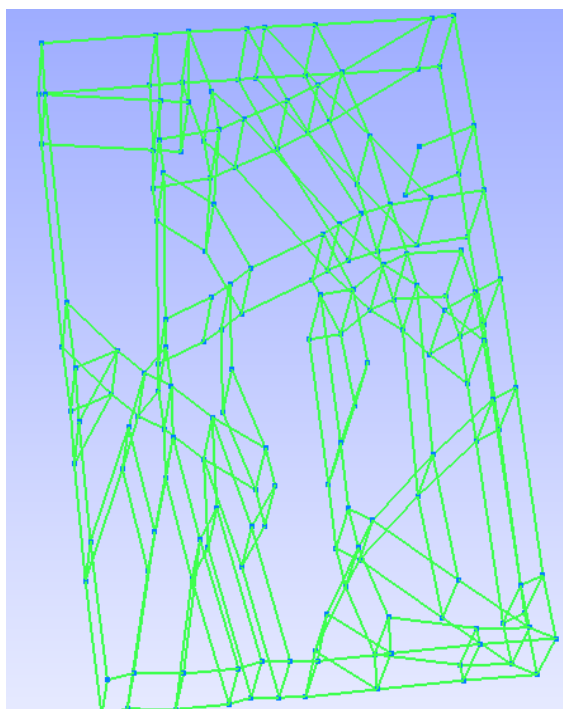
```
Surface Loop(549) = {530,544,532,546,540,520,518}; ... v závorkách čísla ploch
```

```
Volume(550) = {549};
```

```
Surface Loop(551) = {534,542,536,538,548,518,520};
```

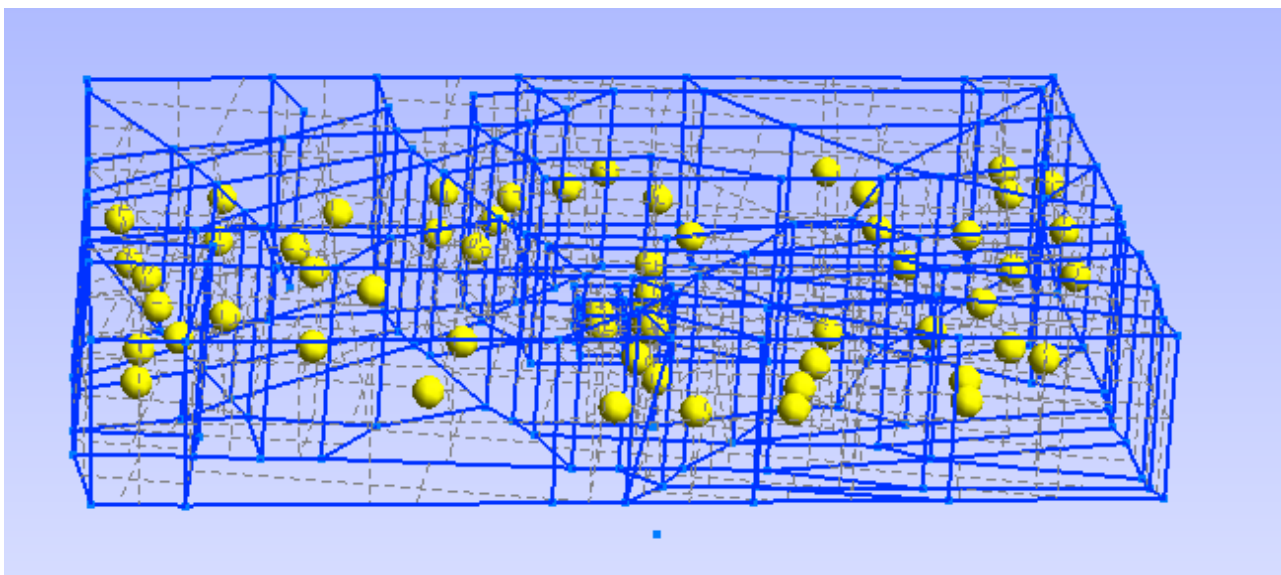
```
Volume(552) = {551};
```

Postupně takto vytvoříte celou geometrii.

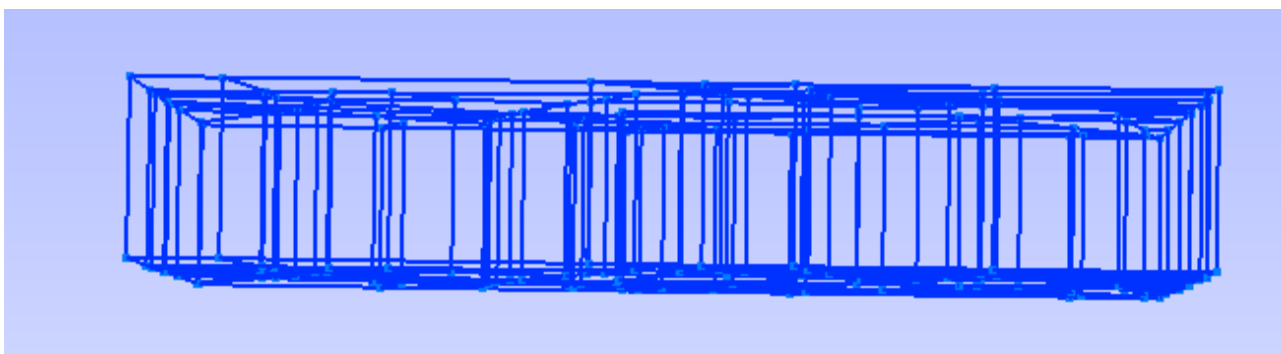


Obr. 25. Geometrie v GMSH – zobrazení bodů a linií.

Zde jsou body a linie, s objemy na obr. 26.

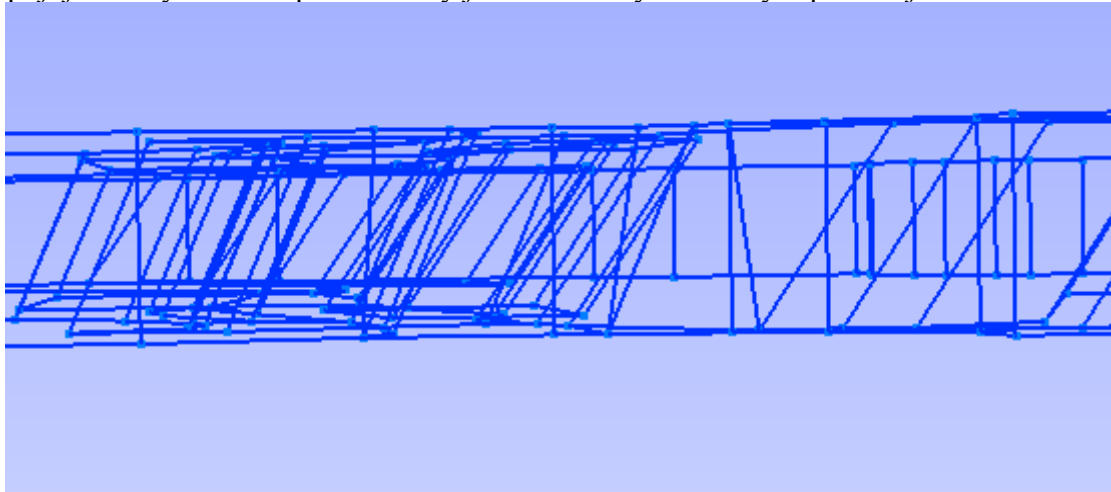


Obr. 26. Geometrie se zobrazenými plochami a objemy.



Obr. 27. Boční pohled na geometrický model.

Linie spojující body horní a spodní vrstvy jsou svislé. Vy z toho nyní potřebujete udělat toto:



Obr. 28. Boční pohled na geometrii se zpracovaným sklonem ploch.

Rozdíl je v zapracování „úklonů“ rozhraní vertikálního průběhu. Abyste viděli tento jev, máte k dispozici geologické řezy z území. Z nich odvodíte, jak jsou vůči sobě posunuty odpovídající si body ležící na stejném rozhraní v horní a spodní vrstvě modelu. Řezy jsou velmi podrobné, vy je použijete pouze pro odhad sklonů vámi modelovaných rozhraní (která modelujete podle méně podrobné geologické mapy).

Zřejmé je, že dojde k posunu bodů spodní vrstvy (s výjimkou bodů hranice modelu – ta musí zůstat svislá) přibližně západním směrem o 800 až 500 metrů. Tyto posuny jsou vidět v řezech. Orientace řezů je ZJS – VSV, z toho lze odvodit dílčí posuny v ose x a ose y. Pokud nezvládnete Pythagorovu větu (v technické zprávě bude odvození posunů v ose x a ose y), tak vše posuňte pouze v ose X (západní směr). Postup je na vás.

Lze nejprve vybudovat celou geometrii a pak sáhnout do souřadnic bodů spodní vrstvy – body se posunou, ale jejich topologická příslušnost v liniích, plochách a objemech zůstává zachována.

Nebo lze rovnou do souřadnic bodů spodní vrstvy hned na začátku zavést posuny vyplývající ze studia geologických řezů a následně pracovat s body, které dále nebudete měnit. Důležité je vědět, který bod ke kterému patří do linie hlavně ve vertikálním směru.

Můžete vytvořit také modelovou síť. V GMSH si zapnete funkce Mesh a vytvoříte 3D síť.

Fyzikální skupiny – každé rozhraní definujte jako fyzikální plochu, každou horninu definujte jako fyzikální objem.

Jedno rozhraní hornin budete mít poskládané z více ploch. Díky fyzikální skupině je všem těmto plochám přiřazena jedna vlastnost. Stejně tak pro horniny a fyzikální objemy.

Celé řešení je nutno zdokumentovat v technické zprávě, doplnit obrázky konkrétně vašeho území a vašeho modelu.