

# *Geografické informační systémy*

## *Slajdy pro předmět GIS*

Martin Hrubý

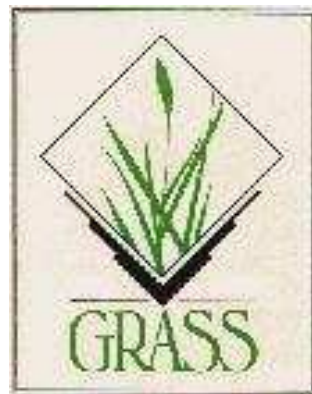
hrubym @ fit.vutbr.cz

Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta informačních technologií,  
Božetěchova 2, 61266 Brno

—

akademický rok 2004/05

# Geografický informační systém GRASS



## úvodní seznámení

# Úvod, historie

---

- GRASS = Geographic Resources Analysis Support System
- GNU/GPL licence
- U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories (CERL) (1982-1995) pro vojenské účely (několik mil. USD)
- koncem 80. let předány zdrojové texty veřejnosti
- rozšíření pomohl i Internet
- 1995 - CERL práce zanechal, v roce 1997 převzal vývoj "GRASS Development Team"
- GRASS v5.0 - stabilní použitelná verze, dnes v6.0

# Co GRASS nabízí

---

- kombinovaný rastrový a vektorový GIS systém s integrovaným systémem pro správu geodat a vizualizaci
- obsahuje přes 400 programů (funkcí) pro zpracování vektorů, bodů a rastrů
- databázové připojení (dbf, postgres, ...)
- GUI/konzola
- podpora velkého množství formátů uložení dat
- přidávání dalších modulů

# Funkcionalita GRASSu

---

- vektorová analýza - automatická vektorizace linií a ploch, počítání vzdáleností, konstrukce vrstevnic z DEM, interpolace, konverze vektor-rastr, vektorový a bodový formát, transformace souřadnic, reklasifikace, překryvy vektorů, výběr ploch
- rastrová analýza - dotazy na buňku a profil, analýza výškových modelů, konverze, výpočet osvětlení, expertní systémy, modifikace barevných tabulek, sklony svahu, ...
- bodová analýza - počítání konvexních obalů, geomorfologické analýzy (zakřivení profilu, sklony svahu a expozice), geostatistika, interpolace ploch z bodových dat, Thiessenovy polynomy, interpolace křivkami (splines), triangulace (Delaunay, Voronoi)

# Funkcionalita...

---

## Vizualizace:

- animace, povrchy 3D, zobrazení map na obrazovce, přiřazování barev, překryv různých map, postscriptové mapy, zoom

## Integrované simulační modely:

- modely eroze
- hydrologické analýzy
- kaskádový model
- analýza struktury krajiny
- simulace požárů

Kvantum podporovaných elipsoidů a mapových projekcí.

# Správa geografických dat

---

- o tom už víme z předchozích přednášek
- objekty a spojitě rozložené informace
- vektory a rastry
- atributy
- Napojení externích databází: Oracle, Informix, PostgreSQL, ...)
- Interní DB - velmi omezeně, pouze jeden atribut k buňce rastru/vektoru

# Styl práce s GRASSem

---

- funkce GRASSu jsou implementovány jako samostatné programy OS
- GRASS se ovládá z příkazové řádky (odborníci doporučují)
- GUI rozhraní, od verze 6 již poměrně vespělé



# Uživatelé, uložení dat

---

Tři úrovně uložení dat:

- DATABASE - adresář s daty
- LOCATION - jméno projektu, lokace definuje mapové zobrazení, elipsoid, souřadnicový systém
- MAPSET - složka mapových listů (odpovídá jednomu uživateli nebo podskupině map)

Data jsou v: \$DATABASE/\$LOCATION/\$MAPSET

- jednou z MAPSET je tzv. PERMANENT - pouze pro čtení, hlavní mapové listy, originály
- každý uživatel si vytvoří vlastní mapset

# Tabulka příkazů

---

předpona	třída funkčnosti	význam příkazu
d.	display	grafické výstupy, vizuální dotazy
s.	sites	zpracování bodových dat
r.	raster	zpracování rastrových dat
i.	imagery	zpracování obrazových dat
v.	vector	zpracování vektorových dat
g.	general	obecné příkazy - manipulace s daty
m.	misc	různé příkazy
p.	paint	vytváření map
ps.	postscript	mapy v ps
db.	database	DB operace
	-	moduly bez předpony...

# Monitory

---

GRASS je seskupení programů. Jedním z nich je "monitor" - zobrazuje grafická data (mapové kompozice).

Monitorů může být spuštěno až sedm - označení "x0" až "x6".

GRASS: > d.mon start=x0

nebo jednodušeji:

GRASS: > d.mon x0

všechny příkazy mají nápovědu:

GRASS: > d.mon -help

GRASS: > d.mon stop=x0 (ukončí monitor)

# Vytvoření lokace

---

Je třeba zadat:

- název lokace (PERMANENT se vytvoří automaticky)
- elipsoid
- zobrazení
- hranice lokace (velikost mapy)

# Vytvoření lokace

```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help

GRASS 6.0.0beta2

LOCATION: This is the name of an available geographic location.  -spearfish-
         is the sample data base for which all tutorials are written.

MAPSET:  Every GRASS session runs under the name of a MAPSET.  Associated
         with each MAPSET is a rectangular COORDINATE REGION and a list
         of any new maps created.

DATABASE: This is the unix directory containing the geographic databases

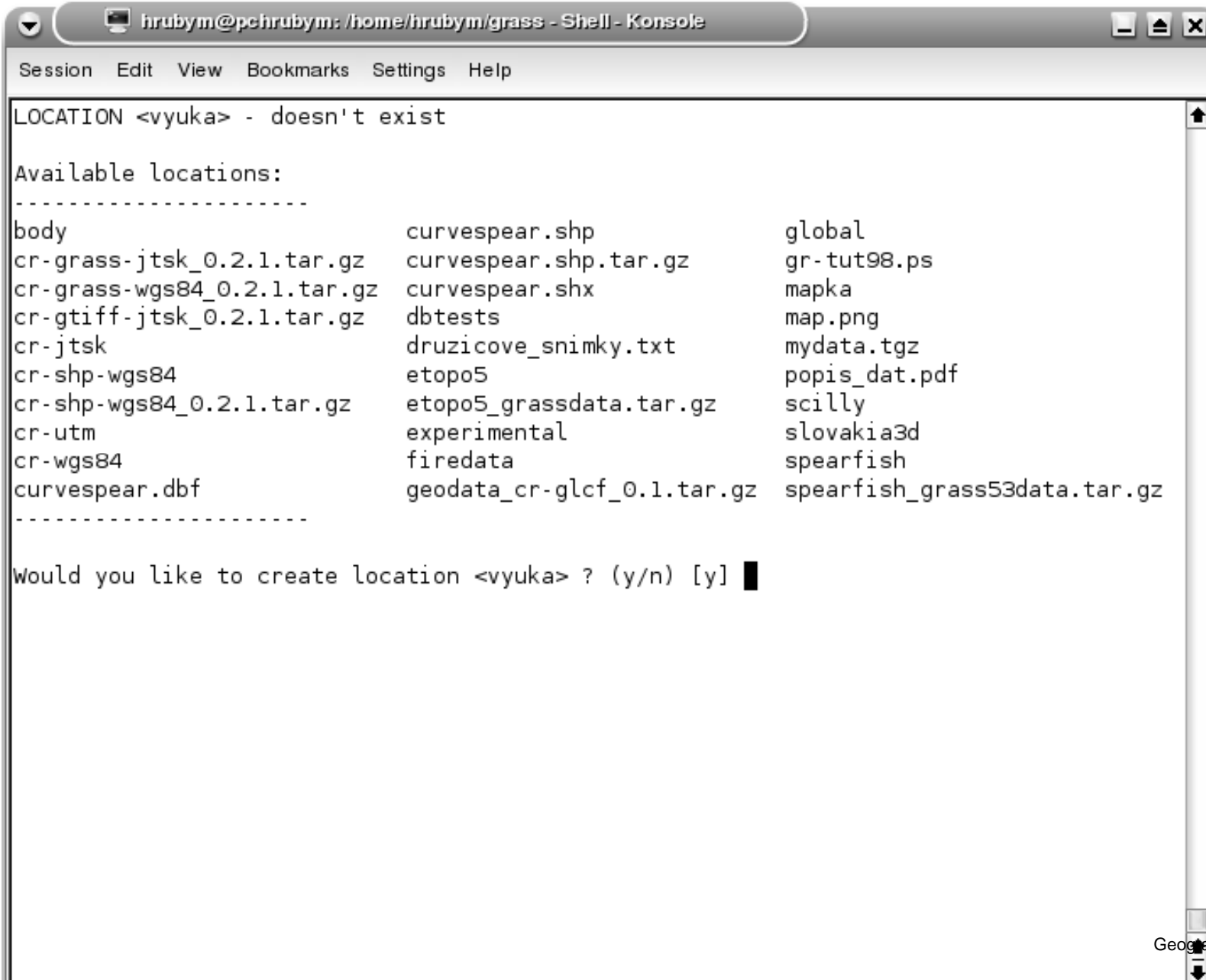
         The REGION defaults to the entire area of the chosen LOCATION.
         You may change it later with the command: g.region
-----

LOCATION:  vyuka_____ (enter list for a list of locations)
MAPSET:   PERMANENT_____ (or mapsets within a location)

DATABASE: /home/hrubym/grass_____

AFTER COMPLETING ALL ANSWERS, HIT <ESC><ENTER> TO CONTINUE
         (OR <Ctrl-C> TO CANCEL)
```

# Vytvoření lokace

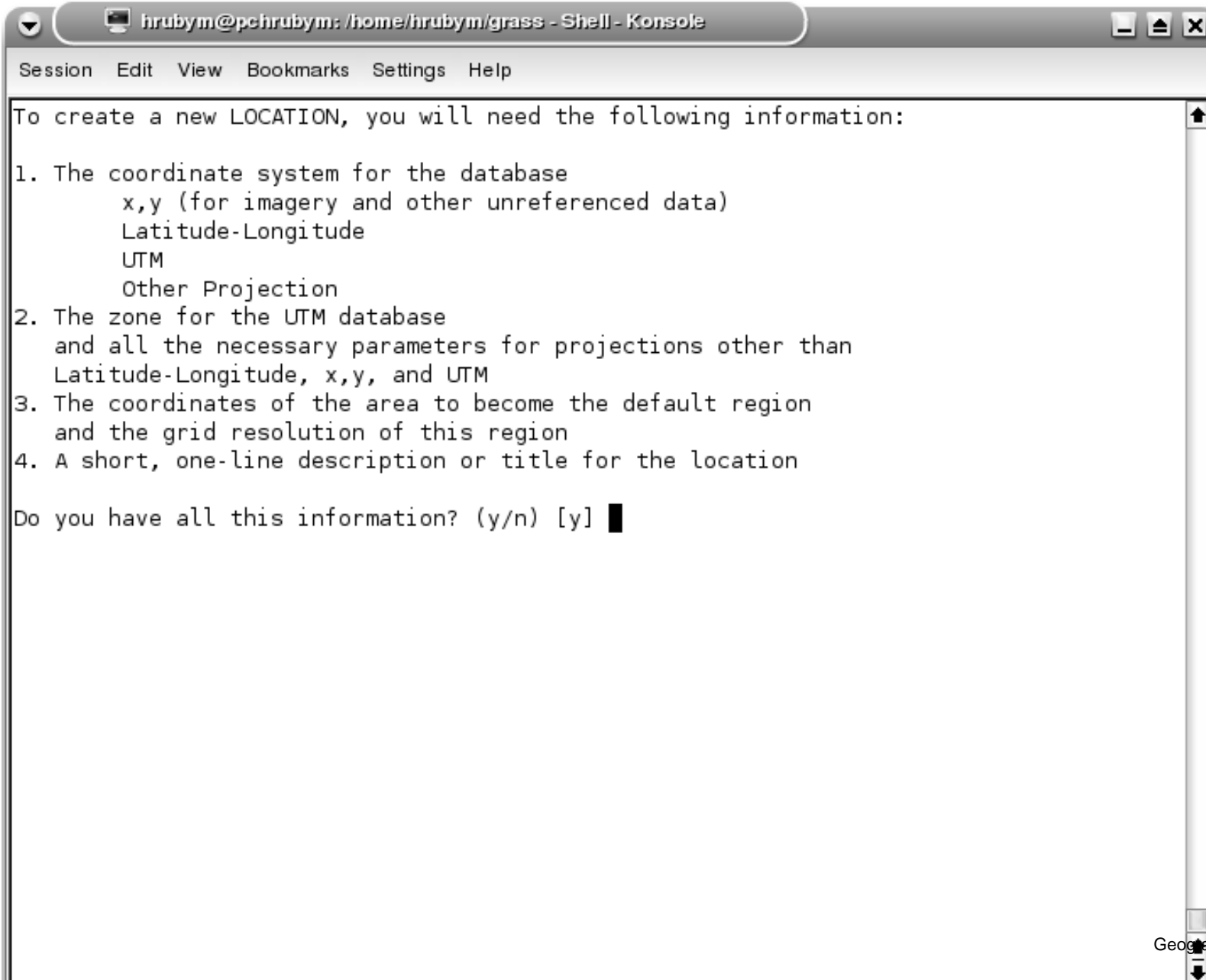


```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help
LOCATION <vyuka> - doesn't exist

Available locations:
-----
body                curvespear.shp      global
cr-grass-jtsk_0.2.1.tar.gz  curvespear.shp.tar.gz  gr-tut98.ps
cr-grass-wgs84_0.2.1.tar.gz  curvespear.shx        mapa
cr-gtiff-jtsk_0.2.1.tar.gz  dbtests              map.png
cr-jtsk              druzicove_snimky.txt  mydata.tgz
cr-shp-wgs84         etopo5               popis_dat.pdf
cr-shp-wgs84_0.2.1.tar.gz  etopo5_grassdata.tar.gz  scilly
cr-utm              experimental          slovakia3d
cr-wgs84            firedata              spearfish
curvespear.dbf      geodata_cr-glcf_0.1.tar.gz  spearfish_grass53data.tar.gz
-----

Would you like to create location <vyuka> ? (y/n) [y] █
```

# Vytvoření lokace



```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help

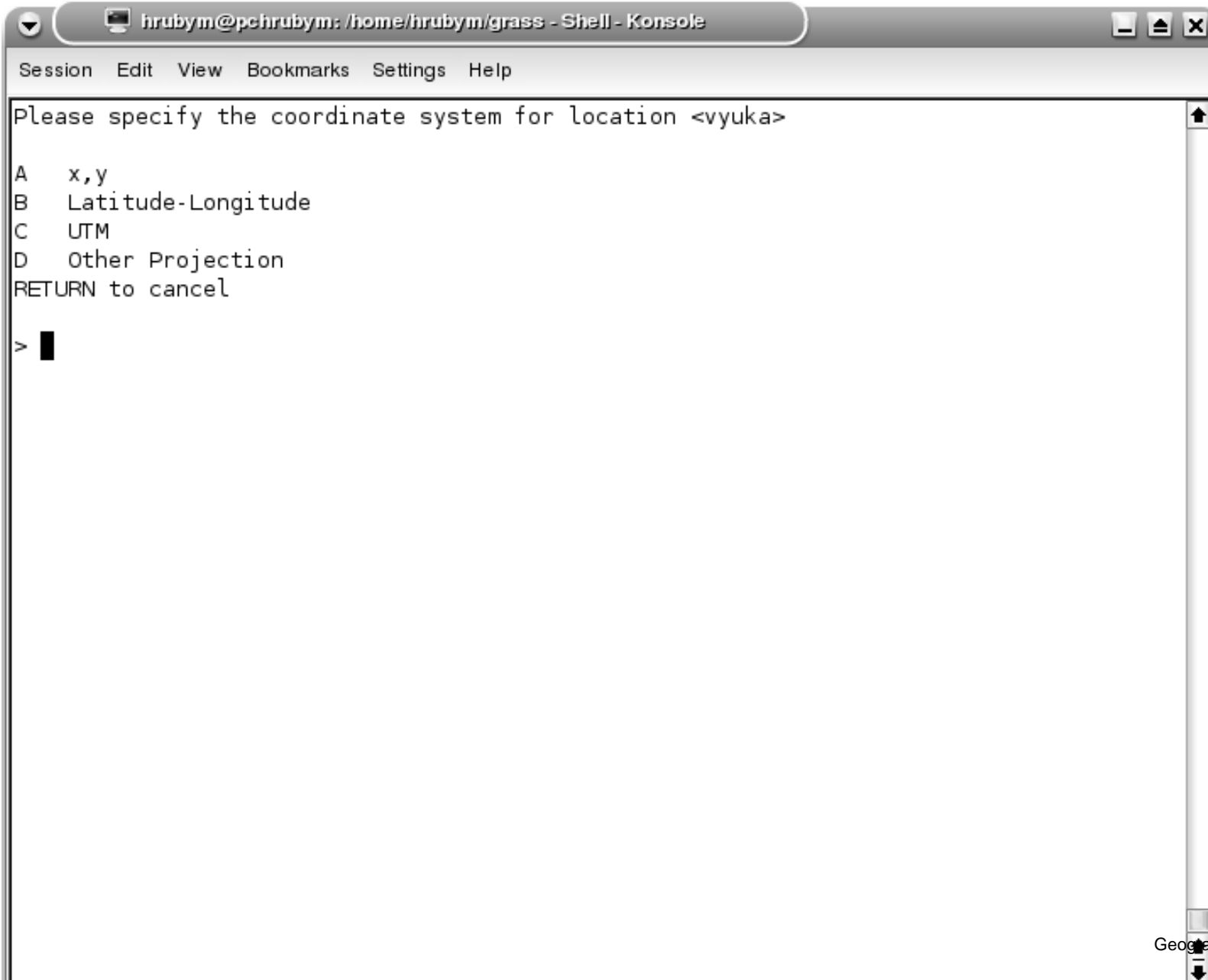
To create a new LOCATION, you will need the following information:

1. The coordinate system for the database
   x,y (for imagery and other unreferenced data)
   Latitude-Longitude
   UTM
   Other Projection
2. The zone for the UTM database
   and all the necessary parameters for projections other than
   Latitude-Longitude, x,y, and UTM
3. The coordinates of the area to become the default region
   and the grid resolution of this region
4. A short, one-line description or title for the location

Do you have all this information? (y/n) [y] █
```

# Vytvoření lokace

---



```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help
Please specify the coordinate system for location <vyuka>
A  x,y
B  Latitude-Longitude
C  UTM
D  Other Projection
RETURN to cancel
> █
```



# Vytvoření lokace

---



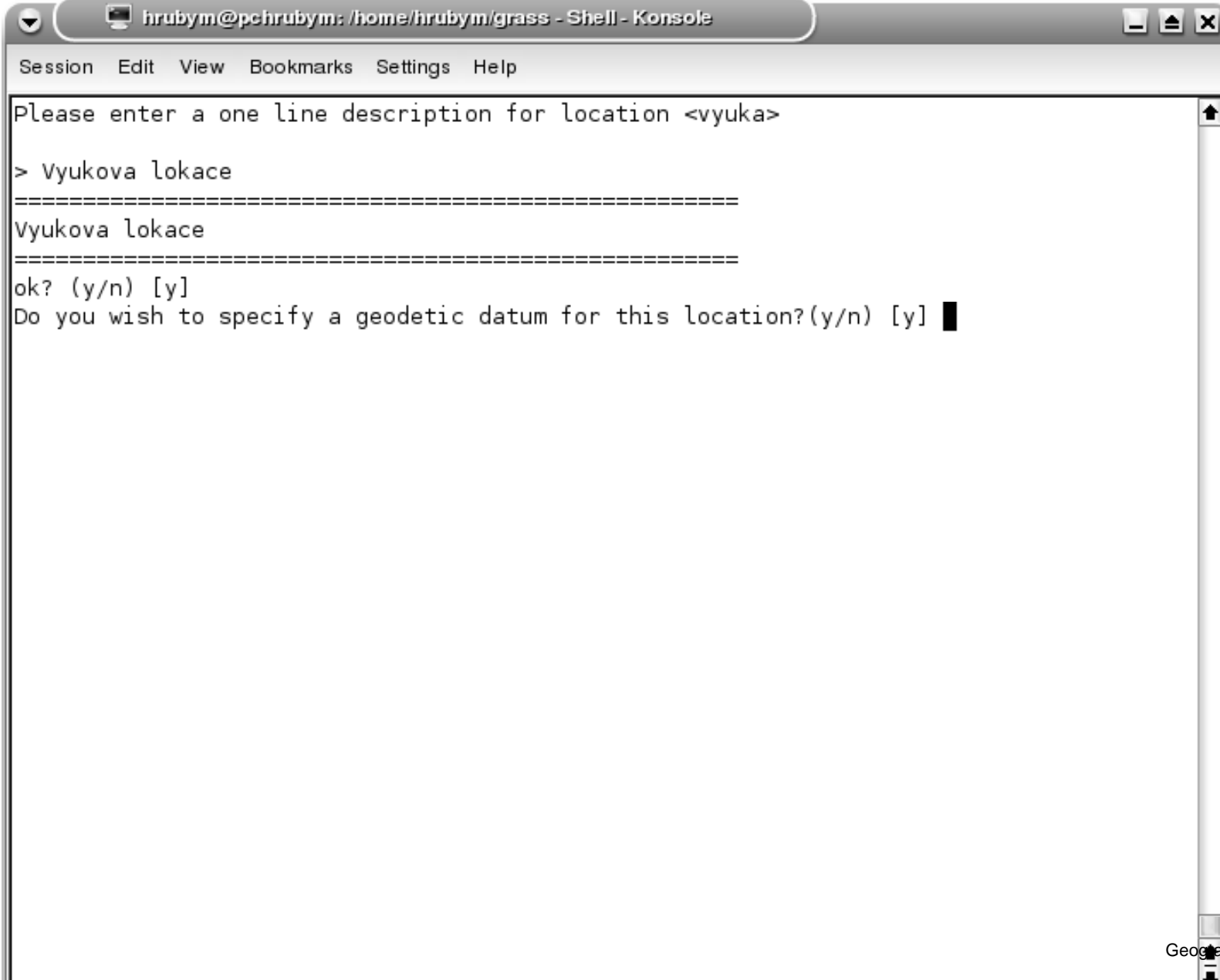
The image shows a terminal window titled "hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole". The window has a menu bar with "Session", "Edit", "View", "Bookmarks", "Settings", and "Help". The terminal content is as follows:

```
Please enter a one line description for location <vyuka>
> vyukova lokace
```

The terminal window also features a scrollbar on the right side.

# Vytvoření lokace

---



```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help
Please enter a one line description for location <vyuka>
> Vyukova lokace
=====
Vyukova lokace
=====
ok? (y/n) [y]
Do you wish to specify a geodetic datum for this location?(y/n) [y] █
```

# Vytvoření lokace

```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help

      DEFINE THE DEFAULT REGION

      ===== DEFAULT REGION =====
      | NORTH EDGE: 1N _____ |
      | WEST EDGE  | EAST EDGE  |
      | 0 _____ | 1E _____ |
      | SOUTH EDGE: 0 _____ |
      |=====|

PROJECTION: 3 (Latitude-Longitude)      ZONE: 0

      GRID RESOLUTION
      East-West:      1 _____
      North-South:   1 _____

AFTER COMPLETING ALL ANSWERS, HIT <ESC><ENTER> TO CONTINUE
      (OR <Ctrl-C> TO CANCEL)
```

# Vytvoření lokace

```
hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole
Session Edit View Bookmarks Settings Help

      DEFINE THE DEFAULT REGION

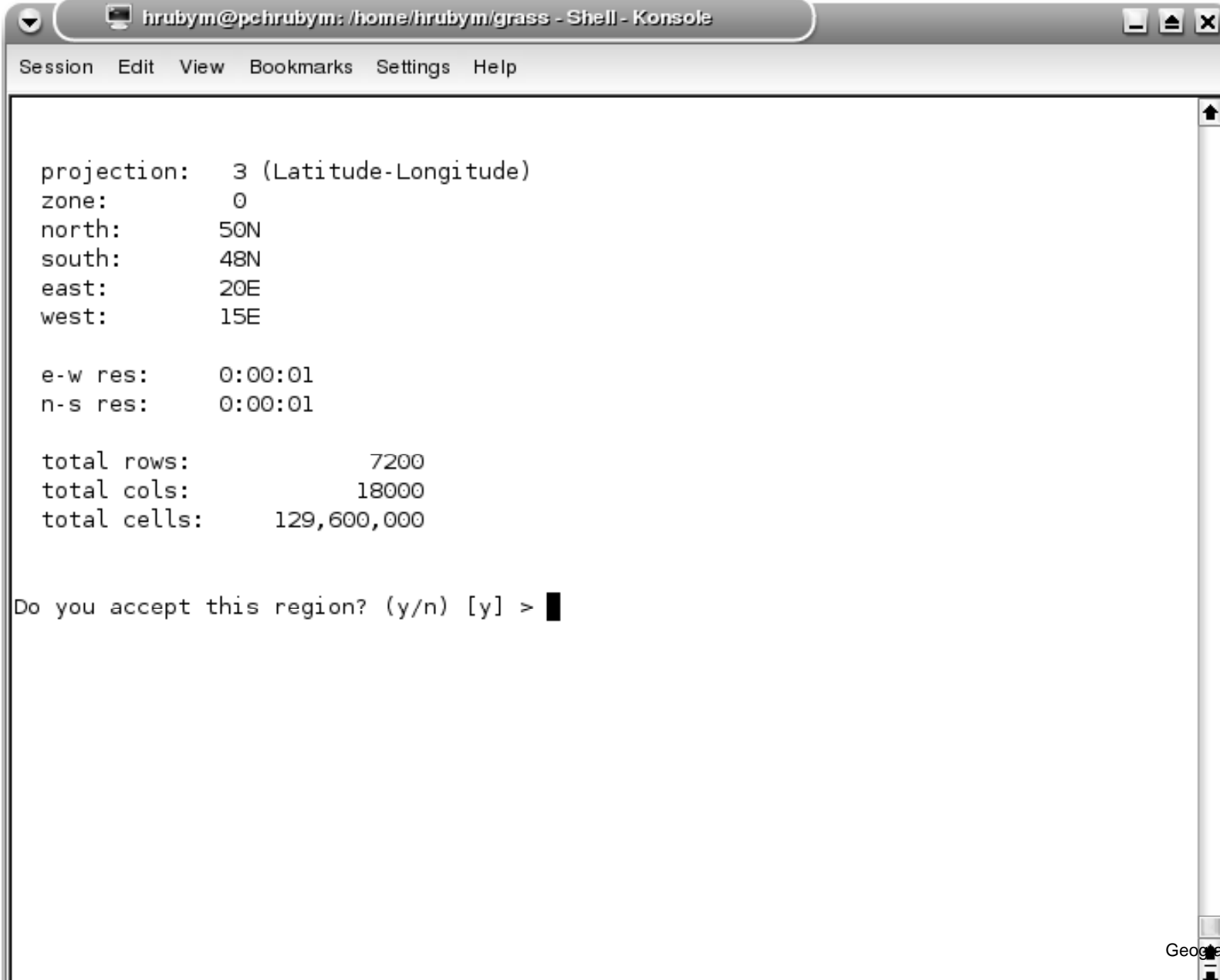
      ===== DEFAULT REGION =====
      | NORTH EDGE:50N_____          |
      |                               |
WEST EDGE |                               | EAST EDGE
15E_____ |                               | 20E_____
      |                               |
      | SOUTH EDGE:48N_____          |
      |                               |
      =====

PROJECTION: 3 (Latitude-Longitude)      ZONE: 0

      GRID RESOLUTION
      East-West:      0:00:01___
      North-South:   0:00:01___

AFTER COMPLETING ALL ANSWERS, HIT <ESC><ENTER> TO CONTINUE
(OR <Ctrl-C> TO CANCEL)
```

# Vytvoření lokace



The image shows a terminal window titled "hrubym@pchrubym: /home/hrubym/grass - Shell - Konsole". The window contains the following text:

```
projection: 3 (Latitude-Longitude)
zone: 0
north: 50N
south: 48N
east: 20E
west: 15E

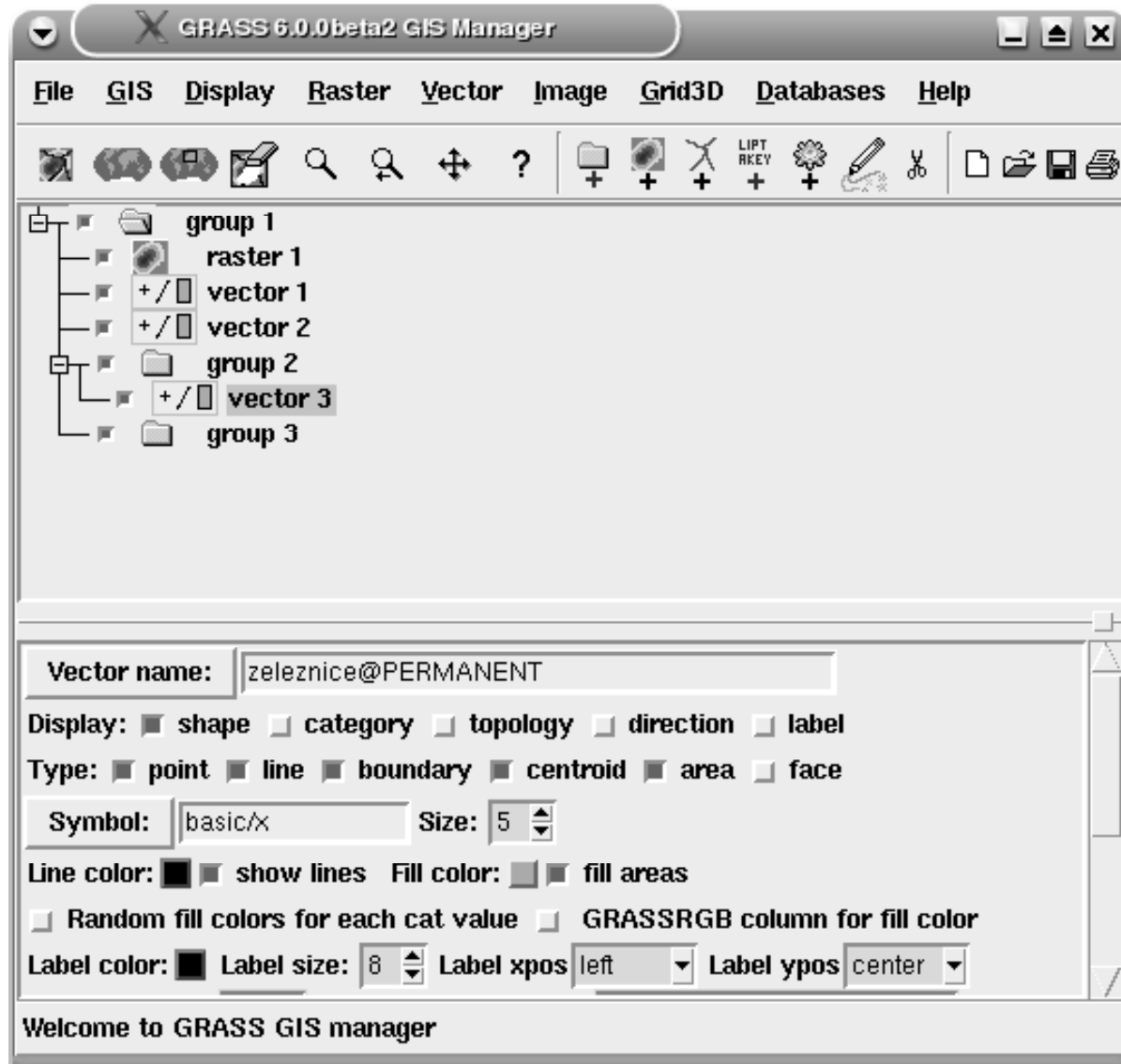
e-w res: 0:00:01
n-s res: 0:00:01

total rows: 7200
total cols: 18000
total cells: 129,600,000

Do you accept this region? (y/n) [y] > █
```

The terminal window has a menu bar with "Session", "Edit", "View", "Bookmarks", "Settings", and "Help". The window title bar includes standard Linux window controls (minimize, maximize, close) and a scroll bar on the right side.

# Vytvoření lokace



# Spearfish

---

Klasická demo data GRASSu.

<http://grass.itc.it/download/data.php>

K dispozici je i poměrně kvalitně zpracovaná GIS databáze ČR.

[http://gama.fsv.cvut.cz/grass/geodata\\_cr/index.phtml](http://gama.fsv.cvut.cz/grass/geodata_cr/index.phtml)

# Základní operace

---

Vypsání všech rastrových vrstev.

GRASS: > g.list rast

(případně vect, sites, ..., formátů je víc a přibývají)

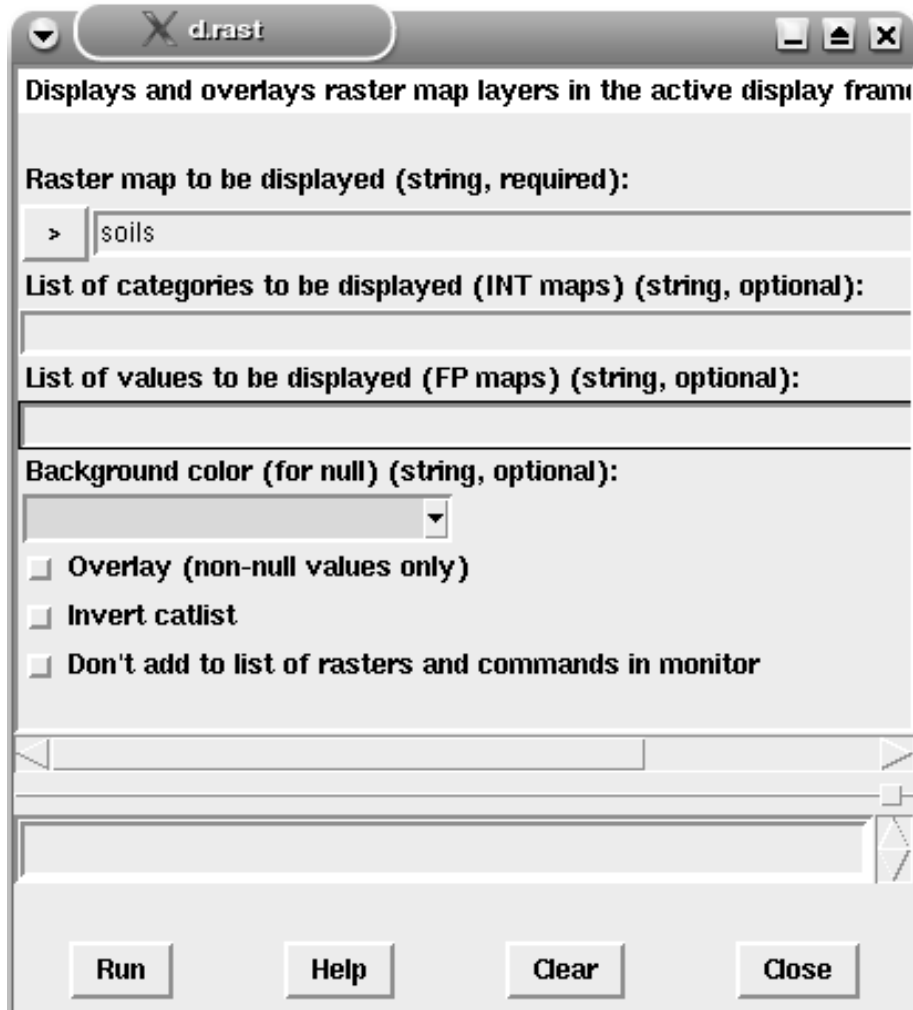


# Základní operace

---

Vykreslení rastrové mapy: GRASS: > d.rast soils

Interaktivní zadávání parametrů: GRASS: > d.rast



# Základní operace - d.zoom

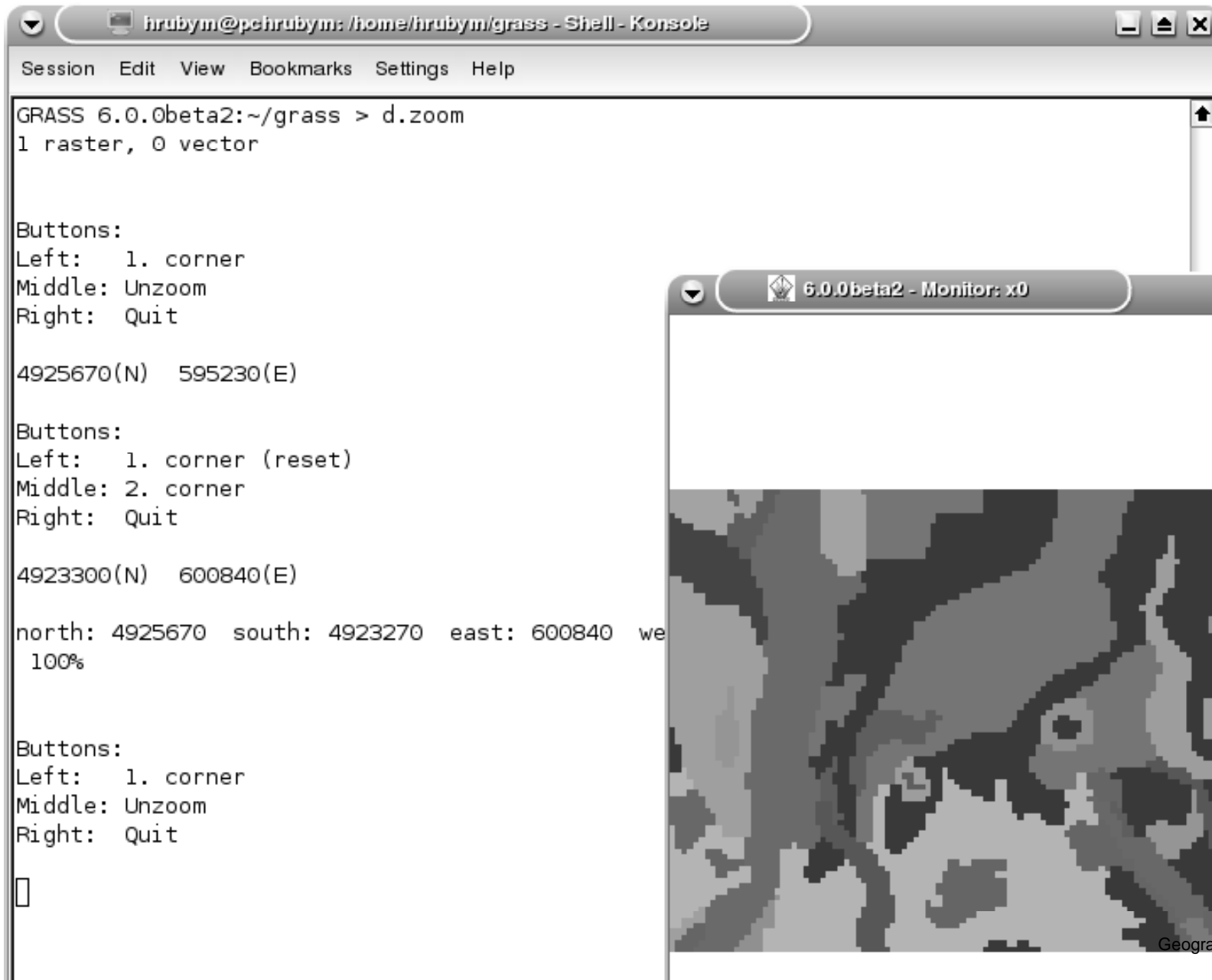
---

Změny zobrazení (zoom) v monitoru:

GRASS: > d.zoom

- V terminálu se vypisuje nápověda a aktuální stav (souřadnice výřezu)
- levé tlačítko - zadání prvního bodu, pak "prostřední" - zadání druhého bodu, provede se zoom
- prostřední - zoom zpátky
- pravé - ukončení práce d.zoom (platí pro všechny podobné operace)

# Zoom



# Region

---

Přesné nastavení výřezu se provádí příkazem

```
GRASS: > g.region
```

například nastavení výřezu na mapu "slope"

```
GRASS: > g.region rast=slope
```

```
GRASS: > g.region -p (Aktuální zobrazený výřez)
```

Nastavený výřez lze kopírovat do nové mapy:

```
d.zoom
```

```
r.mapcalc
```

```
mapcalc> moje=slope
```

```
mapcalc> end
```

```
g.region rast=slope
```

```
r.colors map=moje color=rainbow
```

```
d.rast moje
```

# Víc monitorů

---

```
d.mon start=x0
```

```
d.rast soils
```

```
d.mon start=x1
```

```
d.rast elevation.dem
```

GRASS: > d.mon sel=x0 (aktivace daného monitoru)

GRASS: > d.mon stop=x0 (zrušení daného monitoru)

# Rastrová data - inspekce

---

```
GRASS 6.0.0beta2:~ > d.what.rast soils
```

```
Buttons
```

```
Left:  what's here
```

```
Right: quit
```

```
596768.3671875(E) 4924789.0546875(N)
```

```
soils in PERMANENT (50)VaA
```

při překrývaném zobrazení více vrstev vypisuje atributy všech vrstev

```
592457.35218509(E) 4915324.62724936(N)
```

```
slope in PERMANENT, quant (7)
```

```
slope in PERMANENT, actual (7.333399)7 degrees
```

```
geology in PERMANENT (1)metamorphic
```

```
density in PERMANENT (1)non-forest
```

# Rastry, kategorie

---

Ve spearfish:

GRASS: > d.rast geology

GRASS: > r.info geology

List "geology" jsou čísla 1-9.

GRASS: > d.erase

Vykreslí pouze buňky s atributem 8,9.

GRASS: > d.rast geology catlist=8,9 bg=black

# Rastry, kategorie

---

Ve spearfish:

GRASS: > d.rast slope

GRASS: > r.info slope

List "slope" je FCELL

Vykreslí pouze buňky s atributem 25-50. GRASS: > d.rast

geology vailist=25-50 bg=black

Výstup s popisem kategorií: GRASS: > d.rast.legend geology



# Rastry, barevné palety

---

Ve spearfish:

GRASS: > d.rast slope

GRASS: > r.color map=slope color=grey

GRASS: > d.legend

GRASS: > d.erase - vyčistí monitor

GRASS: > d.redraw - překreslení (např. po g.region)

# Rastry, profily

---

Ve spearfish:

Zjištění souřadnic: GRASS: > d.where

GRASS: > r.profile input=slope output=vystup.slope.txt  
profile=597862,4924925,598204,4914359

Výsledkem je txt soubor: 1. sloupec - kumulativní vzdálenost v  
profilu 2. sloupec - hodnota atributu

# Kopírování vrstev

---

```
g.list rast
```

```
-----  
raster files available in mapset PERMANENT:  
dem_gtopo30  dem_srtm  maps  thj
```

```
-----  
GRASS 6.0.0beta2:~ > g.copy rast=dem_srtm,vysky  
COPY [dem_srtm@PERMANENT] to current mapset as [vysky]  
raster  
header  
category  
color  
history  
misc  
fcell  
g3dcell  MISSING
```

# Kopírování vrstev

---

```
GRASS:~ g.rename rast=geology.new,geology.quarternary  
GRASS:~ g.remove rast=geology.quarternary,soils.new@user1  
g.region rast=geology.new
```

# Metadata

---

Metadata = data o datech (popis dat)  
uloženo v PERMANENT/hist lokace  
výpis metadat pro "slope"

GRASS: > r.info slope

```
+-----+
| Layer:      slope                               Date: Mon Nov
| Mapset:     PERMANENT                          Login of Crea
| Location:   spearfish
| DataBase:   /home/hrubym/grass
| Title:      slope in degrees ( slope )
|-----+
|
| Type of Map: raster                            Number of Categori
| Data Type:   FCELL
| Rows:       478
| Columns:    634
| Total Cells: 303052
```

# Formát uložení rastrových dat

---

Formáty čísel:

- celočíselný (int) - CELL
- float - FCELL
- double float - DCELL

Data uložena v adresářích....

# Reklasifikace rastrových dat

---

- Atributem rastrové vrstvy je číslo. (znamená například kód typu půdy...)
- reklasifikovat lze integer (číslo) nebo float (interval) data
- `r.reclass`
- reklasifikační tabulka v souboru (hodnoty mimo specifikaci se nastaví na NULL)

```
1 2 3 4 = 1 úrodné půdy
5 6   = 2 středně úrodné půdy
7 8 9 = 3 málo úrodné půdy
```

```
7 thru 9 = 3 málo úrodné ...
```

# Reklasifikace rastrových dat

---

Vytiskne tabulku sklonů na mapě "slope".

```
GRASS: > r.report slope
```

Tabulka reklasifikace se zadává na příkazovém řádku nebo formou přesměrování vstupu ze souboru.

```
GRASS: > cat slope_reclass.txt | r.reclass slope  
out=slope.erosion
```

Pozor! Při reklasifikaci NEVZNIKÁ nová mapa fyzicky, ale pouze záznam o reklasifikace. Smazání původní mapy znamená i likvidaci reklasifikovaných pohledů na mapu.

Fyzicky lze reklasifikovanou mapu uložit pomocí `r.mapcalc`



# Maska

---

Povolení/potlačení jednotlivých buněk rastru (například chceme mít rastrovou mapu ČR - obrysy hranic)

Maska je rastrová mapa s hodnotami NULL a 1

Uvedeme na příkladu mapy "geology". Povolíme jenom kategorie 6-9.

Interaktivně definujeme masku pro kategorie.

GRASS: > r.mask

Maska je vztažena pro jeden monitor. Lze použít pro maskování i ostatních map (zobrazím si výškový model přes masku typu půdy)

IDENTIFY THOSE CATEGORIES TO BE INCLUDED IN THE MASK

OLD CATEGORY NAME		CAT NUM
no data . . . . .	0	0_
metamorphic . . . . .	1	0_
transition . . . . .	2	<input checked="" type="checkbox"/> _
igneous . . . . .	3	0_
sandstone . . . . .	4	0_
limestone . . . . .	5	0_
shale . . . . .	6	0_
sandy shale . . . . .	7	0_
claysand . . . . .	8	0_
sand . . . . .	9	0_

Next category: end\_\_ (0 thru 9)

# Mapová algebra

---

Příkaz `r.mapcalc` se používá pro přepočítávání rastrů. Necháme to na pokročilejší přednášku/cvičení

```
GRASS 6.0.0beta2:~/grass > r.mapcalc
Enter expressions, "end" when done.
mapcalc> geol.new=geology.rec+1
mapcalc> end
```

100%

# Výstup map

---

GRASS: > r.out.\*

Vyprodukuje "p1.tiff" GRASS: > r.out.tiff input=geology  
output=p1

Exportuje se pouze výřez (region) viditelný na monitoru.

Ascii výstup: GRASS: > r.out.arc input=geology output=p1

```
ncols 190
```

```
nrows 140
```

```
xllcorner 590000
```

```
yllcorner 4914000
```

```
cellsize 100.000000
```

```
NODATA_value -9999
```

```
-9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999
```

```
999 -9999 -9999 -9999
```

# Rastr => Vektor

---

- plochy(r.poly) => polygony
- plochy(r.contour) => isolinie
- linie(r.thin+r.line) => linie
- rastr(v.digit)=>vektor - manuální převod

Ve verzi v6 se používá univerzální příkaz: (provede i statistiky a topologii)

GRASS: > r.to.vect input= output= feature={line,area,point}

GRASS: > r.to.vect input=geology output=geolvec4  
feature=area

# Počítání isočar

---

GRASS: > r.contour input=elevation.dem output=vrstevnice  
step=10

"step" je krok mezi vrstevnicemi (hustota). Rozumná hustota vrstevnic  $E$  je závislá na sklonu svahu  $\alpha$  a měřítku mapy  $M$  (je na to vzorec).

$\alpha = 45st.$  - hory  $\alpha = 25st.$  - pahorkatiny  $\alpha = 10st.$  - nížiny

$$n = \sqrt{\frac{M}{100} + 1}$$

$$E = n * \log n * \tan \alpha$$

Mapa 1:50 000 v pahorkatině,  $E=15m$

# Spojení map

---

GRASS: > r.patch input=name[,name,...] output=name

Spojení je problematická operace (co má být výsledkem spojení?). Proto bývá často implementováno externě nebo r.mapcalc

# Import rastrových dat

---

Zdroje:

- obrázky
- ascii soubory
- binární soubory ve formátech ...

Knihovna GDAL.



# Import rastrových dat

---

Postup:

- vytvoříme XY lokaci s rozlišením 1m
- import mapky
- převedení do správného kartografického zobrazení
- vložení referenčních bodů

```
r.in.gdal -e input=vmapa.tiff output=zaklad
```

```
Projection of input dataset and current location appear t
```

```
Proceeding with import...
```

```
100%
```

```
CREATING SUPPORT FILES FOR zaklad
```

```
SETTING GREY COLOR TABLE FOR zaklad (8bit, full range)
```

# Vektorová data

---

- práce s vektorovými daty
- pořizování vektorových dat - měření, vektorizace rastrů

Ukázky na cr-wgs84 lokaci

# Vektorová data

---

GRASS: > g.list vect

GRASS: > d.vect reky color=blue

Vektorová data bývají vázané na DB (atributy).

GRASS: > d.what.vect reky

Ize zobrazovat víc vektorových vrstev (nepřekrývají se jako rastry) nebo rastr+vektory

# Vektorizace linií

---

Mějme rastr "roads" ze spearfish.  
Ztenčení linií v rastru.

GRASS: > r.thin input=roads output=tmp1

Převod na vektorovou reprezentaci:

GRASS: > r.line input=tmp1 output=roads.vect

GRASS: > r.to.vect input=tmp1 output=roadsvect feature=line

Tyto metody nejsou přesné. Lze použít manuální vektorizaci.

# Vektor => Rastr

---

vektor => rastr

- `polygon(v.to.rast)` => plocha
- `isolinie(r.surf.contour,v.surf.spline)` => plochy
- `linie(v.to.rast)` => linie

# Vektorizace ploch

---

Ukázka: mapa "fields" ze spearfish

Rastr udává pouze atribut v bodě (plošce). Nedává topologickou informaci jakou je například plocha.

GRASS: > d.what.rast fields

GRASS: > r.poly input=fields output=fields.vec

GRASS: > v.support fields.vec

GRASS: > d.vect fields.vec

GRASS: > d.what.vect