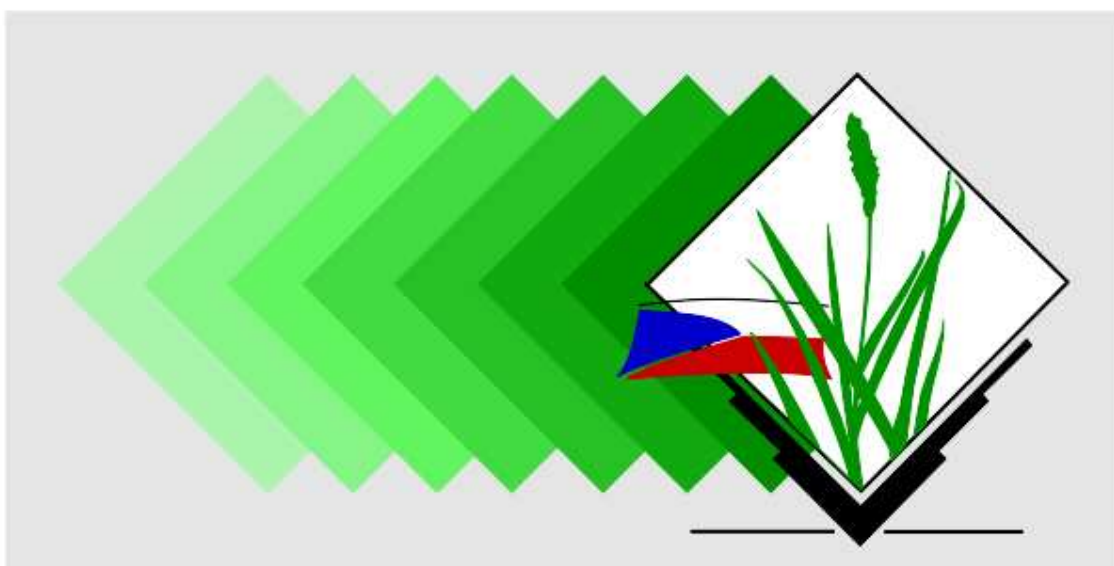




GIS GRASS

Praktická rukověť ke
geografickému
informačnímu
systému
GRASS

Markus Neteler



GRASS – Handbuch

Praktická rukověť ke geografickému informačnímu systému *GRASS*

Marcus Neteler

verze 1.1 (2002, 2003)

verze českého překladu 0.3 (2003-2005)

8. března 2005

Tato kniha není originální dokumentací k softwaru.

Softwarová a hardwarová označení, která jsou v této knize použita, jsou ve většině případů také zapsána jako značky zboží a jako takové podléhají zákonným ustanovením. GRASS GIS je zapsaná značka zboží a podléhá GNU General Public License. Bližší informace lze získat u *GRASS Development Team*, ITC, Trento, Itálie.

Tento dokument byl vysázen v L^AT_EXu. Je k dostání jako zdrojový text, v PDF a HTML formátu, ve formě tištěné a v online verzi.

Údaje, data a výsledky obsažené v této knize byly autorem vypracovány podle nejlepšího vědomí a se vší svědomitostí přezkoušeny. Není nicméně možné vyloučit případné chyby v textu. Proto jsou všechny údaje uvedeny bez jakéhokoli závazku nebo záruky. Autor a vydavatel proto také nepřijímají žádnou odpovědnost za chyby a jejich následky. Odkazy na eventuální omyly budou akceptovány.

Adresa: *Dipl-Geog. M. Neteler*, Email: *neteler@itc.it*

© 1996-2000 Markus Neteler, Hannover

© 2003 Markus Neteler, Trento, Itálie

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation. A copy of the license is included in the section entitled *GNU Free Documentation License*.

Předmluva k prvnímu vydání

Geografický informační systém GRASS - „*Geographical Resources Analysis Support System*“, představený v této příručce, je GIS s bohatou historií vývoje. Byl vyvíjen od roku 1982 *U.S. Army Corps of Engineer/CERL (Construction Engineering Research Lab)* pro vojenské účely s nákladem několika miliónů US dolarů. Koncem 80-tých let dal CERL celý softwarový balík se zdrojovými kódy k dispozici veřejnosti. Velké rozšíření internetu na počátku 90-tých let přispělo k tomu, že se GRASS mohl v krátké době celosvětově prosadit. V roce 1995 ustoupil CERL z projektu. V roce 1997 tak převzali další vývoj „*GRASS Development Team*“ na Baylor University, Texas, U.S.A. a Universität Hannover, Německo a také další odborníci z celého světa. Koncem roku 1997 byl GRASS 4.2 zveřejněn centrem CAGSR¹ na Baylor University. Krátce na to, na jaře 1998, následovalo uvolnění verze GRASS 4.2.1, která byla do konce roku 1999 koordinována autorem z Institutu geografie Univerzity v Hannoveru. V této verzi došlo k odstranění téměř všech známých chyb softwaru a GRASS byl rozšířen o 50 nových modulů v oblasti zpracování vektorových a rastrových dat. GRASS 4.2.1 představoval toho času plně stabilní verzi. Od jara 1999 se pracuje paralelně na GRASSu 5.0, jehož funkcionality je značně rozšířena a vývoj se ubírá směrem k 3D/4D-GIS (se zpracováním voxelů a se zřetelem na časovou rovinu). GRASS 5.0 se mezitím stává tak stabilním, že může plně nahradit GRASS 4.x. GRASS je zdarma a přístupný v síti Internet.

Domovské stránky projektu jsou dostupné na

„GRASS GIS Europe“ - <http://grass.itc.it/>

„GRASS GIS U.S.A.“ - <http://grass.baylor.edu/>

Tato příručka má také trochu historie. Původně vznikla z „receptů na vaření“, které od roku 1995 sloužily jako návody při vyučování studentů na Institutu ochrany přírody a péče o krajinu (ILN) při Univerzitě v Hannoveru. V roce 1996 byl na jejich základě vytvořen první podrobný text ve stylu obsáhlejších popisů programu. Mezitím byla příručka obsáhle přepracována a rozšířena až do dnešní podoby.

¹Pozn.překl.: *Center for Applied Geographic and Spatial Research*

Tato příručka je určena jak pro odborníky v oblasti GIS, kteří se chtějí s GRASSem seznámit, tak pro začátečníky. Proto je nejprve uvedena kapitola o geografických informačních systémech se zaměřením na GRASS a podrobný úvod k tématu UNIX/Linux, následovaný vlastním popisem GRASSu. Důraz je kladen na integraci dat, protože zde ze zkušenosti vystává při užívání GISu všeobecně celá řada otázek. Některé příklady z GIS aplikací by měly být podnětem pro vlastní projekty.

Za mnoho zajímavých rozhovorů a nápomocnou kritiku týkající se tohoto díla děkuji především panu Dr. Heinrichu Stillgerovi a panu Dr. Manfredu Redslobovi z Institutu ochrany přírody a péče o krajinu (ILN) při Univerzitě v Hannoveru.

Panu Dipl.-Geogr. Mathiasi Akkermannovi děkuji srdečně za jeho kritické poznámky vztahující se k nově přidané kapitole.

Panu prof. Dr. Thomasovi Mosimannovi děkuji za kritickou recenzi tohoto aktuálního vydání a za možnost zveřejnění této příručky v edici „Geosyntéza“.

Hannover, v únoru 2000

Markus Neteler

Předmluva k verzi 1.1

Poté co byla tato příručka v edici „Geosyntéza“ po dvou menších dotiscích definitivně rozebrána, bylo umožněno její zveřejnění pod licencí *GNU Document License* (GNU FDL). Došlo k provedení několika menších změn a korektur, celkový text byl jinak ponechán ve své formě. Text se tudíž zaměřuje na verzi GRASS 4.x, díky podrobným odkazům na GRASS 5.0.x však může být bez problémů použit na současnou stabilní verzi GRASSu.

Panu Ottovi Dassauovi děkuji za užitečné komentáře k této verzi příručky.

Důležitá poznámka pro používání této příručky s aktuálními verzemi GRASSu:

Některé příkazy se od verze k verzi měnily, střídaly se názvy nebo v některých verzích nejsou k dispozici. Od verze GRASS 5.0.0pre4 (z 13.května 2002) lze z různých důvodů zjistit hodnotu proměnných \$GISDBASE, \$LOCATION a \$MAPSET jen pomocí modulu `g.gisenv`. Tyto proměnné se v této příručce používají ještě přímo, v novějších verzích jsou jejich hodnoty vypisovány pomocí `g.gisenv`. V budoucích verzích GRASSu již nebude ze strany uživatele nutné používat tyto proměnné.

Trento, v květnu 2003

Markus Neteler

Český překlad:

kapitoly 1–2, 4–10, dodatek A Jáchym Čepický, <jachym.cepicky@centrum.cz>
(<http://www.les-ejk.cz>)

kapitoly 3, 11, 13 Jarmila Landová a Martin Landa, <landa@gama.fsv.cvut.cz>
(<http://gama.fsv.cvut.cz/~landa>)

Pozn: Poděkování patří Aleně Novotné za obětavou jazykovou korekci kapitol 1–4. Aktuální stav jazykové a odborné korekce najdete v souboru „ChangeLog, TODO“ ve zdrojovém kódu překladu. Pokud se tedy chcete aktivně zapojit do opravy textu hledejte nejprve informace zde.

Obsah

Předmluva k prvnímu vydání	i
1 Přehled ke geografickému informačnímu systému GRASS	1
1.1 Co nabízí GIS GRASS?	1
1.2 Přehled GISové funkcionality GRASSu	3
2 Předpoklady pro nasazení GRASSu	7
2.1 Hardwarové a softwarové nároky	7
2.2 Nebojte se systému UNIX!	8
2.2.1 Co je to UNIX?	9
2.2.2 Přihlášení se do systému	10
2.2.3 Adresářová struktura	12
2.2.4 Organizace souborů	13
2.2.5 Správa souborů, přístup k disketám a CD-ROMům	14
2.2.6 Spouštění programů	16
2.2.7 Ukončení práce s UNIXem	17
3 GRASS jako geografický informační systém	21
3.1 Správa geografických dat	21
3.2 Koncepce GISu	27
3.3 Mapové projekce v GRASSu	29
3.4 Zpracování a analýza geografických dat	34
3.5 Podporované datové formáty GISu	36
4 První nástup do GRASSu	41
5 Plánování a výstavba datové struktury	49
5.1 Definice území projektu pro dané geografické rozlišení	49
5.2 Definice území projektu při flexibilním rozlišení	50
5.3 Definice území projektu u naskenovaných map	51

6	Zpracování rastrových dat	55
6.1	Poznámky k importu rastrových dat do GRASSu	55
6.2	Import rastrových dat do location xy	56
6.3	Import rastr. dat do location Gauß-Krüger	57
6.4	Práce s importovanou mapou	59
6.5	Poznámky na téma rozlišení rastrových map	59
6.6	Zjednodušený import naskenovaných map	60
6.6.1	Georeferencování naskenované mapy	61
6.6.2	Transformace více sousedících map	64
6.6.3	Import rastrových dat ve formátu ARC-GRID	65
6.7	Vytváření menších výřezů z rastrových map	66
6.8	Export rastrové mapy	67
6.9	Zoomování v mapě	68
6.10	Automatický převod na vektorová data	68
6.11	Převod na bodová data	69
6.12	Spojování různých map	70
6.13	Interpolace rastrových dat	71
6.14	Konstrukce izočar z výškových modelů	73
6.15	Zvláštnosti GRASSu 5.0.x	74
6.16	Mapová algebra s <code>r.mapcalc</code>	75
6.17	Přiřazení atributů u rastrových map	79
6.18	Práce s metadatami rastrových map	81
7	Zpracování vektorových dat	83
7.1	Proč mapy digitalizovat?	83
7.2	Vektorové typy v GISu	84
7.3	Vektorizace v GRASSu	84
7.3.1	Pravidla vektorizace v topologickém GISu	85
7.3.2	Vektorizace map	86
7.3.3	Vektorizace ploch	87
7.3.4	Vektorizace vrstevnic	90
7.3.5	Přiřazení atributů (labels)	90
7.4	Import a export vektorových dat	91
7.5	Změna aktuálního regionu	91
7.6	Rasterizace	92
7.7	Vytvoření rastrového výškového modelu	92
7.8	Dotazování	94

7.9	Překrývání ploch, extrakce vektorových dat	94
7.10	Interpolace vektorových dat	95
7.11	Přímá konverze vektorových dat na rastrová	95
7.12	Automatická vektorizace rastrových dat	97
8	Zpracování bodových dat	99
8.1	Manuální vytvoření bodů	99
8.2	Zpracování digitálního modelu terénu	100
8.2.1	Import a konverze výškových dat ve formátu ASCII	100
8.2.2	Interpolace výškového modelu	101
8.2.3	Export výškových dat	102
8.2.4	3D vizualizace	102
8.3	Výpočet Thiessenových polygonů	104
8.4	Zvláštnosti GRASSu 5.0.x	104
9	Mapový výstup	107
9.1	Tvorba map pomocí <code>ps.map</code>	107
9.2	Tvorba map pomocí <code>xfigu</code>	108
9.3	Použití ovladače CELL	111
10	GRASS – Praktické nasazení: Některé příklady použití	113
10.1	Instalace datasetu Spearfish	113
10.2	Práce s datasetem Spearfish	114
10.3	Výpočet eroze – USLE	120
10.4	3D vizualizace modulem NVIZ	126
10.5	Práce se světovými daty: GTOPO30 a DCW	131
10.6	Interpolace výškového modelu z výškových bodů	135
10.7	Reliéfové analýzy	137
10.7.1	Vytvoření syntetického modelu terénu	137
10.7.2	Geomorfologická šetření	138
10.8	Poznámky k modelování hydrologických parametrů	142
11	Zpracování družicových snímků	147
11.1	Předběžné geom. zpracování multispektr. družic. dat	147
11.1.1	Import družicových dat	148
11.1.2	Souřadnicová transformace z UTM do systému Gauß-Krüger	152
11.1.3	Transformace malých výřezů snímků	156
11.2	Zlepšení kontrastu družicových snímků	158

11.3	Klasifikace družicových snímků	159
11.3.1	Radiometrické klasifikace	160
11.3.2	Řízená geometrická klasifikace	167
11.3.3	Krátký přehled klasifikačních metod	168
11.4	Transformace hlavních komponent	168
11.5	Zlepšení rozlišení družicových snímků	171
11.6	Fourierova transformace a inverzní Four. transf.	173
11.6.1	Transformace a filtrování snímků	174
11.6.2	Inverzní Fourierova transformace	177
11.7	Maticové filtry	177
12	Vytváření ortofotomapy z leteckých snímků	181
12.1	Základy	181
12.2	Od leteckého snímku k ortofotomapě	184
12.3	Provedení v GRASSu	184
12.3.1	Vytvoření <i>location</i> Gauß-Krüger	185
12.3.2	Založení <i>location</i> xy pro uložení leteckého snímku	186
12.3.3	Vytvoření ortofota	187
13	Poznámky k programování v GRASSu	195
13.1	Programování v shellu	195
13.2	Zautomatizované použití GRASSu	200
13.3	Odkazy na programování v jazyce C pro GRASS	201
	Literatura	205
A	Dodatek	213
A.1	Často kladené otázky	213
A.2	Krátký popis důležitých příkazů v GRASSu	216
A.3	Struktura databanky GRASSu	216
A.3.1	Mazání dat v GRASSu	217
A.3.2	Kopírování databanky GRASSu	217
A.4	Konverze externích GISových formátů pro GRASS	218
A.4.1	Export z ARC/INFO	218
A.4.2	Import do GRASSu	221
A.4.3	Export z IDRISI do GRASS přes ARC/INFO	221
A.4.4	Import formátů ESRI SHAPE a E00	222
A.5	Přepočítání souřadnic – m.proj a transf. map – r.proj/v.proj	223

A.5.1	Přepočet souřadnic	223
A.5.2	Automatická transformace rastrových a vektorových dat	225
A.6	Definice postscriptových ovladačů v GRASSu	225
A.7	Řídící soubor pro <code>ps.map</code> : Příklad pro „bazina.psmap“	226
A.8	Obecné poznámky	229
A.8.1	Použití UNIXových textových nástrojů pro přípravu GIS dat	229
A.8.2	Typické hodnoty barev pro topografické mapy	232
A.8.3	Informace k satelitním datům LANDSAT-TM	233
B	GNU Free Documentation License	237
	Index	245

Seznam obrázků

2.1	GRASS v prostředí operačního systému GNU/Linux	11
2.2	Stavba obsahu adresáře v UNIXech	12
2.3	Výstavba adresářového stromu v systémech UNIX	14
3.1	Datová struktura v GISu	23
3.2	Srovnání rozlišení elipsy ve vektorovém, resp. rastrovém formátu	24
3.3	Dimenze dat v GISu	25
3.4	Úkazkové použití GRASSLinks: GRASS jako online GISu	31
3.5	Souřadnicový systém Gauß-Krüger pro příklad A a B	33
3.6	Všeobecná výměna dat v GRASSu	38
4.1	Použití grafického rozhraní GRASSu tzv. TclTkGRASS	42
4.2	Obecná definice <i>xy-location</i> příp. <i>Gauß-Krüger-location</i>	44
5.1	Zjednodušený import naskenované mapy	52
6.1	Import a georeferencování naskenované mapy v GRASSu	63
6.2	Možnosti konverze rastrových a vektorových dat	69
6.3	Různé způsoby spojení rastrových map pomocí <code>r.patch</code> příp. <code>r.mapcalc</code>	72
6.4	„Moving-window“ – metoda mapové algebry	75
7.1	Možnosti při převodu vektorových dat na data rastrová	84
7.2	Vektorové typy v GISu: linie a plocha	85
7.3	Funkce <i>snapping</i> v GISu	88
7.4	Vektorizace: „overshoots“ a „undershoots“	89
7.5	Korekce „špagetové struktury“	89
7.6	Překrytí vektorových map pomocí <code>v.patch</code> , příp. <code>v.cutter</code>	95
8.1	Metody konverze bodových dat na vektorová nebo rastrová data	99
8.2	3D vizualizace výškového modelu terénu s odpovídajícím osvětlením	103
9.1	Tvorba map pomocí programu <code>xfig</code>	110

10.1 Geologická mapa s hranicemi půdních typů	116
10.2 Mapa půdních typů s mapou silniční sítě	127
10.3 Panel „Animace“	129
10.4 Tvorba modelu terénu pomocí <code>r.surf.fractal</code>	139
10.5 Určení povodí pomocí <code>r.watershed</code>	143
11.1 Afinní transformace družicových snímků	149
11.2 Nastavení v souřadnicovém formuláři pro import do <i>location</i> <code>xy</code>	150
11.3 BIL/BSQ formulář pro specifikaci dat v modulu <code>i.tape.other</code>	152
11.4 Rozdělení četnosti hodnot pixelů	161
11.5 Metoda hlavních komponent	170
11.6 Zobrazení bodových dat jako standardizovaných vektorů	171
11.7 Numerické zvýšení geometrického rozlišení satelitních snímků	172
11.8 Rozdělení frekvencí ve Fourierově spektru	174
11.9 Standardní filtry pro zvýraznění obrazu při Fourierově transformaci	175
11.10 Reálná část spektra transformovaného satelitního snímku	176
12.1 Obraz terénu na rovině mapy a leteckého snímku	182
12.2 Situace při leteckém snímkování	183
12.3 Rámové značky na leteckém snímku	189

1 Přehled ke geografickému informačnímu systému GRASS

Geografické informační systémy pronikají stále více do veřejných institucí a plánovacích kanceláří. Vedle do nedávna běžného způsobu práce s liniemi a plochami, který měl spíše charakter správy databází, jsou stále více využívány hybridní vlastnosti geografických informačních systémů (GIS). Tedy paralelní propojení a práce s bodovými, liniovými a plošnými strukturami – v GISu odpovídajícími – bodovými, liniovými a plošnými objekty. Tato data mohou být nejen uložena, ale pomocí agregace, analýzy a syntézy mohou být vytvořena data nová. V oblasti simulací umožňují GISy vytvářet interně a externě řízené modely, prognózy a odhady.

1.1 Co nabízí GIS GRASS?

Geografický informační systém GRASS (*Geographical Resources Analysis Support System*) je kombinovaný rastrový a vektorový GIS s integrovaným systémem pro správu obrazových dat a vizualizaci. Obsahuje přes 400 programů a pomocných prostředků, sloužících k práci s rastrovými, vektorovými a bodovými daty, vytváření map v digitální a analogové formě, zpracování multispektrálních obrazových dat, vytváření a ukládání prostorových dat. Vedle graficky orientovaného uživatelského rozhraní disponuje GRASS i textovou příkazovou konzolí. GRASS lze připojit na tiskárnu, plotr a digitalizační prkno. Jeho prostřednictvím je možné přistupovat k datům z externích databází. Je proto ideální pro plánování krajiny a inženýrsko-technické použití. Stejně jako jiné GISové balíky, umožňuje i GRASS práci s vektorovými daty reprezentujícími silnice, vodní toky, hranice a jiné objekty. Prostřednictvím integrovaných digitalizačních funkcí lze aktualizovat vektorové mapy. Je velmi silný při zpracování prostorových rastrových dat. GRASSové moduly umí provést konverzi mezi vektorovým a rastrovým formátem. GRASS dále obsahuje nástroje, které z něj vytváří plnohodnotný on-line GIS, přístupný přes World-Wide-Web (WWW). Příkladem může být instalace GRASSu na serveru ITC v Trentu (Itálie). Odkaz najdete na oficiálních stránkách GRASSu.

Síla GRASSu spočívá ve více oblastech. Jednoduché uživatelské rozhraní ulehčuje začátečnickům počáteční kroky při práci v GISu. Mapy je v GRASSu možné importovat a exportovat

do většího množství formátů než v rozšířenějších GISech včetně ARC/Info a IDRISI. Velmi zajímavá je možnost doprogramování vlastních modulů, která nemá v žádném z GISů obdoby. Pokročilejší uživatelé, kteří touží psát vlastní moduly, se je mohou na základě zdrojového kódu programů nebo s pomocí manuálu pro programátory naučit psát a využít k nim dokumentované a bohaté knihovny GRASSu (API pro programovací jazyk C). Tyto knihovny umožňují přidávání nových a vysoce vyvinutých funkcí. Na úrovni skriptů si lze usnadnit práci a zautomatizovat často ručně prováděné a opakující se operace.

Díky schopnosti pracovat s rastrovými daty lze GRASSu využít jako povrchového modelovacího systému. GRASS obsahuje více než 100 multifunkčních modulů pro analýzu a zpřístupnění rastrových dat. Modely srážek a povrchových odtoků, počítání drah povrchových odtoků, šetření stability svahů a mnoho dalších – prostorové analýzy jsou jen jedním z příkladů použití. Jelikož je mnoho modulů multifunkčních, mohou uživatelé vytvářet vlastní mapy s daty uloženými v GRASSu.

Kromě standardní dvojrozměrné analýzy dovoluje GRASS zpracovávat data i ve třech dimenzích. Rastrová, vektorová a bodová data lze použít při vizualizaci. Příkladem tohoto použití může být návrh letiště, analýza krajiny a prostorových náchylností. Vizualní prostředky umožňují animaci prostorových dat. 3D pohledy tak mohou být prezentovány jako jednotlivé obrázky nebo jako MPEG film a uloženy pro další práci.

GRASS obsahuje rovněž soubor modelů z oblasti hydrologických modelů a analýz. Jedná se mimo jiné o vymezení povodí, počítání SCS křivek, analýzy povodňových vln a využití různých modulů pro kompletní simulaci povrchového odtoku z daného území. Další moduly mohou vytvářet diagramy a statistiky k modelovaným a kalibrovaným datům. Dále je možné v GRASSu pracovat s krajinnými daty a odvodit některé parametry na základě numerických dat.

Moduly pro práci s obrazovými daty jsou srovnatelné se špičkovými produkty tohoto sektoru. Mnohdy jsou i bohatší než proprietární standardní GISové balíky. Obsahují množství nástrojů sloužících ke zpracování a vyhodnocování multispektrálních satelitních dat, stejně jako moduly pro produkci ortogonálních map z naskenovaných leteckých snímků. GRASS tak umožňuje využít takřka veškerých možných cest, vedoucích k importu dat do GISu.

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

Vývojářský tým GRASSu, jehož programátoři jsou rozptýleni téměř po všech kontinentech, pracuje na tom, aby funkcionalita GRASSu byla i nadále rozšiřována. Budoucí vývoj zahrnuje

i moduly, které uživatelům umožní plnohodnotnou práci s trojdimenzionálními daty, což není schopnost zcela běžná u ostatních GISových balíčků. Uživatelé budou v budoucnu moci pracovat v opravdovém 3D-GRASSu s rastrovými, vektorovými a bodovými daty. Dodnes provedené změny zahrnují, oproti verzím GRASSu 4.x, práci s daty s plovoucí desetinnou čárkou v oblasti rastrové a podporu více atributových informací v oblasti bodové. Maximální množství dimenzí a atributů bodových dat je v podstatě neomezené. Od GRASSu 5.7 je zcela přepracována celá vektorová architektura a došlo také k přidání podpory externích databází (DBMS).

GRASS je distribuován po internetu a na CD-ROM v binární podobě pro různé UNIXové platformy, stejně jako v podobě zdrojového kódu v jazyce C. Zajímavým aspektem je příslušnost GRASSu pod *GNU General Public License* (GPL, www.gnu.org¹), která z GRASSu činí software svobodně přístupný a prodejný pouze s tou podmínkou, že jsou s jeho distribucí šířeny i zdrojové kódy a novému majiteli není bráněno v další distribuci. Ke GRASSu lze poskytovat komerční služby. Tím se GRASS řadí k filosofii Open Source a Free Software, která již pomohla k rozšíření operačního systému *GNU/Linux*².

Z koncepčního hlediska je GRASS modulárně vystavěný GIS. To znamená, že veškerou práci s daty obsluhuje zvláštní modul. Tím jsou jednotlivé části GISu přehledně rozděleny a umožňují transparentní práci.

1.2 Přehled GISové funkcionality GRASSu

Níže uvedený seznam funkcí představuje pouze výběr. Všechny moduly jsou popsány v manuálových stránkách GRASSu (viz internet).

Funkcionalita v oblasti vektorových analýz: automatická vektorizace linií a ploch, manuální digitalizace na obrazovce nebo digitalizačním prkně, počítání vzdáleností, konstrukce vrstevnic z rastrových výškových modelů, interpolace (křivková³), konverze mezi vektorovými a rastrovými daty, vektorový a bodový formát, transformace souřadnic, reklasifikace, překryvy vektorů, výběr ploch.

Funkcionalita v oblasti rastrových analýz: dotazy orientované na buňku a profil, analýza výškových modelů, automatická konverze mezi rastrovým a vektorovým formátem, výpočet osvětlení (oslunění, vrhání stínu), expertní systémy (bayesovská logika), modifikace barevných

¹Pozn. překl.: www.gnu.cz

²Pozn. překl.: Operační systém se ve skutečnosti jmenuje GNU (z anglického GNU's Not Unix). Jeho jádro potom Linux. Operační systém by tak měl být nazýván GNU/Linux. Naprostá většina uživatelů ovšem o tomto operačním systému hovoří prostě jako o „Linuxu“. V dalším textu budeme tyto dva pojmy volně zaměňovat. Správně by se ovšem mělo používat označení OS GNU/Linux.

³Splines

tabulek, sklony svahu, expozice svahů, geomorfologické analýzy (zakřivení profilu, sklon svahu a expozice), interpolace chybějících hodnot buněk (bilineární, IDW, kubická, křivková (Splines)), klasifikace, převod mezi rastrovým a vektorovým nebo rastrovým a bodovým formátem, korelace a kovariance, nákladové plochy (kumulativní), výpočet nejkratší cesty, analýza sousedů⁴, interpolace povrchu z vektorových linií a bodů, „buffer“ linií, bodů a ploch, překryv rastrových map (vážený a nevážený), počítání regrese, reklasifikace, resampling, přeškálování, analýzy dohlednosti (linie dohledu⁵), statistické a geostatistické vyhodnocení, počítání povodí.

Funkcionalita v oblasti bodových analýz: počítání konvexních obalů, geomorfologické analýzy (zakřivení profilu, sklony svahů a expozice), geostatistika, interpolace ploch z bodových dat, Thiessenovy polygony, interpolace křivkami (Splines), triangulace (Delaunay, Voronoi).

Funkcionalita v oblasti zpracování obrazových dat (Image processing): zlepšení rozlišení, transformace (afinní, polynomická) na podkladě vektorových nebo rastrových map, barevná kompozice, Fourierova transformace, analýza hlavních komponent (PCA), roztažení histogramu, syntéza obrazových dat (Image Fusion), kanonická analýza komponent (CCA), rozpoznávání map, klasifikace: (a) radiometrická: řízená, částečně řízená a neřízená (Affinity, Maximum Likelihood), (b) geometrická/radiometrická: řízená (SMAP); zlepšování kontrastu, transformace souřadnic, transformace IHS/RGB, tvorba ortofoto map, radiometrická korekce (filtrace), resampling (bilineární, kubický, IDW, křivková), detekce hran, Zero crossing.

Možnosti vizualizace: animace, povrchy ve 3D, zobrazení map na obrazovce, přiřazování barev, histogramy, překryv různých map (rastrových, vektorových, bodových), postscriptové mapy, zoomovací funkce.

Integrované simulační modely (řízené přímo): modelování eroze (AGNPS 5.0, Answers, KINEROS), hydrologické analýzy (Finite elementy, SWAT (od USDA), kaskádový model CASC2D, atd.), analýza struktury krajiny, simulace požárů.

Tato příručka je zaměřena na základní funkce geografického informačního systému GRASS a popisuje, po úvodu do systému UNIX a GIS, vnitřní datové struktury GRASSu. Následně je vysvětlena práce s rastrovým, vektorovým a bodovým formátem. Důraz je kladen na import a export dat, jelikož tato budou jen zřídka vytvářena přímo na počítači. Často je potřeba data importovat a vybudovat na nich informační úroveň. Zvláštní kapitola patří analýze satelitních dat jako zvláštnímu případu rastrového formátu. V další kapitole je krok za krokem vysvětlena výroba ortofoto mapy z leteckých snímků. GRASS v této oblasti nabízí možnosti, které

⁴Neighbour Analysis

⁵Lines of sight

nenajdeme u žádného ze standardních GISů, obzvláště vezmeme-li v potaz náklady na jeho pořízení. Kapitola věnovaná tvorbě map je pojata jen skromně, neboť v GRASSu je v současnosti tato možnost poněkud omezena. Proto upozorníme na externí, také svobodný program `xfig` a v kostce si ukážeme jeho použití. Připojení externí databáze je v zásadě možné v GRASSu verze 5.0.x, tato příručka však o této možnosti nepojednává. Od roku 2001 se pracuje na verzi GRASSu 5.1.x. V roce 2003 byla tato verze přecíslována na 5.7 a ač označována jako „experimentální“, přece jen je použitelná⁶.

GRASS dovoluje použití různých souřadnicových systémů a mapových projekcí. Kromě předdefinovaných projekcí si můžete nadefinovat i projekci vlastní.

Podporované referenční **elipsoidy** jsou (od GRASSu 5.0.x): `apl4.9`, `airy`, `andrae`, `australian`, `bessel nam.`, `bessel`, `clark66`, `clark80`, `cpm`, `delmbr`, `engelis`, `everest`, `evrst56`, `evrst69`, `evrstSS`, `grs67`, `grs80`, `hayford`, `helmert`, `hough`, `iau76`, `international`, `kaula`, `krassovsky`, `lerch`, `mercury`, `modified airy`, `modified everest`, `merit`, `modified mercury`, `mprts`, `new international`, `plessis`, `SE-asia`, `sgs85`, `sphere`, `walbeck`, `wgs60`, `wgs66`, `wgs72`, `wgs84`.

Souřadnicové systémy mohou využívat následující **mapové projekce** (v anglickém znění)⁷:

Airy, Aitoff, Albers Equal Area, Apian Globular I, August Epicycloidal, Azimuthal Equidistant, Bacon Globular, Bipolar conic of western hemisphere, Boggs Eumorphic, Bonne (Werner s lat=90), Cassini, Central Cylindrical, Chamberlin Trimetric, Collignon, Craster Parabolic (Putnins P4), Denoyer Semi, Eckert I-V, Eckert VI, Equal Area Cylindrical, Equidistant Conic, Equidistant Cylindrical (Plate Caree), Euler, Fahey, Foucaut, Foucaut Sinusoidal, Gall (Gall Stereographic), General Oblique Transformation, General Sinusoidal Series, Ginsburg VIII (TsNIIGAiK), Gnomonic, Goode Homolosine, Hammer & Eckert, Hatano Asymmetrical Equal Area, International Map of the World Polyconic, Kavraisky V+VII, Laborde, Lagrange, **Lambert Azimuthal Equal Area**, **Lambert Conformal Conic**, Lambert Equal Area Conic, Larrivee, Laskowski, **Latitude/Longitude**, Lee Oblated Stereographic, Loximuthal, McBryde-Thomas Flat-Polar (Sine No. 1 & 2, Parabolic, Quartic, Sinusoidal), Mercator, Miller Cylindrical, Miller Oblated Stereographic, Mod. Stereographics of 48 U.S., Mod. Stereographics of 50 U.S., Mod. Stereographics of Alaska, Modified Polyconic, Mollweide, Murdoch I-III, Near, Nell, Nell-Hammer, New Zealand Map Grid, Nicolosi Globular, Oblated Equal Area, Oblique Cylindrical Equal Area, Oblique Mercator, Ortelius Oval, Orthographic, Perspective Conic, Polyconic (American), Putnins (P1-P3, P3', P4', P5, P5', P6, P6'), Quartic Authalic, Rectan-

⁶Pozn. překl.: Aktivně ji používám více než rok a je to super ;-)

⁷Pozn. překl.: Ačkoli Křovákovo zobrazení používané v S-JTSK v seznamu není, nemusíte se bát. GRASS podporuje toto zobrazení velmi dobře. Více naleznete na stránce jednoho z vývojářů GRASSu Radima Blažka <http://mpa.itc.it/radim/jtsk/>

gular Polyconic, Robinson, Sinusoidal, Sanson, Space Oblique for LANDSAT, State Plane, Stereographic, Swiss. Oblique Mercator, Tilted perspective, Tissot, Transverse Central Cylindrical, Transverse Cylindrical Equal Area, **Transverse Mercator (für Gauß-Krüger)**, Two Point Equidistant, Universal Polar Stereographic (UPS), **Universe Transverse Mercator (UTM)**, Urmaev (Flat & V), Vitkovsky I, Wagner I (Kavraisky VI), Wagner II-VII, Werenkiold I, Winkel I+II, Winkel Tripel, van der Grinten I-IV.

2 Předpoklady pro nasazení GRASSu

GRASS podporuje řadu UNIXových platform včetně GNU/Linux, Mac OSX, SUN Sparc a Ultra, DEC-Alpha, HP-UX, Silicon-Graphics, kapesní počítače iPAQ a Zaurus. Operační systém MS Windows rodiny NT (MS Windows NT/2000/XP) nad emulační vrstvou Cygwin nevyjímaje.¹

2.1 Hardwarové a softwarové nároky

GRASS (jeho zdrojový kód je psán v jazyce C) lze kompilovat na jakékoli platformě operačního systému UNIX (osobní počítače s GNU/Linuxem, Mac OSX, Workstations s deriváty UNIXu od HP, SGI, SUN (Solaris a SunOS), DEC Alpha, atd.). Kompilovat lze jak se svobodnými (např. gcc – GNU C-Compiler) tak i s proprietárními C kompilátory. Pro překlad zdrojového kódu je potřeba minimálně 150MB² volného místa na pevném kotouči. Velikost zdrojového kódu GRASSu během let přesáhla jeden milión programových řádků. Oproti běžným GISům má však tu výhodu, že díky modulární stavbě potřebuje pro svůj chod jen minimum systémových prostředků. O to více jich pak zbývá pro práci s daty.

Velmi zajímavým může být „low cost“ řešení, tj. GRASS pod operačním systémem GNU/Linux na zcela běžném PC či notebooku. Toto PC by mělo být osazeno minimálně procesorem řady 486 s 32MB RAM. Obecně platí, že je lepší více operační paměti než vyšší taktová frekvence procesoru. Z UNIXu vycházející operační systém GNU/Linux je k dostání buď přímo na internetu a nebo si lze pořídit jeho komerční distribuce na CD-ROMech v obchodech. Pokud by měl být na vybraném počítači nainstalovaný také operační systém DOS (MS Windows), lze jej nainstalovat na zvláštní diskový oddíl souběžně vedle GNU/Linuxu.

Pro samostatný GNU/Linux je třeba rezervovat minimálně 150MB prostoru. Binární podoba GRASSu zabere, díky dobré koncepci Linuxu, jen okolo 50MB (na jiných derivátech UNIXu ale až 150MB). Zdrojový kód však zaplní asi 150MB. Pro začátek se tedy vyplatí stáhnout si hotovou binární podobu z internetu. Práci zpříjemní 17" monitor s třítláčkovou myší³.

¹Pozn. překl.: Podle některých zpráv jej lze provozovat i pod operačním systémem MS Windows 98.

²Pozn. překl.: I 1 GB bylo málo (GRASS 5.3)

³ Pozn. překl.: Tuto část si dovolím lehce doplnit. Čerstvá instalace GNU/Linuxu (Debian Sarge) s GRAS-

Pro zájemce o programování bude jistě zajímavé, že distribuce GNU/Linuxu standardně obsahují potřebný kompilátor (nejčastěji GNU C Compiler).

Důležité internetové adresy

Od srpna 2001 jsou nejnovější verze GRASSu 5.0.x (případně 5.X.x) přístupné přes internet na serveru ITC v Trentu (Itálie) on-line na adrese <http://grass.itc.it>.

Na tomto serveru naleznete balíček se zdrojovým kódem (pro GNU/Linux, SUN Solaris, HP-UX, DEC-Alpha, MS-Window (s Cygwinem) atd.), stejně jako binární balíčky připravené k instalaci na platformách Linux-x86/MS Windows/SGI.

Na tomto místě se nachází také „GDP – GRASS Documentation Project“, který usnadňuje dříve svízelnou situaci při hledání dokumentace, především při vývoji externích modulů. GDP je k dispozici na adrese <http://grass.itc.it/gdp/>.

Jeden z dvaceti mirrorů GRASS serveru naleznete v USA na adrese <http://grass.ibiblio.org>. Kromě toho jsou v nabídce rovněž e-mailové konference, do kterých se musíte zaregistrovat, chcete-li z nich čerpat informace či do nich přispívat. Konference v současnosti existují v angličtině (mezinárodní user list), němčině, francouzštině, italštině, japonštině, polštině a od května 2003 i v češtině.

Pro ty, kteří se chtějí podílet na vývoji nového zdrojového kódu GRASSu a kteří se alespoň trochu vyznají v programování, je „GRASS-CVS“. V tomto elektronickém systému správy verzí (Concurrent Versioning System) je kód uložen od prosince 1999. CVS umožňuje po nahrání souboru zaznamenávat změny na něm provedené, čímž se značně zmenšuje potřebná přenosová a úložná kapacita. Zjednodušuje a automatizuje koordinování vývoje softwaru, který tak může být prováděn po celém světě. Další informace k tomuto tématu najdete na GRASSových serverech.

2.2 Nebojte se systému UNIX!

Geografický informační systém GRASS je jedním z mnoha programů přístupných na platformě UNIX. Ovládat se dá jak pomocí myši přes grafické menu, tak přímo z příkazové řádky. GRASS

Sem, X Window systémem (jako window manager IceWM) a hlavně potřebným vývojovým prostředím zabrala okolo 1,5GB. GRASSová binárka zabírá skutečně pouze něco okolo 50MB. Zdrojové kódy mají okolo 160MB (GRASS 5.3). Celý systém lze i s GRASSem nainstalovat do 500MB, ale bez vývojového prostředí a s velmi odlehčenými programy. Podle mé zkušenosti je pro vážnou práci se systémem GNU/Linux potřeba počítat alespoň se 3GB pouze na systém. Do této kapacity se vejdu i vývojářské prostředky, které vám umožní kompilovat GRASS ze zdrojového kódu, k čemuž dříve nebo později pravděpodobně dojde. Nemusíte však mít strach. Binárka GRASSu většinou spolehlivě funguje. Přimlouval bych se za to GRASS raději na Marcem zmíněném počítači (486, 32MB RAM, 150MB HDD) nezkoušet. Teoreticky to sice možné je, ale zelený bývá strom života.

„běží“ ze své podstaty na všech derivátech systému UNIX a pro některé z nich je, jak jsme se již zmínili, připraven k instalaci.

Ovládání systému UNIX se není těžké naučit. K tomu, abyste zvládli spouštět programy (např. GRASS) a pracovat se soubory potřebujete znát jen několik jednoduchých příkazů a příslušnou datovou strukturu. Příkazy, které si v této kapitole představíme, mají ve všech operačních systémech rodiny UNIX stejný význam. Vaše UNIXové znalosti tak využijete například na platformách GNU/Linux, SUN Solaris nebo HP-UX.

2.2.1 Co je to UNIX?

UNIX je operační systém s bohatou historií. Během posledních let si našel cestu ze sálových počítačů do počítačů osobních. Jeho vývoj byl započat roku 1969. Od těch dob se pracovalo a pracuje na vývoji několika paralelních verzí, i přesto ale tento svět uznává společné standardy a z uživatelského hlediska může být vnímán jako homogenní. Různí výrobci nabízejí rozličné UNIXové varianty. „UNIX“ je chráněná obchodní značka, proto mezi výrobci existuje tolik různých názvů. Vedle „SUN Solaris“, „HP-UX“ a mnoha dalších systémů se v poslední době intenzivně šíří zejména „GNU/Linux“. Tuto svobodnou variantu UNIXu je možné instalovat na běžných osobních počítačích. GNU/Linux je, již díky své ceně – je zdarma distribuován přes internet, případně jej lze za nízký poplatek zakoupit na nosičích CD-ROM – často považován za přímého konkurenta systémů MS Windows NT/2000/XP, které v mnohých ohledech předčí. Jelikož byl v posledních letech zaznamenán velký posun v oblasti grafického uživatelského rozhraní, obejde se „běžný“ uživatel bez expertní znalosti ovládání systému. Standardní součástí Linuxových distribucí jsou různá rozhraní. Většina programů dostupná v MS Windows má svou obdobu i v GNU/Linuxu.

Mezi charakteristické vlastnosti UNIXů patří možnost používat hned několik programů najednou, či víceuživatelská koncepce – v jednom okamžiku může být na jednom počítači připojeno a přes síť pracovat i několik uživatelů. Tak lze z normálního osobního počítače vytvořit „workstation“ s optimálním využitím. Pád systému je věc zcela neznámá také proto, že jednotliví uživatelé a programy jsou od sebe navzájem chráněni. Pokud se už skutečně stane, že nějaký program zůstane „viset“, lze jej jedním příkazem snadno uvolnit z operační paměti, aniž by se s ním zároveň „poroučel“ celý systém. Koncepce UNIXu mohla díky své dlouhé vývojové historii patřičně vyžrát. Je zajímavé pozorovat, jak se operační systémy MS Windows stále více k této koncepci blíží.

Vedlejším příjemným efektem je v podstatě virů prosté prostředí, což je zapříčiněno bezpečnostními pravidly UNIXů. Do dnešní doby nejsou známy žádné *viry* pro systémy UNIX. Sesíťované systémy jsou na druhou stranu náchylnější k útokům pomocí hackerských metod, čehož se naštěstí není nutné u jednouživatelského systému obávat.

V další části si popíšeme některé základní příkazy UNIXu. Pokud vám UNIX není zcela

neznámý, můžete ihned přeskočit na kapitolu 3.

2.2.2 Přihlášení se do systému

Pokud se rozhodnete pracovat na počítači s UNIXem, budete nejprve přivítáni obrazovkou s výzvou „login“. Login je zde proto, aby chránil uživatelská data. Tím se počítač stává přístupným pro více uživatelů, kteří musí být do systému předem přidáni. Systémovým administrátorem jim musí být vyhrazen diskový prostor, přihlašovací jméno (login) a heslo (password). V případě síťového systému vypadá vše podobně: pracujete v tzv. „terminálu“ a vzdálený počítač ovládáte pomocí zadávaných příkazů⁴. Díky internetu je možné, že se onen počítač nachází třeba na úplně jiném kontinentu – výstupy z programů jsou pak pomocí této sítě přenášeny zpět na vaši obrazovku (např. pomocí programu `ssh` nebo `telnet`). Velmi důležité je, že **UNIX rozlišuje mezi velkými a malými písmeny**. To platí stejně tak pro logování⁵, jako pro zadávání příkazů a názvů souborů. Na to je dobré myslet při vytváření nových souborů.

Po úspěšném přihlášení do systému se automaticky spustí grafické uživatelské rozhraní UNIXu X-Window (též označované jako X11), v opačném případě jej musíte spustit příkazem `$ startx`.

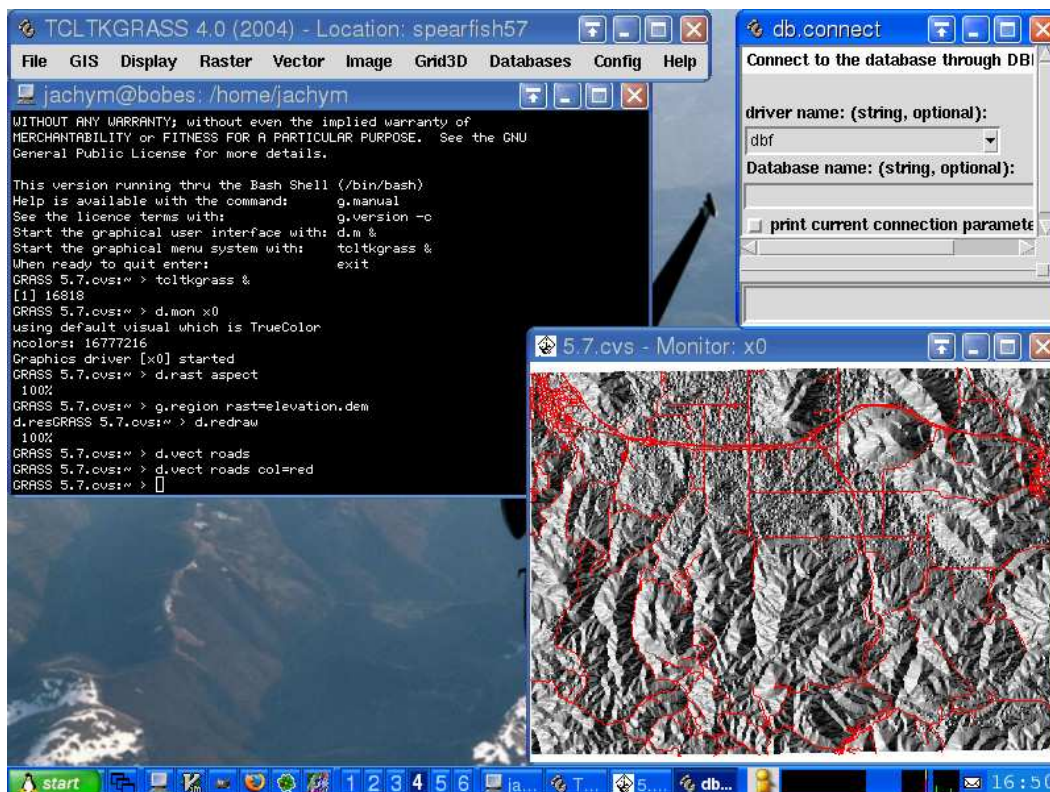
Pro X-Window existuje několik různých správců oken. V prostředí Solarisu jsou rozšířené zejména „openlook“ a „CDE“, pod GNU/Linuxem „fvwm“, „KDE“ (které je podobně uživatelsky „přítulné“ jako systémy MS Windows), „GNOME“ atd. Nikdo vás nenutí pracovat v jednom z těchto prostředí. Kdykoli se můžete přepnout do prostředí jiného.

Základním ovládacím prvkem těchto systémů jsou „okna“, ve kterých se zobrazují informace a nebo se do nich zadávají příkazy (či obojí). Nejdůležitějším prvkem je okno terminálu – do něj jsou zadávány všechny příkazy. Některé z příkazů budete pravděpodobně znát i z operačního systému DOS, neboť UNIX byl vždy vzorem pro řadu operačních systémů. V okně terminálu je na začátku řádku uvedena značka „prompt“, obvykle je to cesta k adresáři, ve kterém se právě nacházíte. V prostředí X-Window je několik typů terminálových oken, jejichž vlastnosti se od sebe lehce liší. Především se zmíníme o „xtermu“ (*Xterminal*), se kterým se velmi dobře pracuje. Skvělé jsou možnosti kopírování a vkládání textu – text se zkopíruje označením pomocí levého tlačítka (copy) a na nové místo se vkládá pomocí prostředního tlačítka myši (paste). Tímto způsobem lze rychle doplňovat názvy souborů a příkazů. S troškou cviku lze pomocí této funkce minimalizovat množství zadávaných údajů. Stejně tak je možné tímto způsobem vkládat texty do textového editoru, který je otevřen ve zcela jiném okně.

V samotném okně terminálu „běží“ takzvaný „shell“, interpret příkazů, který přebírá vámi zadávané příkazy a předává je dále operačnímu systému. Shellů je celá řada a při zakládání uživatelského konta na počítači lze každému uživateli určit jaký bude používat. Rozšířené jsou

⁴Pozn. překl.: Nemusíte vůbec poznat, že se jedná o práci po síti.

⁵Pozn. překl.: „loginování“



Obrázek 2.1: GRASS v prostředí operačního systému GNU/Linux. Ano, i takto může GNU/Linux vypadat.

zejména „csh“ (*C-Shell*), „ksh“ (*Korn-Shell*), „bash“ (*GNU Bourne-Again Shell*) a „tcsh“ (*TC-Shell*). Tyto shelly akceptují všechny příkazy, odlišují se však ve svých vlastnostech, ve způsobu ovládání kurzoru a v automatickém doplňování jmen souborů a příkazů. Právě poslední zmiňovaná vlastnost je velmi příjemná, neboť šetří práci a eliminuje překlepy. Stačí, když napíšete několik úvodních znaků příkazu nebo jména souboru a při stisku patřičné klávesy se zbytek sám doplní, pokud nějaký příkaz nebo jméno souboru na tyto znaky začíná. Pro „tcsh“ je takovou klávesou **ESC** (dvakrát stisknout), pro „bash“ pak klávesa tabulátoru. Dříve zadané příkazy lze z historie obecně vyvolat stisknutím šipky nahoru/dolů. Nastavený shell se automaticky spustí ihned po otevření okna terminálu.

Po stisknutí pravého tlačítka myši se na pracovní ploše objeví menu. V něm si můžete vybrat různé programy. Jedním z nich je i okno terminálu (např. „xterm“), do něhož lze zadávat příkazy, lze v něm spustit správce souborů atd. U většiny okenních manažerů je u některého z okrajů obrazovky k dispozici lišta s grafickými ikonami.

Pracovní plocha vám vedle okna terminálu často nabízí také elektronickou poštovní schránku (mailbox), hodiny, malé okno s údaji o vytížení systému a konzolové okno. V něm se objevují

různá upozornění systému. Nejdůležitější z nich je pravděpodobně zpráva o zaplnění diskového oddílu. Připravte se na to, že při práci s geoinformacemi často narazíte na horní hranice možností svého počítače.

Při práci vystačíte jen s několika příkazy. UNIX není tak komplikovaný, jak by se mohlo na první pohled zdát. Základní příkazy obsahují práci se soubory a spouštění programů. Vysokou použitelnost UNIXu (která je viditelná například na množství programů, které jsou přítomny již v základní instalaci) však poznáte za okamžik sami.

2.2.3 Adresářová struktura

Začneme příkazem, který vypíše jména všech souborů v aktuálním adresáři (`ls`: listing, `-l`: volba „long listing“):

```
$ ls -l
```

Výstup z programu bude vypadat podobně, jako na obrázku 2.2. Na první pohled je výstup o něco členitější, než např. v MSDOSu, přesto nelze říci, že by obsahoval nedůležité informace. První sloupec *permissions* ukazuje informace o přístupových právech k souborům. Další sloupec udává počet podadresářů, dále následují informace o majiteli (*user*) a uživatelské skupině (*group*). Každý uživatel patří v UNIXech alespoň do jedné uživatelské skupiny. Po sloupci s velikostí souboru (*size*) následuje datum a čas posledního uložení (*date*) a nakonec jméno souboru (*file*) nebo adresáře (*directory*)⁶.

permissions	user	group	size	date	file/directory
drwxr-xr-x	2 emil	users	1024	Jan 2 23:50	.
drwxr-xr-x	6 root	root	1024	Jan 2 22:51	..
drwxr-xr-x	3 emil	users	1024	Jan 8 11:42	grassdata
lrwxrwxrwx	1 emil	users	13	May 6 1998	latex -> /d2/lt
drwx-----	2 emil	users	1024	Mar 8 17:30	mail
drwx-----	2 emil	users	1024	Feb 4 01:09	projekte
-rw-r--r--	1 emil	users	844344	Dec 9 1998	nations.ps
-rw-rw-r--	1 emil	users	21438	Mar 2 21:47	ps4mf.txt

<ul style="list-style-type: none"> ↑ other (world) permissions ↑ group permissions ↑ user permissions 	<ul style="list-style-type: none"> d : directory (podadresar) - : file (soubor) l : link (odkaz na soubor)
--	---

<ul style="list-style-type: none"> r : read (citelnost) w : write permission (zapisovatelnost) x : execute permission (spustitelny program) - : zadna prava nejsou nastavena
--

Obrázek 2.2: Stavba obsahu adresáře v UNIXech

V našem případě lze rozpoznat také aktuální adresář, který je označen jako „.“ a jeho nadřazený rodičovský adresář „..“. To, že „grassdata“ je podadresář (directory) poznáme podle

⁶Pozn. překl.: V systémech MS Windows jsou adresáře nejčastěji označovány jako „složky“.

písmene „d“, uvedeného v prvním sloupci. Soubor „latex“ je oproti tomu „link“ (odkaz). Na to upozorňuje první sloupec („l“), navíc od tohoto souboru směřuje šipka ke jménu cílového souboru/adresáře. Linkem se vytvoří odkaz na zcela libovolný soubor. S takto vytvořeným odkazem se pracuje, jako by se jednalo přímo o fyzický soubor/adresář, ačkoli je umístěn na jiném místě. Například „nations.ps“ je skutečný soubor (koncovka „ps“ označuje formát souboru PostScript), na což poukazuje pomlčka v prvním sloupečku.

Velmi důležitá jsou v UNIXech přístupová práva (*permissions*) k souborům a adresářům. Jejich prostřednictvím lze ovlivnit, kdo může Vaše soubory číst, měnit a nebo spouštět jako program (*executable*: jedno až tři „x“ ve sloupci *permissions*). Přístupová práva k souborům jsou nastavena celkem pro tři skupiny uživatelů. Je to majitel (user), skupina (group) a ostatní jedinci (other). Adresáře mívají nastavené alespoň jedno „x“ tak, aby se daly „spouštět“ – tedy aby se do nich dalo vstupovat. Podívejme se na soubor „nations.ps“ na obrázku 2.2, který je pro majitele, skupinu a ostatní čitelný (tři značky „r“ – read), ale pouze jeho majitel – uživatel „emil“ a skupina „users“ jej mohou měnit (volba „w“ – write). Adresáře „mail“ a „projekte“ jsou přístupné pouze pro uživatele „emil“. Oproti tomu adresář „grassdata“ je přístupný pro všechny, ale jen pro čtení. Soubor „ps4mf.txt“ je čitelný pro všechny, měnit jej však může pouze člen skupiny „users“, tedy i „emil“. UNIX většinou nastavuje přístupová práva sám automaticky tak, jak je potřeba. Pokud ale chcete např. zpřístupnit některé své soubory pro další uživatele, musíte nastavit příslušná práva příkazem `chmod`, `chown` nebo `chgrp`:

```
$ chmod ug+w nations.ps
```

Tento příkaz změní práva k souboru „nations.ps“ na „-rw-rw-r-“ tak, že je pro „emila“ a všechny ostatní příslušníky skupiny „users“ čitelný a mohou jej i měnit.

2.2.4 Organizace souborů

Soubory jsou samozřejmě také v UNIXech uloženy na pevných kotoučích. Ty jsou často rozděleny na určité oddíly „Partitions“. Každý diskový oddíl odpovídá jednomu adresáři nebo podadresáři. V UNIXech existuje klasické schéma, které je velmi podobné ve všech klonech (proto se se znalostmi z GNU/Linuxu neztratíte ani u velkých UNIXových sálových počítačů).

Nejdůležitější adresáře jsou:

- Kořenový adresář („root“) /: Jedná se o hlavní adresář, jemuž jsou všechny ostatní adresáře podřízeny (např. `/home`). Nezaměňujte jej s uživatelem nebo skupinou „root“, který standardně v UNIXech vlastní administrátorská práva.
- `/home`: Zde leží domovské adresáře všech uživatelů zanesených v systému.

- Váš domovský adresář je např. `/home/emil/`: Zde se nachází všechny Vaše soubory a adresáře. Obecně lze říci, že práva zapisovat máte pouze v rámci tohoto adresáře.
- `/usr`: V tomto adresáři se nachází většina spustitelných programů, texty nápovědy atd.
- `/lib`: Na tomto místě jsou umístěny všechny programové knihovny, které jsou využívány různými aplikacemi. Odpovídají souborům s koncovkou „.dll“ v systémech MS Windows. UNIXy ovšem registry nepoužívají.

2.2.5 Správa souborů, přístup k disketám a CD-ROMům

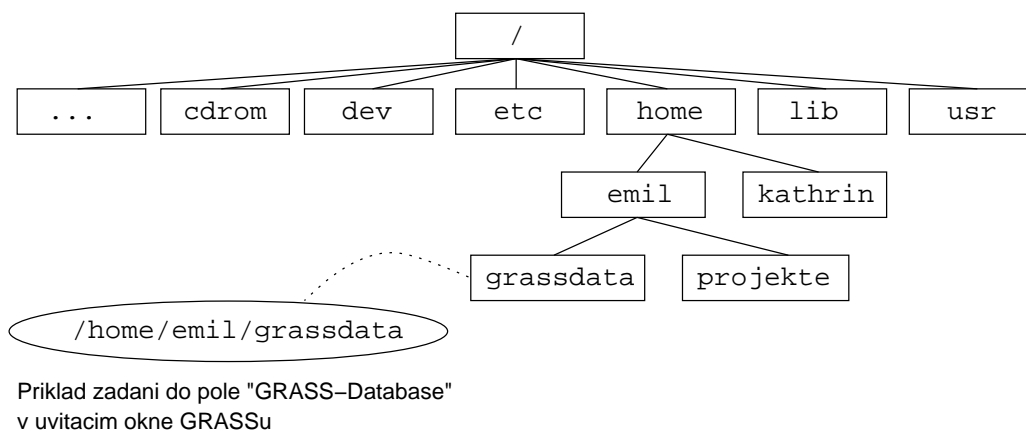
Pokud chcete zkopírovat soubor, použijete buď nějakého správce souborů nebo příkaz pro kopírování přímo v okně terminálu. Zadat musíte jméno stávajícího a nového souboru – nebo cíl, kam soubor chcete zkopírovat:

```
$ cp <zdroj> <cíl>
```

Takže například

```
$ cp nations.ps projekte/
```

zkopíruje soubor „nations.ps“ z aktuálního adresáře do podadresáře „projekte“ (viz obrázek 2.3). Pokud zadáte místo „projekte“ jméno rodičovského adresáře „..“, zkopíruje se soubor do adresáře „/home/“ (tedy za předpokladu, že máte právo do něj zapisovat). Jelikož ale tento rodičovský adresář patří uživateli *root* a uživatelské skupině *root*, a jelikož práva v oblasti *other* (tedy rovněž pro „emila“) nejsou nastavena, nemůže toto kopírování proběhnout. Možná to zní trochu komplikovaně, ale určitě si na to rychle zvyknete. Kromě toho, pokud něco nefunguje správně, dostanete od systému chybové hlášení – *v tomto případě „Permission denied“*.



Obrázek 2.3: Výstavba adresářového stromu v systémech UNIX

Soubory můžete také přepisovat či přejmenovávat (příkaz `move`):

```
$ mv <zdroj> <cíl>
```

Přičemž „cíl“ může být adresář (to znamená „přesuň soubor tam“) či jméno nového souboru (tedy „přejmenuj soubor“). Pokud chcete soubor vymazat (remove), použijte následující příkaz:

```
$ rm -i <jmeno_souboru>
```

Parametr „-i“ je velmi důležitý. Pokud je ve Vašem systému standardně nastaven, budete dotázáni, zda chcete zmiňovaný soubor „opravdu“ smazat. V UNIXech jsou totiž soubory *skutečně* vymazány⁷. UNIX navíc pracuje velmi rychle. Samozřejmě můžete použít zástupný znak hvězdičky „*“ či otazník. Právě v kombinaci s příkazem pro mazání byste však tyto znaky měly používat opatrně.

Většina variant UNIXu (tedy i GNU/Linux) umožňuje práci s klasickými DOSovými disketami. K tomu slouží sada nástrojů „mtools“. Pokud je ve Vašem systému nainstalována, zkuste, vám možná důvěrněji známé, příkazy ze systému MS DOS začínající na písmeno „m“. Ukážeme si dva příklady, které to snad ozřejmí:

Následující příkaz vypíše obsah diskety:

```
$ mdir a:
```

A příkaz

```
$ mcopy a:<jmeno_souboru> .
```

zkopíruje soubor „jmeno_souboru“ z diskety do aktuálního adresáře („.“). Příkaz `mcopy` požaduje vždy nějaký cíl, proto jsme použili tečku jako zkrácený zápis aktuálního adresáře. Příkazem

```
$ mcopy <jmeno_souboru> a:
```

zase zkopírujete soubor z UNIXu na vaši DOSovou disketu.

Pokud chcete číst data z CD-ROMu, bude to o něco komplikovanější. CD-ROMy spolu s magnetickými páskami a disky patří k takzvaným zařízením. Tato zařízení se do systému připojují příkazem:

```
$ mount /dev/cdrom /cdrom
```

Adresářová struktura CD-ROMu bude připojena do adresáře `/cdrom` (viz obrázek 2.3). Pro tento příkaz ovšem potřebujete práva administrátora (nabýt práva administrátora (roota) můžete příkazem `$ su`, musíte však znát heslo). V některých systémech bývají jednotky CD-ROM automaticky rozpoznávány a připojovány (funkce *automount*)⁸.

⁷Pozn. překl.: A už je nic a nikdo nezachrání.

⁸Pozn. překl.: Tato část si zaslouží poněkud rozvést. V UNIXech neexistují „disky“ v tom smyslu, jak je možná znáte v systémech MS Windows. Všechna zařízení (disky, diskety, CD-ROMy, pásky, atd.) se připojují (mountují) někam do adresářové struktury. Pro připojování stačí ve většině současných systémů vědět, kam chcete zařízení připojit. Bývá to většinou někde v adresáři `/mnt`. Např. Jednotku CD-ROM připojíte do systému

2.2.6 Spouštění programů

Programy (např. GRASS) se spouští zadáním jejich jména do příkazové řádky v okně xtermu. Některé programy lze spustit také pomocí grafického menu, do kterého se dostanete kliknutím pravého tlačítka myši na pracovní plochu.

Většina programů disponuje grafickým uživatelským rozhraním a lze je ovládat jednoduše myší. Náповědu téměř ke všem programům najdete v „manuálových stránkách“ (manual pages). Manuálovou stránku určitého programu vyvoláte příkazem `man`:

```
$ man <prikaz>
```

Zobrazí se manuálová stránka programu `prikaz`.

Pokud vyvoláte nějaký program, jako např. grafické uživatelské rozhraní GRASSu `tcltkgrass`, z okna terminálu, bude toto okno pro další příkazy zablokováno. Znakem „&“ uvedeným za názvem programu zajistíte, že program bude spuštěn tzv. „na pozadí“ a terminál tak bude přístupný pro další příkazy. To má smysl pouze v případě programů, které mají své vlastní okno. Například hodiny:

```
$ xclock &
```

Otevře se nové okno hodin a terminálové okno zůstane přístupné pro další příkazy. Procesy „xclock“ a „shell“ běží nyní paralelně vedle sebe. Pokud se vám stalo, že jste zapomněli na značku „&“, můžete použít dvojhmat `Ctrl+Z`, čímž zastavíte běh programu a znovu jej spustíte na pozadí příkazem

```
$ bg
```

Tak bude příkazu přiřazena značka „&“. GRASS patří do té množiny programů, které nemá smysl spouštět „na pozadí“, protože s ním pracujete dále prostřednictvím toho samého terminálového okna⁹.

příkazem

```
$ mount /mnt/cdrom
```

a disketu připojíte

```
$ mount /mnt/floppy
```

K těmto příkazům budete mít s největší pravděpodobností práva. Od této chvíle se k těmto zařízením chováte jako by to prostě byly další adresáře v systému:

```
$ cp /mnt/floppy/jmeno_souboru .
```

Před vyjmutím média je velmi důležité zařízení odpojit příkazem „umount“, který jej vyjme ze souborového systému a nehrozí tak poškození dat.

```
$ umount /mnt/floppy
```

a nebo alternativně u jednotek CD-ROM

```
$ eject
```

⁹Pozn. překl.: Pokud se vám to ovšem stane, není nic snazšího, než použít příkaz `fg`.

V UNIXu existuje specialita nazvaná „piping“ (přesměrovávání). Pomocí rour („pajp“) – značek |, < a > – je možné přesměrovat výstup z jednoho programu nebo souboru do jiných programů nebo souborů. Tím lze napojit několik programů za sebe, aniž byste museli ukládat jejich mezivýstupy. V GRASSu můžete podobné roury použít například tehdy, když potřebujete výstup z nějakého modulu uložit do souboru.

```
GRASS:~ > modul > soubor.txt
```

Znaménko „větší než“ si lze pro názornost představit jako šipku, která naznačuje směr toku dat. Značka „|“ slouží k propojení výstupů ze dvou programů, „<“ a „>“ potom k přesměrování celých souborů. To vám úžasně rozšiřuje možnosti, obzvláště při programování skriptů při automatizaci částí úloh. Právě zde nabízí GRASS velký potenciál (více kapitola 13).

V zásadě můžete pod UNIXem používat libovolné množství programů a terminálových oken najednou. Jste omezeni pouze kapacitou a výkonem Vašeho počítače.

A nakonec ještě několik praktických poznámek:

- Šípkami „nahoru“ a „dolů“ můžete listovat v historii použitých příkazů.
- Dvojhmaty `Shift+PgUp` a `Shift+PgDown` slouží k posouvání v okně terminálu nahoru či dolů. Tak si lze prohlížet výstupy, které tam byly odsunuty.
- Při práci v GISu je vhodné dokumentovat si jednotlivé postupy. Pomocí myši a funkce „Copy-Paste“ můžete příkazy zadané do konzole jednoduše zkopírovat do okna textového editoru. Text označíte levým tlačítkem myši a vložíte kliknutím prostředního tlačítka myši.
- Velikost písma v xtermu nastavíte pomocí menu, které se objeví při stisknutí klávesy `Ctrl` a současném kliknutí pravým tlačítkem myši kamkoli do oblasti xtermu.

2.2.7 Ukončení práce s UNIXem

Ještě než se pustíme do práce v GRASSu, měli bychom si ukázat, jak se korektně odhlásit ze systému a ukončit s ním tak práci. Nemůžete prostě jen vypnout počítač (jak jste možná zvyklí), seanci musíte ukončit korektně. Nejprve je důležité ukončit všechny spuštěné programy (případně uložit pozměněné soubory) a poté zavřít okno terminálu. Po kliknutí pravým tlačítkem myši na rám okna se zobrazí menu, v němž zvolíte jeho zavření. Stejně tak můžete použít některé z tlačítek v horním rohu (nejčastěji označeném „X“) a nebo použijte příkaz „exit“. Poslední způsob budete používat nejčastěji při připojení přes síť ke vzdálenému počítači. Následně zavřete plochu systému X-Window. K tomu bývá určeno tlačítko s nápisem „Exit“ nebo „Logout“. Když se nyní opět objevíte v textovém režimu, odhlásíte se ze systému příkazem „exit“.

Pokud chcete systém vypnout, nesmíte tak v žádném případě učinit pomocí spínače elektřiny. Sice už nejste nalogováni, ale systém normálně běží dál a čeká na další přihlášení. Je tedy nutné přihlásit se jako administrátor (login: `root`) a použít příkaz „shutdown“ nebo „halt“¹⁰. Pokud pracujete na počítači v síti, určitě vyzkoušejte příkaz `$ w`. Takto lze zjistit, zda na Vašem počítači ještě někdo nepracuje. Použití síťový spínač můžete, až když je systém korektně zastaven (systém hlásí „Power down“). V některých systémech bývá kombinace kláves `Ctrl+Alt+Del` přímo spojená s vypnutím systému, takže se nikam logovat nemusíte.

Tento postup je důležitý především pro ty uživatele GNU/Linuxu, kteří pracují na počítači doma. Tento počítač většinou není zapnut nepřetržitě či je občas potřeba přebootovat do jiného operačního systému.

Na další stránce najdete přehled nejpoužívanějších UNIXových obslužných programů.

Běžně se programy, jako např. GRASS, vyvolávají takto:

`$ prikaz`

Podobně příkazy pracující se souborem:

`$ prikaz jmeno_souboru`

Některé příkazy lze ovládat pomocí voleb:

`$ prikaz volby soubor`

Více se můžete dočíst v každé učebnici GNU/Linuxu pro začátečníky a nebo na internetu – česky především na stránkách časopisu ROOT (<http://www.root.cz>).

¹⁰Pozn. překl.: Nebo můj oblíbený `poweroff`.

příkaz	důležité volby	význam příkazu	význam volby/poznámka
cat	soubor	vypíše textový soubor na obrazovku	
cp	zdroj cíl	kopírovat soubor	cíl může být i nové jméno souboru nebo adresáře
df	-k partition	zobrazuje informace o diskovém prostoru	-k: výstup bude v kilobytech
exit		ukončit seanci v terminálu nebo programu	tímto příkazem např. ukončíte GRASS
file	soubor	vypíše o jaký typ souboru se jedná	ukazuje, jedná-li se o textový nebo binární soubor
ftp	jmeno_pocitace	přenos souborů přes síť	jmeno_pocitace může být např. jeho internetová adresa
grep	textovy_retezec soubor	vyhledává zadaný znakový řetězec v textovém souboru	tento znakový řetězec by měl být uveden v apostrofech
gunzip	soubor	dekomprimace dat s příponou „.gz“	
gzip	komp_soubor.gz soubor	komprimace dat	
head	-n soubor	zobrazí začátek textového souboru	-n: pro určení počtu řádek k zobrazení
kill	-9 pid	„shodit“ „zakouslé“ programy	-9: vynutit si jejich ukočení násilím, pid zjistíte příkazem ps
lpr	-P jmeno_tiskarny soubor	výstup souboru na tiskárně	
ls	-l příp. -la	vypsát obsah adresáře (listing)	-l: long, -la: zobrazit dlouhý výpis i skryté soubory (all)
man	jmeno_programu	online manuál	
mkdir	adresar	vytvoření adresáře	
more	asciisoubor	výstup ze souboru se bude posouvat po obrazovkách	další obrazovka se zobrazí stisknutím klávesy <return>
mv	-i zdroj cíl	přejmenuje/přesune soubor/adresář	
passwd		změna vlastního hesla pro přihlášení do systému	
ps	-aef (nebo -aux)	vypsát běžící procesy	zobrazí údaje o běžících procesech a jejich pid
pwd		ukáže cestu k aktuálnímu adresáři	
rm	-i soubor	smazat soubor	-i: kontrolní otázka
rm	-ir adresar	vymazat celou adresářovou strukturu	-r: rekurzivně i s podadresáři
rmdir	adresar	smazat prázdný adresář	
script	logsoubor	nahraje použité příkazy do souboru	ukončuje se pomocí dvojhmatu Ctrl-D
tail	-n soubor	vypíše poslední řádky souboru	-n: kde n značí počet řádek, které se mají vypsát
tar	-xvf archiv.tar	rozbalit archiv	
tar	-cvf novy_archiv.tar zdroj	vytvořit nový archiv z adresáře zdroj	nezaměňujte volby -c a -x!
telnet	jmeno_pocitace	terminál pro vzdálené počítače	jmeno_pocitace: např. jeho internetová adresa
which	soubor	vyhledat cestu k souboru	pokud hledáte, kde se vlastně příkaz na disku nachází
zip	novy_balik.zip soubor	komprimuje soubor	s volbou -k vytvoří archiv PKZIP

3 GRASS jako geografický informační systém

Geografický informační systém (GIS), jako je GRASS, představuje obsáhlou sadu nástrojů pro sběr, ukládání, zpracování, transformaci a zobrazování prostorových dat reálného světa (podle [Burrough–McDonnell–98, str. 11]). Přitom jsou tyto digitálně kódované jevy a objekty reálného světa primárně uloženy podle své geografické polohy a lze je tedy umístit do vzájemného vztahu.

3.1 Správa geografických dat

Jevy a objekty (označované také jako entity) uložené v geografickém informačním systému se vyskytují ve dvou základních strukturách. Jsou to

- spojité jevy, které jsou v prostoru jaksi plošně neohraničené (např. teplota nejspodnější vrstvy atmosféry)
- diskrétní jevy, to znamená ohraničené plochy (např. jezera či budovy); liniové prvky (např. silnice nebo železniční tratě), stejně tak bodové informace (např. data z geologických vrtů).

Pro tyto ve svém charakteru velmi rozdílné typy dat jsou dostupné vhodné datové struktury. A to takové, aby bylo možné tato data uložit v digitální formě s co možná nejmenšími informačními ztrátami.

Při výběru náležité datové struktury záleží na požadovaném měřítku a tím také na rozlišení dat. Fotbalové hřiště vypadá z vesmíru jako bod, naopak z bezprostřední blízkosti se jeví jako ohraničená plocha.

V geografickém informačním systému rozlišujeme mezi čtyřmi základními datovými strukturami (viz obr. 3.1). První tři typy reprezentují polohová data, u čtvrtého se potom jedná o data popisná (atributová):

rastrová data: struktura používaná především pro data reprezentující spojité jevy. Vytváří se matice pravidelně rozmístěných buněk. Každá tato buňka získává příslušný atribut (vlastnosti, popisné datum), který ve své podstatě reprezentuje jev určený k uložení (např. hodnota teploty). Uložení hodnot do buněk se děje na základě souřadnic. Jednotlivé buňky jsou v datové matici rozmístěny do řádků (*rows*) a sloupců (*columns*, *cols*). Specie polohy tak může být udána jak geografickými souřadnicemi, tak řádkem a sloupcem.

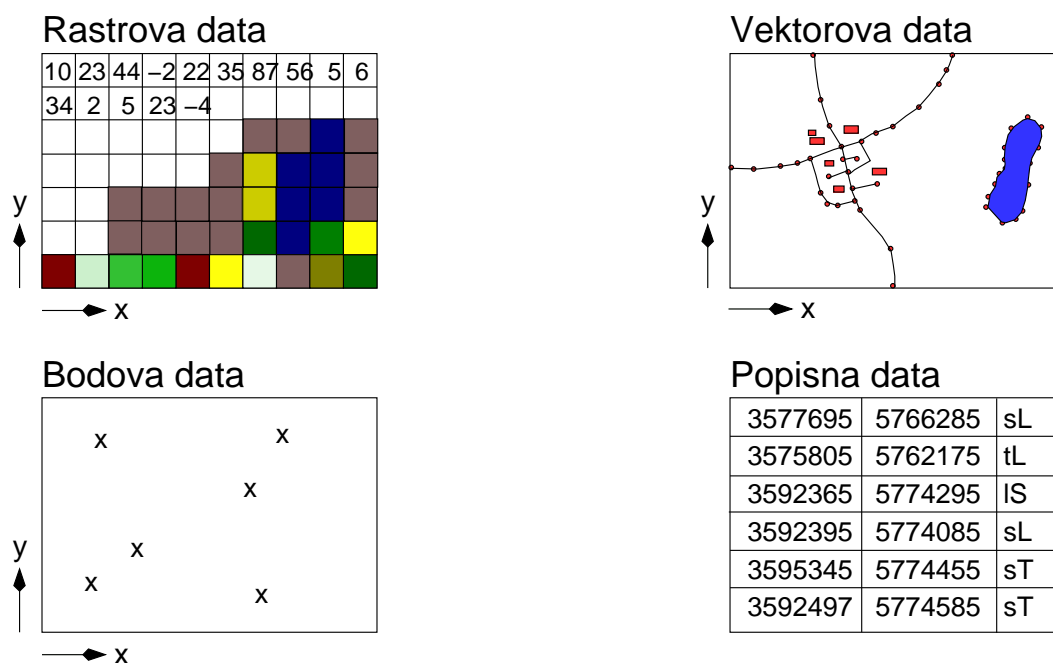
vektorová data: se využívají při ukládání informací o liniích, popř. uzavřených liniových tazích (polygony) či pro definici homogenních ploch. Linie spojuje dva koncové body, které jsou dány souřadnicově. Může nést jeden či více atributů (vlastnosti, popisná data).

bodová data: reprezentují informace v prostoru nepravidelně rozmístěné. V některých GISech, například i v GRASSu, můžete tento typ dat uložit také ve formě vektorových dat (bodů). Každý bod má svoje souřadnice a jeden či více atributů (vlastnosti, popisná data).

popisná data: jedná se o atributy ve formě datového záznamu. Často jsou uloženy v externím databázovém systému, který je připojen ke GISu, popř. v omezeném množství také přímo v GISu.

Datová struktura v geografickém informačním systému není považována za neměnnou, přirozeně existují možnosti konverze mezi různými formáty. Například vrstevnice, které jsou odvozeny z digitálního modelu terénu (v rastrovém formátu) jsou představovány vektorovými liniemi. Naproti tomu se při interpolaci modelu terénu z vrstevnic (ve vektorovém formátu) vytváří mapa ve formátu rastrovém. Konverze mezi jednotlivými datovými strukturami probíhá interně v právě běžícím GISovém modulu. Podle nastaveného rozlišení hrozí více nebo méně silná informační ztráta (viz obr. 3.2).

Data v dnešních GISech, jako jsou GRASS nebo ARC/INFO, jsou převážně povahy dvou-dimenzionální (2D) nebo dvouapůldimenzionální (2.5D), jak ukazuje obr. 3.3. V dvoudimenzionálním případě se jedná o plošné informace. Pokud je k dispozici ještě třetí informace, hovoří se o dvouapůldimenzi. Příkladem mohou být např. výšková data. Zde se uchovávají výškové informace společně s polohovými (x, y, z data), chybí však doplňkové informace. Až teprve v 3D systému se ukládají i dodatečné popisy ploch těles (např. povrch budov, půdní profily). V současné době směřuje vývoj k těmto pravým 3D GISům se zaměřením na 4D GIS, v němž je navíc brán zřetel na časovou složku. Pro třídimenzionální rastrová data používá GRASS 5.0.x zcela nový datový formát a rozšířený bodový formát (viz [Brandon–Kludt–Neteler–99]). Od GRASSu 5.1.0 je podporováno také zpracování 3D vektorových dat s DBMS integrací.



Obrázek 3.1: Datová struktura v GISu:

rastrová data: zobrazení atributů jako hodnoty buněk, popř. barvy buněk

vektorová data: liniové a plošné informace jsou spojeny s atributy, vektorové linie jsou dány uzlovými body

bodová data: spojena s atributy

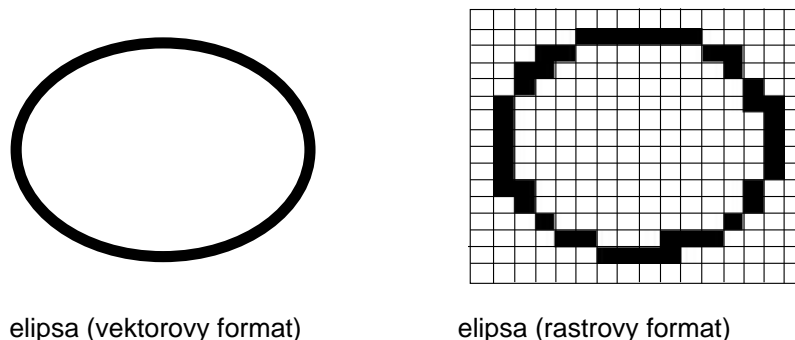
popisná data: uložení atributů se souřadnicemi do tvaru tabulky v databance

Správa rastrových dat

Při uložení dat v rastrové formátu se zájmová oblast projektu rozdělí do čtvercových¹ buněk stejné velikosti. Informace jsou tak uchovávány v datové matici. Plošná data uložená v této struktuře mohou být spojitá, anebo mohou obsahovat prázdná místa s nulovými daty („no data“). V prvním případě disponuje každá rastrová buňka svou hodnotou, v druhém případě není částí buněk přiřazena hodnota žádná. Každá buňka může přitom nést libovolnou hodnotu, obsah buňky je však homogenní. Zachycuje tak geografickou plochu v závislosti na zvoleném rozlišení rastru (např. 12×12 m). Rastrová buňka tak představuje elementární jednotku rastrového formátu. Zvolené rozlišení má tedy přímý dopad na informační obsah, popř. kvalitu dat. Dvoudimenzionální rastrová buňka je označována jako „pixel“ („Picture Element“), třídimenzionální buňka jako „voxel“ (*Volume Pixel*). Typickým příkladem dat, která jsou ukládána v rastrovém formátu jsou obrazová data jako letecké a satelitní snímky či pravidelně rozmístěné výškové informace. Naskenované mapy jsou rovněž rastrovými daty.

¹Pozn. překl.: Tvar rastrových buněk může být obecně libovolný, nemusí být nutně čtvercový.

Přednosti rastrového formátu také spočívají v možnosti spojení několika map do jedné, kdy jsou prováděny matematické operace na úrovni buněk. Lze tak odvodit nové rastrové mapy. Je možné stejně dobře využít algebraické funkce, boolovskou logiku či formulovat podmínky. Rastrové buňky zvolených map se navzájem přepočítají na základě své zeměpisné polohy. Velmi dobře modelovatelné jsou např. dopravní procesy. V tomto případě je daná informace velmi snadno přenosná na sousední buňky.



Obrázek 3.2: Srovnání rozlišení elipsy ve vektorovém, resp. rastrovém formátu

Nevýhody tohoto formátu spočívají v nepřesném zobrazení zakřivených ploch v závislosti na rozlišení („schodový efekt“, viz obr. 3.2) či rastrovém rozlišení mapových homogenit u většiny geografických informačních systémů, jakým je také GRASS. Kromě toho se velmi rychle generují velmi obsáhlá data. Tuto nevýhodu lze (podle [Brandon–Kludt–Neteler–99, str. 184]) považovat díky rychle stoupající hardwarové kapacitě za zanedbatelnou.

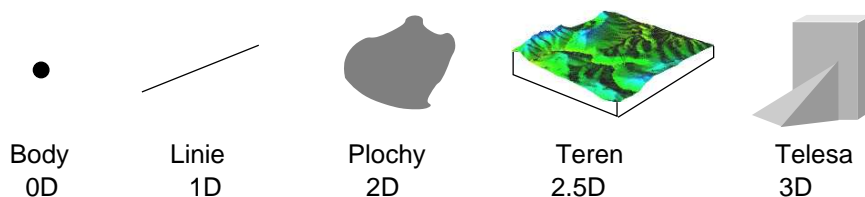
Správa vektorových dat

Data uložená ve vektorovém formátu jsou diskrétní (ohraničená) na základě své hranice či středové linie, např. pozemek, silnice, řeka atd. Vektorová data mohou být reprezentována následujícími typy:

- **Body:** vztahují se k zobrazení stanoviště (např. poloha vrtu) popř. jde o opěrné body (uzly, *vertices*, *nodes*) vektorových linií. V některých GISech, např. v GRASSu, mohou existovat paralelně jako vlastní² formát (bodový formát: „Sites-Format“).
- **Linie:** slouží pro vyjádření liniových informací (např. komunikace) nebo představují hraniční linie ploch ve tvaru uzavřených polygonů. Podle zvoleného měřítka jsou použity hraniční nebo středové linie.

²Pozn. překl: To platí pro GRASS < 5.7. Od verze 5.7 již není vlastní bodový formát podporován. Body jsou ukládány ve formátu vektorovém.

- Plochy: jsou uzavřenými polygony reprezentujícími plošné, homogenní objekty.



Obrázek 3.3: Dimenze dat v GISu, podle [Rase–98, str. 19]

V GISech se tedy pro popis linií či ploch ve vektorovém formátu využívají body (uzly) a liniové tahy, popř. pro bodové informace osamocené uzly. Před uložením dat se v GRASSu volí vhodný typ (bod, linie, plocha).

Vektorové plochy reprezentují homogenní oblasti. Na rozdíl od rastrových ploch mají volně definované hranice a nejsou omezeny použitým rozlišením. Vektorové plochy tak lze velmi dobře použít pro exaktní popis tvaru. Každá vektorová linie je v prostoru přesně lokalizována – její uzly jsou souřadnicově určeny.

V některých GISech, také v GRASSu, je omezeno exaktní popsání tvaru zakřivených linií. Křivka je reprezentována lomeným polygonem. Ostatní GISy používají pro vyjádření křivek jako vektorového elementu doplňující oblouky (*arc*) nebo splines. Proto by křivky v GRASSu vyjádřené pomocí polygonu neměly obsahovat příliš dlouhé úseky.

V GISu se rozlišuje mezi geometrií a topologií. *Geometrie* udává pozici objektu v prostoru, *topologie* naopak vzájemnou relativní polohu částí objektu vůči sobě. Existuje také „quasi popis“, jako např. částí objektu, popř. různých objektů navzájem prostorově vztažených. Topologické informace jsou v GRASSu sestaveny interně.

Vektorová data se vyznačují jednou podstatnou vlastností a tou je právě topologie, která je v GISu sestavena a poté uložena. Tyto topologické informace mohou být posléze použity pro zodpovězení rozličných dotazů, či zprostředkovány pomocí GIS modulů aplikovaných na soubor vektorových dat [Bartelme–95, str. 18]:

- vzájemné vztahy mezi prvky
- prvek obsahuje (prostorově) jiný prvek (body, popř. ostrovy)
- překrývání prvků
- vzájemná vzdálenost prvků

Pro topologický GIS, jakým je GRASS, představuje v praxi zaměření na topologii např. to, že sousední plochy obsahují společnou hraniční linii, která nesmí být uložena jako dvě přes sebe

ležící linie. Z toho vyplývá podstatná výhoda oproti desktop GISům jako je např. ArcView, které touto metodou správy dat nedisponují.

Přednosti vektorového formátu spočívají v dobrém, na měřítku nezávislém zobrazení diskrétních prostorových jevů. Plochy a linie tak mohou být zobrazeny zcela exaktně. Ve srovnání s rastrovým formátem je objem dat velmi malý, vedle liniových tahů a uzlů se ukládají také atributy. U plošných informací lze množství dat silně zredukovat metodou isolinií. Zobrazení objektu je potom zcela jednoznačné. Díky tomu lze následně klást v GISu objektově orientované dotazy.

Vektorový formát není ale příliš vhodný pro vyjádření quasi-kontinuálních plošných dat (jako např. obrazových či výškových dat). V tomto případě nejsou plochy homogenní. V prostoru jsou stěží postižitelné např. dopravní procesy. Geometrická ořezávání různých vektorových map (zprostředkované plochy s určitou kombinací atributů) jsou velmi náročná a poukazují na následující problém. V důsledku stěží odvrátitelných chyb při vektorizaci může vzniknout velké množství mikroploch, které musí být následně manuálně upraveny.

Správa bodových dat

Bodová data mohou být kupříkladu výsledky měření, které byly získány náhodně v prostoru. V tomto formátu tak lze uchovávat hodnoty všeho druhu: data z klimatických stanic, výšková data, data z vrtů atd. Bodová data jsou často vyhodnocována geostatistickými metodami. Obvykle jsou v prostoru rozmístěna nepravidelně. Chybějící hodnoty mohou být interpolovány právě geostatistickými metodami, kdy vznikají spojitá data uložená v rastrovém formátu.

Některé GISy, mezi něž patří i GRASS, implementují dodatečně k vektorovým bodům vlastní bodový formát. V ostatních případech jsou identické s body vektorovými. V GRASSu jsou označovány jako *sites* (podle „sites format“). Tyto *sites* je možné přímo konvertovat do vektorového formátu jako vektorové body, popř. z vektorového formátu do „sites formátu“. Na bodovém formátu je postavena řada geostatistických modulů.

Správa popisných dat - GIS a databanky

Popisná data jsou informace, vztažené k souřadnicovým datům. Jedná se o tematická data, tzv. „atributy“. Tvoří tím vlastní kategorii. Popisná data jsou uložena v databance, která obsahuje také odpovídající souřadnice nebo identifikátor objektu. Tato databanka může být interní součástí GISu nebo externě připojena. Pro GRASS je plánováno plně funkční rozhraní pro externí databanku (*Oracle*, *Informix*, *PostgreSQL*, atd.) a to ve verzi GRASS 5.1³. V interní databance GRASSu bohužel existuje jisté omezení - k vektorovému prvku se dá přiřadit pouze

³Pozn. překl: Jedná se tedy o verzi 5.7, kde již bylo toto rozhraní úspěšně aplikováno.

jeden atribut, resp. jedna hodnota pro rastrovou buňku.

GRASS jako hybridní GIS

Pravidlem je udávat polohu dat vzhledem k jejich datové struktuře. Výhody a nevýhody rastrového, popř. vektorového formátu se v zásadě navzájem ruší. Při správné volbě formátu by se tak nemělo vyskytnout mnoho problémů. Na počátku projektu je nicméně nutné zvolit vhodný formát datové sady, která bude posléze uložena v databance. V některých případech však možnost volby prakticky neexistuje. Převod dat mezi jednotlivými formáty (s ohledem na možné informační ztráty) je možný pouze v případě existence konverzních modulů. Vhodnost daného formátu dat přirozeně závisí na rozdílných účelech, nelze tak uplatnit obecně platné formulace o tom, jaký z daných formátů je vhodnější. Ve většině případů určují formát integrující se nezpracovaná data.

3.2 Koncepce GISu

Na tomto místě se pokusíme ozřejmit zařazení GRASSu v rámci mnohotvárnosti současných geografických informačních systémů. Bude řeč o běžných koncepcích GISu.

Možností organizace prostorově orientovaných dat do celistvého geografického informačního systému existuje celá řada. Návrh organizace dat je závislý na jejich struktuře. Výše popsany rastrový, vektorový a bodový formát je zastoupen ve většině koncepcí GISu.

Layer GIS

V tomto GISu jsou geografické informace uloženy v různých vrstvách, které jsou souřadnicově připojeny. Tak například topografické mapy obsahují řadu rozmanitých informačních vrstev: jde o lesní plochy, komunikace, zastavěné plochy, vodní toky, atd. Každá informační vrstva je v tomto modelu uložena samostatně a následně i kartograficky zpracována. Jednotlivé vrstvy jsou orientovány prostorově. Jejich překrytím tak lze agregovat výslednou topografickou mapu. Tento model GISu odpovídá tzv. „létajícím koberecům“. GRASS tak jako zástupce tohoto modelu patří do majoritní skupiny geografických informačních systémů.

Výměna dat je u tohoto modelu velmi jednoduchá – rastrová, vektorová či bodová data lze importovat, resp. exportovat i jako pouhé výřezy. Každý externí soubor přitom odpovídá jedné informační vrstvě, uložené ve vektorovém, rastrovém, popř. bodovém formátu. Lokalizace objektů je v GISu prováděna souřadnicově ve zvolené informační vrstvě. Nová datová vrstva je jednoduše vytvořena na základě stávajících vrstev.

Pro daná data lze definovat jejich optimální formáty: spojitá data bývají uložena v rastrovém formátu, lokálně homogenní plošná data nebo liniové prvky (např. komunikace) naopak

ve formátu vektorovém. Naměřené hodnoty jsou většinou uloženy jako bodové informace. Možnosti konverze mezi jednotlivými datovými strukturami jsou na vysoké úrovni. Naskenovanou analogovou topografickou mapu lze importovat do podoby rastrové mapy. V dalším kroku se provede vektorizace („digitalizace“ – jemně mlhavý pojem) relevantní informace a to manuálně nebo automaticky. Vektorová data mívají objektový charakter, pro uložení atributových informací je potom připojena databanka.

Nevýhoda tohoto modelu spočívá v nevhodné správě objektově orientovaných dat jako např. katastrálních dat. Jednotlivé objekty nejsou dost dobře skladovatelné. Pro tato data je žádoucí použít objektově orientované uzavřené datové sklady („black-box“ ukládání), jinak se nedá uchování objektově orientovaných objektů dost dobře realizovat. V tomto modelu nelze obecně vybudovat interní objektovou strukturu (při katastrálních datech, např. pozemková správa s nahromaděnými informacemi o budovách).

Síťově orientovaný GIS

Důraz je kladen především na správu liniových prvků, popř. spádových oblastí. Nasazeny jsou především v zásobovací a spádové oblasti, pro plánování sítě (doprava atd.) a pro vedení katastru. Hlavním aspektem je správa síťové topologie [Bill–96, str. 296].

V popředí stojí správa atributů liniových prvků a tahů, tedy propojení s dalšími popisnými daty, jako např. obchodními daty nebo síťovými informacemi vázanými k lokálnímu stanovišti. Příkladem může být správa sítě kanálů, zahrnující stav kanalizace spojený s externími daty jako např. fotografiemi dokumentujícími průchodnost stok atd. Nejnovější aplikaci lze nalézt v navigaci vozidel: zde jsou společně spravována lokální data a dopravní informace (stav, dovolená rychlost, atd.).

Ve standardní verzi GRASSu 5.0.x však nejsou k dispozici pro síťové analýzy žádné relevantní moduly. Naopak v GRASSu 5.1.0⁴ již tyto funkce byly integrovány. K dispozici jsou různé algoritmy: pro nejkratší cestu, tvorbu podsítí, problém obchodního cestujícího, atd.

Objektově orientovaný GIS

Objektově orientovaný model GISu je reprezentantem nové vývojové větve. Vlastnostmi se zcela odlišuje od „Layer GISu“ a používá i vlastní datovou strukturu. Data se ukládají ve formě uzavřených objektů, obsahujících polohové a popisné informace. Objektem může být například komplex budov jehož „obsah“ je dále GISem spravován.

Model „black box“ lze použít díky „zapouzditelnosti“ objektu. Objekty obsahují tzv. „vlastnosti“ a „metody“. Vlastnosti popisují datovou strukturu, metody naopak zabezpečují výměnu

⁴Pozn. překl.: V této době je situace trochu jiná: stabilní verze 5.4.0, testovací 5.7. Moduly pro síťové analýzy jsou tedy začleněny až do GRASSu 5.7.

dat mezi objekty navzájem.

Pro tvorbu objektů existuje celá řada přístupů [Bartelme–95, str. 45]:

- agregace: části objektu jsou shrnuty do komplexního celku. Model „black box“ působí navenek uzavřeně;
- asociace: shrnutí při kterém nedochází k zásahu do žádné z částí objektu;
- generalizace/specializace: odkaz na část objektu, která je součástí nadřazené skupiny;

Vlastnosti a metody jsou „dědičné“. Při definici nových objektů jsou tedy snadno přenositelné. Přičemž funguje dědičnost, rodičem je komplexní objekt. Modifikace jednotlivých objektů se děje na základě jednoznačného identifikátoru či souřadnic.

Přednost této koncepce spočívá v možnosti vytvoření komplexní objektově orientované datové struktury. Z toho vyplývají dobré možnosti správy především v oblasti katastru. Lze kupříkladu udržovat informace o pozemcích, zda jde o zastavěnou či nezastavěnou plochu, o stavu budov. Je možné přiřadit i další informace, jako rozdělení na byty a kancelářské plochy s informacemi o vlastnících. Pomocí agregace lze všechny podskupiny uložit do jednoho komplexního objektu „budovy“, všechny pronajaté kanceláře naopak umožňuje shrnout metoda asociace.

Podstatná nevýhoda tohoto modelu spočívá v tom, že správa kontinuálních plošných dat, která jsou důležitá pro fyzickou geografii a krajinnou ekologii, je v objektové formě nevýhodná. V současném GRASSu nejsou začleněny žádné objektově orientované funkce.

Multimediální GIS

Multimediální GIS většinou představuje jakousi nadstavbu (tj. doplněk) pro „Layer“ či objektově orientovaný GIS. Je součástí internetového řešení GISu, může se však jednat také o animace a zvukové doprovody. Zvláště oblíbená je 3D vizualizace krajiny („přelet“ nad zájmovou oblastí). Obrázek 3.4 demonstruje bezproblémovou integraci GRASSu jako online aplikace, jde o „GRASSLinks“ založeného na CGI/Perl skriptech.

Standardní GRASS nenabízí žádnou možnost přímé integrace multimediálních prvků do mapy, na druhou stranu lze však jednoduše produkovat např. animace (modul: *xganim* a *NVIZ*).

3.3 Mapové projekce v GRASSu

Analogové a digitální mapy představují dvoudimenzionální zobrazení třidimenzionálních geografických dat uložených a posléze i zobrazených v dané mapové projekci (geoid – model zemského povrchu, popřípadě pouze jeho části). Pro data je obvykle použito lokální kartografické zobrazení a související souřadnicový systém, v Německu a v dalších evropských zemích jde

o systém Gauß-Krüger⁵. Mezi velmi rozšířené systémy patří také UTM. Častý je také systém zeměpisné délky a šířky, který bývá zobrazen na většině map.

Mapová projekce je zapotřebí jak pro mapu jako takovou, tak pro geografický informační systém. Data, popřípadě mapy, uložené v GISu lze vnímat jako „elektronické mapy“.

Před samotným importem geodat je nejprve nutné v GRASSu definovat oblast projektu (zájmovou oblast). S tím také souvisí udání informací o použité mapové projekci, které jsou velmi důležité pro import, správu a zobrazení dat.

V následujícím textu budou krátce představeny dvě všeobecná zobrazení spolu s korespondujícím souřadnicovým systémem.

Kartografické zobrazení využívá pro zobrazení zemského tělesa v daném geografickém souřadnicovém systému (zeměpisná délka a šířka, *Meridians* a *Parallels*) rotačního elipsoidu. Souřadnice jsou uvedeny buď ve tvaru stupně:minuty:vteřiny nebo ve tvaru desetinném (stupně, zbytek za desetinnou tečkou).

Hranice zájmové oblasti projektu jsou v GISu udány obvyklým způsobem ve tvaru desetinného čísla. Souřadnicové údaje jsou však často na mapách uvedeny ve tvaru stupně:minuty:vteřiny, proto je nutné tyto hodnoty přepočítat na desetinný tvar. V tomto případě se vezmou stupně, minuty se vydělí hodnotou 60 a vteřiny 2×60 (3600). Nakonec se sečtou stupně s přepočtenými minutami a vteřinami.

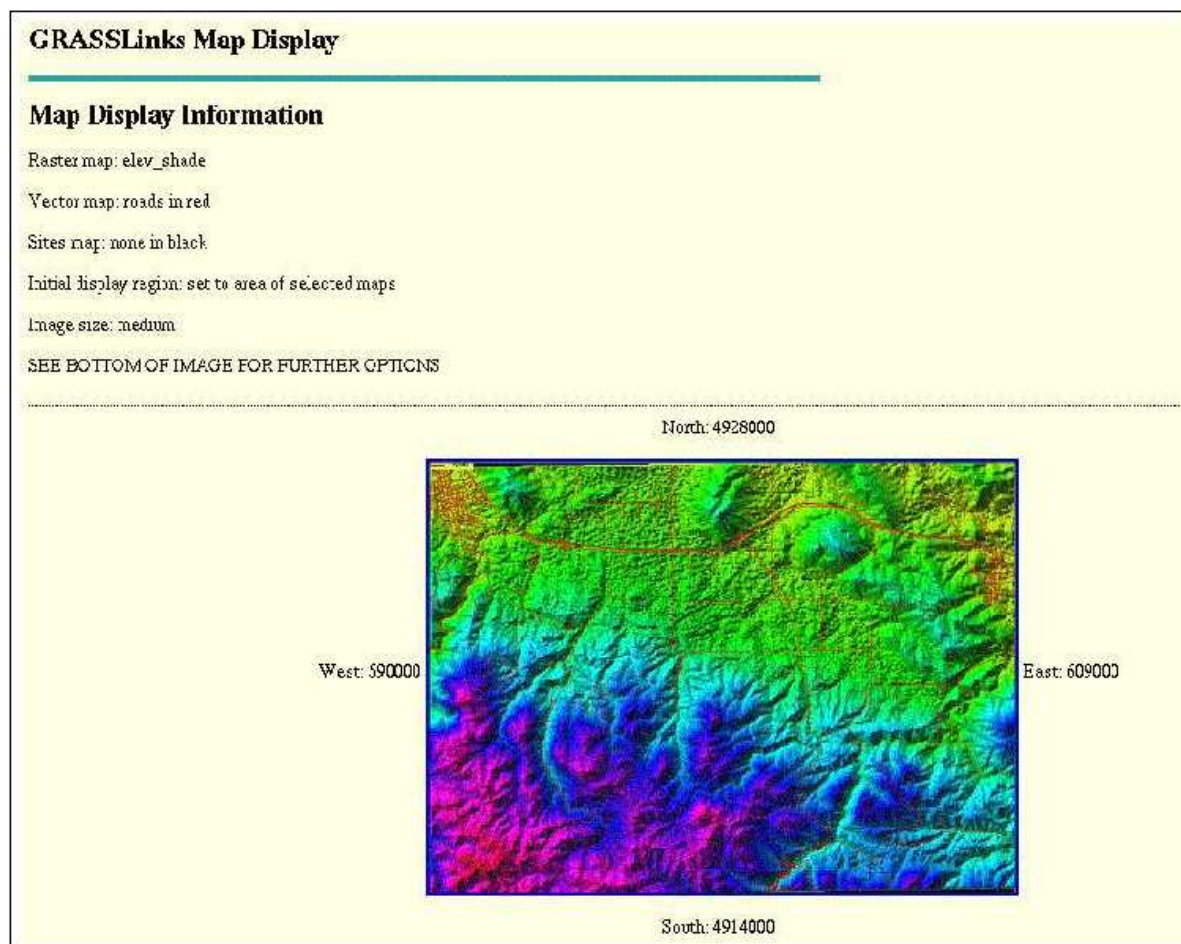
Početní příklad: 12 stupňů 45 minut 50 vteřin (12:45:50)

12 stupňů	->	12.00000 stupňů	
45 minut / 60	->	0.75000 stupňů	
50 vteřin / 3600	->	0.01389 stupňů	
		-----	součet
		12.76389 stupňů	(desetinný tvar)

Obdobně jako u stanovení zájmové oblasti je zapotřebí postupovat také u definice rozlišení rastrových dat, které je rovněž uvedeno ve tvaru desetinného čísla⁶. Pro každou oblast projektu je nutno definovat v GRASSu standardní rozlišení. To však neznamená, že by rastrová mapa nemohla obdržet rozlišení jiné. Stanovené rozlišení však není relevantní pro vektorová a bodová data. Ty jsou totiž zpracovávány přímo – souřadnicově. Při přepočtu hodnot z desetinného zápisu na stupně, minuty a vteřiny se postupujte takto:

⁵Pozn. překl.: U nás je nejrozšířenější S-JTSK (především v civilním sektoru) následovaný S-42 a nově i systémem UTM.

⁶Pozn. překl.: Jde o poněkud zavádějící informaci. V aktuální verzi GRASSu lze definovat hranici zájmového území či rozlišení i ve tvaru stupně:minuty:vteřiny.



Obrázek 3.4: Úkazkové použití GRASSLinks: GRASS jako online GISu

Početní příklad: 12.7639 stupňů (desetinný tvar)

12.76389 stupňů -> 12 stupňů, zbytek 0.76389

0.76389 * 60 -> 45 minut, zbytek 0.8334

0.8334 * 60 -> 50 vteřin

 12:45:50 stupňů (tvar stupně:minuty:vteřiny)

Poznámka: Zápis ve tvaru desetinného čísla se v GRASSu používá následovně: západní délka a jižní šířka je záporná, východní délka a severní šířka je potom kladná (např. město Murcia, ES: -1.167, 38.0). V případě zápisu stupně:minuty:vteřiny jsou hodnoty pouze kladné, kvadrant určuje příslušné písmenko (Murcia, ES: 1:10:0W, 38:0:0N).

Geodetické systémy jako Gauß-Krüger nebo UTM (*Universal Transverse Mercator*) jsou

založeny na konformním zobrazení⁷ (konformní, resp. úhlojevné zobrazení [Bill–96, str. 200]). Jako referenční plocha se zde místo „koule“ používá rotační elipsoid. Namísto sférických souřadnic (délka a šířka) se používají souřadnice pravoúhlé, jedná se tedy o pravoúhlý souřadnicový systém. Rozvinutím válce do roviny pak vznikne „mapa“⁸. Geodetické systémy se používají pro mapová díla velkého a středního měřítka. Při zobrazení jednotlivých regionů se vyžaduje co možná nejmenší zkreslení. Zobrazení větších celků jsou kupříkladu založena na překrytí jednotlivých map, které poté tvoří souvislý celek.

Systém Gauß-Krüger vzniká „otočením“ válce umístěného v normální poloze⁹ (v tomto případě je referenční plochou Besselův elipsoid). Válec se tak referenčního elipsoidu dotýká přesně podél zvoleného poledníku (tento poledník je označován jako dotykový, střední či základní). Na válec se promítají pouze dva úzké pruhy východně a západně od dotykového poledníku. Mají rozsah 2° na zemské povrchu se zkreslením max. 12 cm na 1 km [Bill–96, str. 204]. Toto zobrazení je označováno také jako transverzální Mercatorovo. Promítané pásy nemají paralelní okraje. Proto nejsou kraje map paralelní k okrajům mapového listu. Na tento fakt je třeba dbát zvláště při georeferencování v prostředí GISu.

Systém UTM vznikl modifikací systému Gauß-Krüger. „Překlopený“ válec¹⁰ je pouze o něco menší (faktor 0.9996). Jako referenční plocha slouží Hayfordův mezinárodní elipsoid popř. WGS-84. Z výše uvedeného však vyplývá, že nejde o dotykový válec. Nezkreslené poledníky jsou tak dva – v místech kde válec protíná referenční plochu.

Jednotlivé pásy (systém Gauß-Krüger: 3° , UTM: 6°) se nepatrně překrývají. Pro každou zónu (označovanou jako pás) tak platí vlastní dotykový poledník. Pásy systému Gauß-Krüger používaného v Německu jsou široké kolem 100 km, přičemž vzájemné překrytí dosahuje 23 km [Bill–96, str. 202].

Souřadnicový systém Gauß-Krüger používaný v Německu, Rakousku a dalších zemích je vytvořen následovně (viz obr. 3.5): střední poledník tvoří osu x , rovník potom osu y . Vzhledem k transverzálnímu zobrazení je celkový souřadnicový systém natočen proti směru hodinových ručiček.

- Osa x je vedena v severojižním směru a udává zeměpisnou šířku (*Northing*, narůstající od rovníku směrem k severu, jednotkou je metr).
- Osa y potom přirozeně vede ve směru východozápadním a nese zeměpisnou délku (*Eas-*

⁷Pozn. překl.: To znamená kartografické zobrazení, v němž nedochází ke zkreslení úhlů.

⁸Pozn. překl.: Jedná-li se o válcové zobrazení.

⁹Pozn. překl.: Tj. osa válce je totožná s osou referenční plochy.

¹⁰Pozn. překl.: Válec v transverzální poloze.

ting).

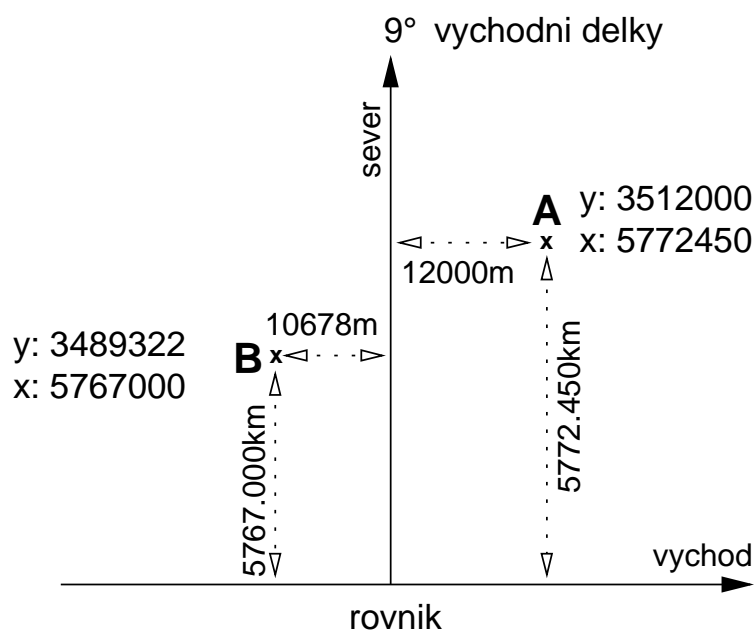
Hodnota na ose y vzniká podle následujícího klíče: První cifra vznikne dělením zem. délky středního poledníku třemi (zeměpisná délka středního poledníku / 3). Abychom se vyvarovali záporných hodnot, přičte se konstanta $n500000$ m (tzv. *False Easting*). Za n se dosadí hodnota určená z dotykového poledníku (např. 3 500 000).

Poloha bodu se tak odvodí ze vzdálenosti od dotykového poledníku a rovníku.

Ve vertikálním směru se udává vzdálenost od rovníku, v horizontálním směru potom vzdálenost od aktuálního středního poledníku. Takto se dostanou požadované souřadnice bodu.

Gauß-Krüger - příklad A: $y: 3\,512\,000$ m, $x: 5\,772\,450$ m

Význam: střední poledník 9° východní délky, první cifra souřadnice y je 3, $9 = 3 * 3$). Bod tak leží $12\,000$ m východně od středního poledníku (druhá cifra: $5, 512\,000$ m – $500\,000$ m = $12\,000$ m). Od rovníku $5\,772\,450$ m severně.



Obrázek 3.5: Souřadnicový systém Gauß-Krüger pro příklad A a B

Gauß-Krüger - příklad B: $y: 3\,489\,322$ m, $x: 5\,767\,000$ m

Význam: středový poledník: 9° východní délky (souřadnice y začíná trojkou, $9 = 3 * 3$), bod tudíž leží $10\,678$ m západně od středního poledníku (druhá cifra: $4, 500\,000$ m – $489\,322$ m = $10\,678$ m). Od rovníku $5\,767\,000$ m severně.

V některých kartografických zobrazeních, jako tomu je u válcového zobrazení použitého v systému UTM, je navíc důležitý „Scale Factor“ (válec potom elipsoid protíná), u systému Gauß-Krüger činí 1.0.

Základem map bývalé NDR je rovněž transverzální Mercatorovo zobrazení, místo Besselova elipsoidu se však používal Krassovského elipsoid. Také tato projekce může být v GRASSu snadno definována.

K převodu souřadnic mezi různými projekcemi je od GRASSu 5.0.x k dispozici obzvláště vhodný modul `m.proj` (viz početní příklad dodatek A.5). Podporuje až 121 definovatelných mapových projekcí. Vedle manuálního přepočtu jednotlivých bodů lze výpočet provést i dávkově.

3.4 Zpracování a analýza geografických dat

Důraz je v GISu kladen na vyhodnocení dat. Spadají sem různé úlohy:

- určení prostorových informací
- agregace dostupných informací do nově vytvořených datových sad
- určení společných ploch a linií
- analýza prostorových souvislostí a vztahů
- simulace různých procesů

Obecně se rozlišuje mezi interními GISovými výpočty, analýzami a modelovými aplikacemi. Interní GISové výpočty a analýzy jsou pojaty poněkud všeobecněji, naopak modely jsou naopak tomu specializované pouze na určité problémy. Tyto modely mohou být integrovány buď přímo v GISu (přednost: mohou používat GIS funkce, některé z nich jsou v GRASSu přímo implementovány) nebo mohou být dostupné v podobě externích modelů (programů). Připojení je potom zprostředkováno vzájemnou datovou výměnou. Integrovaní schopnost modelů závisí především na otevřenosti GISu. GRASS je programový balík typu „open source“. Tím jsou dány ty nejlepší předpoklady – zpřístupněním kompletního zdrojového kódu a veškeré dokumentace. Velmi dobrý přehled funkcionality GISu spolu s praktickými příklady (pro srovnání GRASS, ARC/INFO a Idrisi) poskytuje [Wadsworth–Treweek–99].

Interní GISové výpočty a analýzy

Zásadním prvkem GISu je práce s prostorovými daty, které jsou uloženy v interní nebo externí databance. GIS umožňuje provádět analýzu vztahů mezi jednotlivými sousedními objekty, která pouze v systému databank není sama o sobě adekvátně proveditelná.

Těžiště práce v GISu spočívá v produkci nových dat, vytvářených na základě dostupných informací. Pro tento účel mohou být využity například algebraické funkce či logické podmínky. Cílem tak může být např. odstranění ploch s určitými vlastnostmi či výpočet chybějících hodnot mezi rovnoměrně rozmístěnými body.

Možnosti konverze mezi jednotlivými datovými strukturami, které jsou v GISu k dispozici (rastrový, vektorový a bodový formát), umožňují využití dat rozmanitým způsobem. Každá datová struktura poskytuje rozdílné možnosti analýzy. Proto jsou konverzní moduly tak významné.

Geostatistické metody sledují charakteristiky prostorového rozdělení dat, tedy analýzu prostorových distribučních funkcí. Geostatistika se užívá především pro klasifikaci či pro výpočet chybějících hodnot, které jsou interpolovány s vysokou pravděpodobností právě na základě prostorových distribučních funkcí. Takto lze odhadnout plošná rozdělení zkoumaných jevů z namátkově sebraných dat v terénu.

Připojení popř. integrace simulačních modelů

Simulační modely se v GISu používají pro sledování průběhu definovaného procesu nebo pro prognózu jednoho či více korelovaných jevů. Může se například jednat o simulace průběhu děje nebo např. vývoj kupní síly ve vztahu města a jeho okolí.

Modely, které jsou k dispozici, vždy představují určitý stupeň zjednodušení reality. V aplikaci jsou často nasazeny jako modely typu „černé skříňky“. Přesto je vždy zapotřebí zajistit, aby byly splněny požadované podmínky. Teprve potom lze získat přijatelné výsledky.

Většina modelů již obsahuje časové komponenty, jejichž přímé použití v GISu je ovšem stále ještě ve vývoji. V GRASSu 5.0.x jsou integrovány první zárodky aplikace „časových os“, tzv. „*Date Time-Library*“. Tímto způsobem je možné přidat rastrovým a bodovým datům jakýsi časový otisk. Funkce, které jsou k dispozici v programové knihovně GRASSu, lze plně použít ve vlastních GRASS modulech. Tímto způsobem lze zjistit absolutní časové body (např. sběr dat), stejně tak časové difference. To umožňuje snadné naprogramování simulačních výpočtů, které vyžadují časový faktor (4D GIS). GRASS poskytuje velký potenciál pro vlastní programování. Neumožňuje pouze využití těchto funkcí, nýbrž i plný přístup k veškerým nástrojům GIS knihovny (dokonce na úrovni zdrojového kódu), narozdíl od proprietárních systémů.

GRASS disponuje dvěma typy modelů, v nichž jsou implementovány obě možnosti propojení mezi GISem a modelem:

- modely, které jsou připojeny nepřímo přes rozhraní určené k výměně dat (např. erozní modely *r.agrps50.**)

- modely, které jsou přímo integrovány v GRASSu a používají funkce GRASS GIS (např. odtokové modely *r.hydro.CASC2D*, *r.water.fea*, erozní modely *r.answers* a *r.kineros*, simulace požárů *r.ros*)

Přednost druhého typu modelů spočívá v možnosti přímého zpracování dat v databance GISu a nasazení funkcí GISu. GRASS je modulární GIS s přístupným zdrojovým kódem. To umožňuje, za předpokladu znalosti programování v jazyce C, vývoj vlastních modulů.

3.5 Podporované datové formáty GISu

GRASS podporuje celou řadu datových formátů. Následující seznam je tematicky uspořádán:

rastrová data, import:

ASCII, ARC/INFO ascii grid, ERDAS LAN, HDF, GIF (8 bit), TIFF (8/24 bit), SUN Raster (8 bit), PPM (24 bit), TGA (24 bit)

rastrová data, export:

ASCII, BIL, ARC/INFO ascii grid, ARCTIFF, ERDAS LAN, HDF, MPEG, Povray, PPM (24 bit), TIFF (8/24 bit), TGA (24 bit)

vektorová data, import:

ASCII, ARC/INFO ungenerate, ARC/INFO E00, ArcView SHAPE, DLG (U.S.), DXF, DXF3D, GPS-ASCII, USGS-DEM, IDRISI, MOSS, TIGER, VRML

vektorová data, export:

ASCII, ARC/INFO ungenerate, ATLAS, DLG, DXF, IDRISI, MAPINFO, MOSS, SDTS, TIGER, XFIG

obrazová data, import:

BIL/BSQ, CEOS, ERDAS LAN, HDF, LANDSAT TM/MSS, NHAP aerial photos, SAR, SPOT (viz. rastrová data)

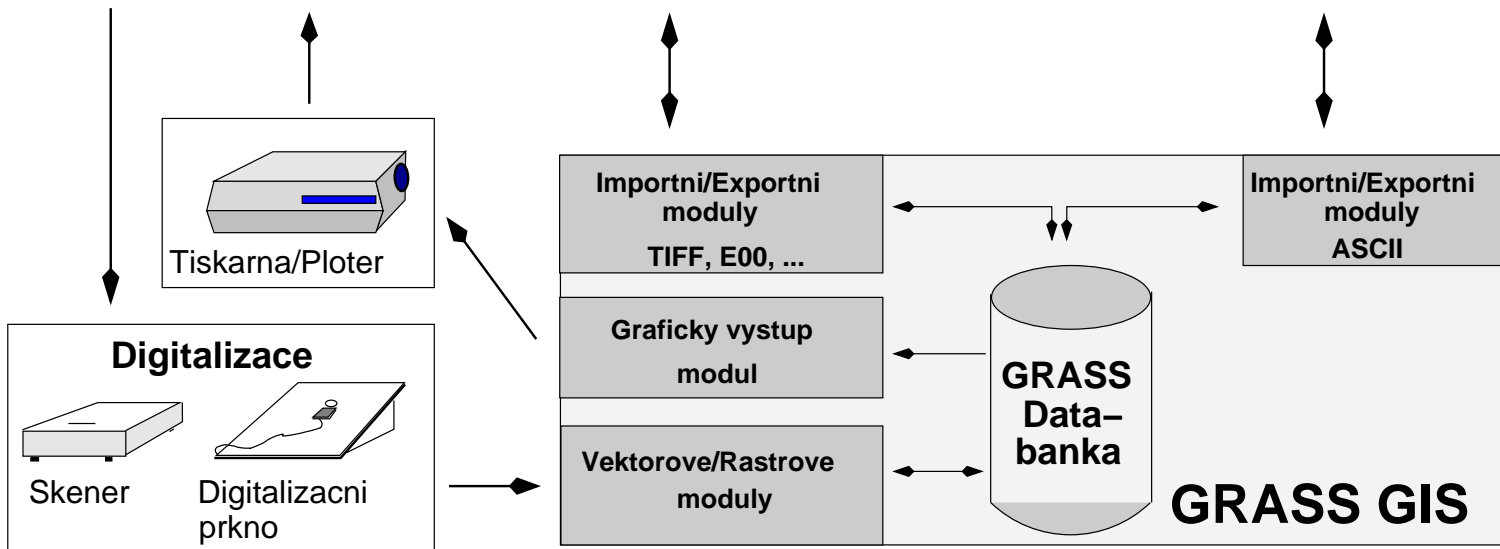
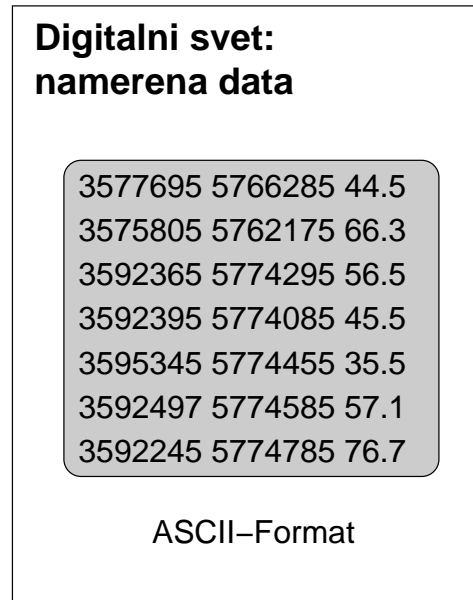
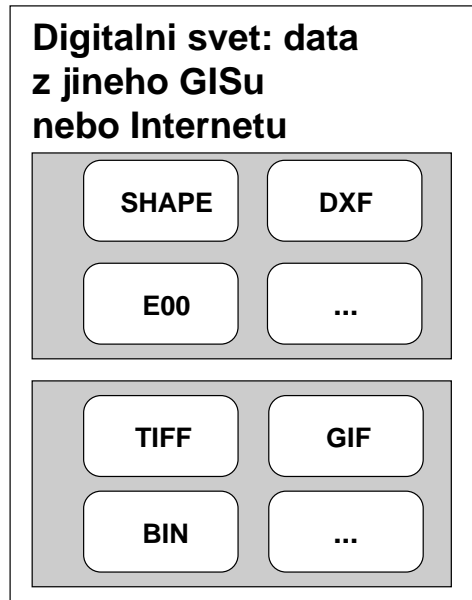
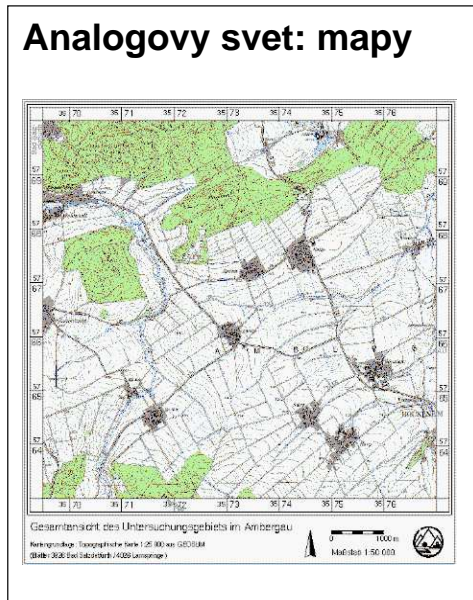
obrazová data, export:

BIL, ERDAS LAN, HDF (viz. rastrová data)

bodová data, import / export:

ASCII, U.S. Census PL94-171 dBase3 CD-ROM, U.S. Census STF1A dBase3 CD-ROM, přímo uvedené XYZ

V dodatku je popsána konverze vektorových dat z proprietárního GISu ARC/INFO do GRASSu. Na tomto místě je také krátce popsána řada modulů včetně speciálních poznámek. Datové toky v GRASSu znázorňuje obrázek 3.6.



Obrázek 3.6: Všeobecná výměna dat v GRASSu

Doporučená literatura na téma GIS a projekce

- Bartelme, N. (1995):** Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. Heidelberg
- Bill, R. (1996):** Grundlagen der Geo-Information-Systeme. Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. Band 2, Heidelberg
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A. (1998):** Principles of Geographical Information Systems. Spatial Information Systems and Geostatistics. Oxford
- GRASS Development Team (2001):** GRASS 5.0 Programmer's Manual. Trento, Italie. Na Internetu: <http://grass.itc.it/grassdevel.html>
- Clarke, K.C. (1997):** Getting started with Geographic Information Systems. New Jersey
- Evenden, J. (1995):** Projections in UNIX
- Johnston, C.A. (1998):** Geographic Information Systems in Ecology. Methods in Ecology. Oxford
- Saurer, H., Behr, F.-J. (1997):** Geographische Informationssysteme. Eine Einführung. Darmstadt
- Snyder, J.P., Voxland, Ph.M. (1989):** An album of map projections. U.S. Geological Survey. Professional paper 1453, Denver
- Wilhelmy, H., Hüttermann, A., Schröder, P. (1990):** Kartographie in Stichworten. 5. Aufl., Unterägeri
- Wadsworth, R., Treweek, J. (1999):** Geographical Information Systems for Ecology. An Introduction. Essex

4 První nástup do GRASSu

GRASS je v zásadě zcela běžným aplikačním programem. Počínaje verzí 4.2.1, disponuje grafickým uživatelským rozhraním, které lze obsluhovat pomocí myši. Vedle toho zůstala z předchozích verzí zachována možnost zadávání příkazů do terminálového okna GRASSu. Programová struktura je přece jen v něčem jiná, než bývá obvyklé. Příkazy GRASSu (obvykle nazývané *moduly*) jsou po jeho spuštění postaveny na úroveň systémových příkazů. Smysl tohoto počínání tkví v tom, že můžete v GRASSu bez jakéhokoli omezení používat celý UNIXový operační systém. Nováčky v GRASSu si pravděpodobně budou muset na tuto strukturu zvyknout, určitě ale rychle rozpoznají výhody, plynoucí z tohoto konceptu.

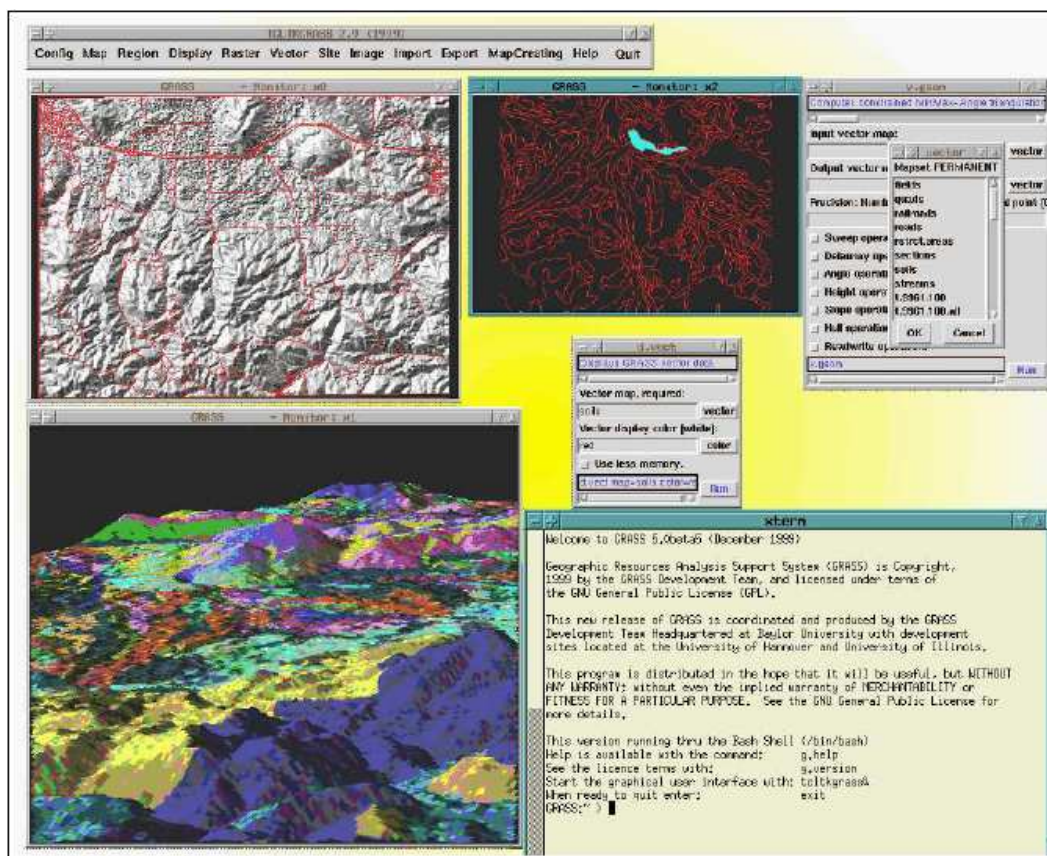
Uživatelské rozhraní „TclTkGRASS“ se ovládá pomocí myši. Je to pouze rozšíření, bez zvláštních GISových funkcí. TclTkGRASS v podstatě pouze spouští jednotlivé moduly a má sloužit k usnadnění práce (viz obrázek 4.1).

GISová data jsou v GRASSu skladována ve speciální adresářové struktuře. Před vlastním započítáním práce musíme vytvořit „standardní adresář“ (označovaný jako *GRASS-database*). V tomto adresáři bude později GRASS ukládat všechna data ve formě dalších podadresářů a souborů. Každému projektu je při definici jeho území přidělen v tomto adresáři jeho podadresář. Organizaci dat přenechte raději GRASSu. To platí také o všech operacích s daty, jako je přejmenovávání a mazání. Ruční změny mají smysl pouze ve výjimečných případech.

Grafický výstup dat, tedy okno sloužící k vykreslování map, není v GRASSu žádným obyčejným oknem. V tomto okně jsou vykreslována geografická data na základě geografických souřadnic. Mělo by se s ním zacházet nadměru opatrně. Grafická okna (takzvané *GRASS-monitor*) nesmí být v žádném případě vypnuta kliknutím myši na křížek v horním rohu, ale příkazem `d.mon`. Grafické rozhraní také umožňuje konfiguraci a obsluhu monitorů.

Funkce modulů je v GRASSu zřejmá již podle názvu. Rozeznáváme několik tříd funkčnosti: moduly pro vizualizaci dat, pro práci s vektorovými, rastrovými a bodovými daty, moduly pro obecnou práci se soubory, moduly pro vytváření map atd. První písmenko příkazu označuje skupinu příkazů, následuje tečka a jedno nebo dvě slova případně oddělená tečkou. Jde o názvy anglické a lehce srozumitelné. Tabulka 4.1 obsahuje seznam dostupných tříd funkčnosti.

A nyní několik příkladů pro příkazy GRASSu: `v.in.shape` patří do rodiny pro zpravování vektorových dat a importuje soubor ESRI/SHAPE, `r.buffer` počítá „buffer“ zónu rastro-



Obrázek 4.1: Použití grafického rozhraní GRASSu tzv. Tc1TkGRASS

vých linií nebo ploch, `d.measure` umožňuje měření vzdáleností a ploch myši v grafickém okně (GRASS-monitoru), `i.ortho.photo` vytvoří ortofoto mapu z naskenovaného leteckého snímku. Krátký popis k 250-ti příkazům najdete v příloze. Skoro všechny příkazy je možné použít jak z textové konzole (název modulu následovaný parametry v jednom řádku), tak interaktivně z grafického prostředí. Modul lze vyvolat bez parametrů, poté ale budete zasypáni smřstí otázek.

Nyní několik slov k dalším termínům GRASSu: Území projektu je v GRASSu označováno jako *location*. Ta je definována okrajovými souřadnicemi a mapovou projekcí. V této *location* se nacházejí jednotlivé pracovní oblasti – tzv. *mapsets*. Často stačí pouze jeden *mapset*, který zabírá celou *location*. Více *mapsetů* využijete např. při tématické práci. Při definici *location* byste měli myslet na to, že se tyto hodnoty již nedají změnit (případně pouze s jistými pokročilými znalostmi přímo v databance). Proto zvolte území raději větší, abyste předešli případným problémům. Oblasti, které nejsou pokryty žádnými daty vypadají na monitoru „černé“. Databanka v GRASSu je označována jako *database*.

předpona	třída funkčnosti	význam příkazu
d.*	display	grafické výstupy a 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 pro manipulaci s daty
m.*	misc	různé příkazy
p.*	paint	příkazy sloužící pro vytváření map
ps.*	postscript	příkazy pro vytvoření map ve formátu PostScript
	-	různé moduly, které nemají předponu, ale do GRASSu patří

Tabulka 4.1: Struktura názvů modulů GRASSu

Plánování databanky obecně nezabere v geografickém informačním systému příliš mnoho času. Jelikož se zvolenou strukturou stojí a padá veškerá práce, měli bychom zde postupovat nanejvýš obezřetně. Především bychom se měli pozastavit u rozlišení. Příliš velké rozlišení způsobuje jisté nároky na výpočetní čas procesoru a na kapacitu paměti, nízké rozlišení zase nevede k příliš přesným výsledkům. Optimum leží tedy někde mezi a závisí na nárocích a také na datech, která máme k dispozici.

Před tím, než vůbec začnete nějakou práci s GRASSem, založte ve svém domovském adresáři adresář (výše zmíněná *GRASS-database*, do které budou ukládána vytvořená data) (viz obrázek 2.2). Příklad:

```
$ cd $HOME
```

```
$ mkdir grassdata
```

Nyní můžete spustit GRASS příkazem (příkaz se může lišit v závislosti na verzi ¹):

```
$ grass4.3
```

nebo

```
$ grass5
```

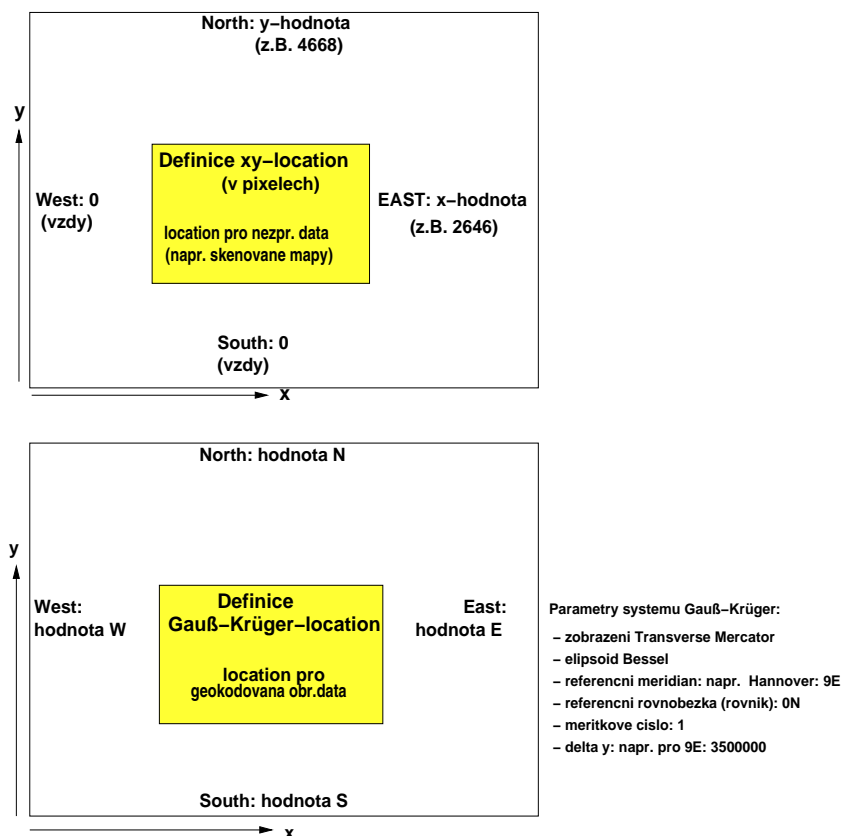
V zásadě se bude dít asi následující: jako první se objeví uvítací obrazovka GRASSu a budou požadovány některé údaje, které se týkají *GRASS-database* a cesty k ní. Název pro *location* (tedy zájmové území projektu), *mapset* a cesta k *database* (např. */home/emil/grassdata*).

Pokud zadáte do políčka formuláře výraz „list“ a následně stisknete klávesy **ESC** - **RETURN** pro opuštění formuláře, vypíše vám GRASS data, vztahující se k dané rubrice. Po zadání názvu *location*, *mapsetu* a *GRASS-database*, pokračujte dále stiskem kláves **ESC** - **RETURN**.

Při definici *location* je potřeba zadat geografické údaje, referenční elipsoid, okrajové sou-

¹Pozn. překl.: Je *velmi* nepravděpodobné, že by někdo pracoval s verzí 4.x

řadnice území projektu a standardní rozlišení pro rastrová data. V Německu a v některých dalších evropských zemích se pracuje se systémem Gauß-Krüger². Proto se na něj v této příručce zaměříme³. Základní představu o tom jak definovat *location*, naleznete na obrázku 4.2. Na rozdíl od jiných GISů, musíte v GRASSu nejdříve definovat zájmové území. Tedy ještě před tím, než vůbec spatříte uživatelské rozhraní. Co do efektivity se však nejedná o žádný markantní rozdíl, např. v programech firmy ESRI musíte oblast projektu definovat okamžitě po spuštění programu. Rozdíl je tedy pouze v pořadí.



Obrázek 4.2: Obecná definice *xy-location* příp. *Gauß-Krüger-location*

Nyní si ukážeme na příkladu, jak založit požadovanou *location*. Po startu GRASSu se tedy objeví uvítací obrazovka. Zde je požadován název *location*, *mapsetu* a cesta k databance GRASSu:

²Pozn. překl.: V Čechách a na Slovensku se Gauß-Krüger používal hlavně pro vojenské mapy. Civilní mapy jsou u nás k dostání hlavně v systému S-JTSK (Křovákovo zobrazení). V překladech se budeme snažit na případné odlišnosti poukázat. Jinak překládáme německý text tak, jak byl napsán.

³Pozn. překl.: A my se zaměříme na S-JTSK...

GRASS 5.0.3

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:  celle_____          (enter list for a list of locations)
MAPSET:   flussaue_____      (or mapsets within a location)

DATABASE: /home/emil/grassdata_____

```

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

Nakonec stiskněte klávesy `[ESC]`-`[RETURN]` a pokračujte definicí zájmového území. GRASS se dotáže na několik parametrů (v pořadí se verze GRASSu 4.x lehce odlišuje).

Jako první jste v menu vyzváni k vybrání mapové projekce. Jelikož Gauß-Krüger v menu není uveden⁴, zvolte bod „D“ – „other“, abyste jej mohli definovat.

- Pro souřadnicový systém Gauß-Krüger zadejte:

```
coordinate system for location: other (D)
```

- Následuje jednořádkový popis projektu:

```
one line description for location: Např. ricni oblast u Celle
```

- Dále jsou definovány okrajové souřadnice zájmového území pro danou *location*. Bereme-li údaje z topografických map, musíme za hodnoty přidat ještě tři nuly, tak se např. 5 866 změní na 5 866 000⁵. Poslední místo jsou metry, pokud chcete zacházet do centimetrů,

⁴Pozn. překl.: A Křovák už vůbec ne...

⁵Pozn. překl.: Systém S-JTSK má zase tuto nevýhodu - kladné hodnoty osy Y jdou od shora dolů a kladné hodnoty osy X jdou zprava doleva – tedy přesně obráceně, než bývá zvykem. Většina systémů to řeší vynásobením souřadnic hodnotou -1 . Více na stránkách Radima Blažka <http://mpa.itc.it/radim/jtsk/index.html>.

následuje tato hodnota za desetinnou tečkou. Pokud se vaše území nachází v místě dvou vztažných poledníků, tedy v západní části jednoho poledníku a východní části druhého, zvolte poledník, ke kterému se vztahuje ta „větší polovina“. Ten pak určí vedoucí číslo pro zadávané hodnoty zeměpisné délky. Vzniklá chyba se dá zanedbat.

Okrajové souřadnice v systému zeměpisná délka/šířka můžete zadávat buď ve stupních, oddělených od sebe znakem „:“ (např. 10:30:00) nebo v decimálním tvaru.

- Následují další požadované údaje (příkazem „list“ získáte možné vstupní údaje):
 - specify projection name: *tmerc* (Transverse Mercator)⁶
 - specify ellipsoid name: *bessel* (Besselův elipsoid)
 - Enter Central Parallel: *0N* (vztažnou hodnotou je rovník)⁷
 - Enter Central Meridian: *9E* (jako příklad pro Celle, tato hodnota se dá vyčíst z topografických map. Odpovídá prvnímu číslu 3 ve východní délce)⁸
 - Enter Scale Factor at the Central Meridian: *1*
 - Enter False Easting: *3500000* (začátek je díky souřadnicovému systému Gauß-Krüger posunut na hodnotu 3 – díky 9E centrálnímu meridiánu)
 - Enter plural form of units: *meters*

Poté následuje zadání okrajových souřadnic území projektu a definice standardního rozlišení. Příklad pro *location* v souřadnicovém systému Gauß-Krüger vypadá asi takto⁹:

```
IDENTIFY REGION

===== DEFAULT REGION =====
|           Default North:_____ |
|                                     |
|           ===== YOUR REGION ===== |
|           | NORTH EDGE:5844000___ | |
|           |                       | |
Def. West | WEST EDGE |           | EAST EDGE | Def. East
----- | 3538000___ |           | 3566000___ | -----
|           | SOUTH EDGE:5834000___ | |
|           |                       | |
|           ===== |
|           |                                     |
|           Default South:_____ |
```

⁶Pozn. překl.: Zadejte *krovak* nebo *krovakgis*.

⁷Pozn. překl.: Místo této otázky budete tázáni, zda-li chcete specifikovat geodetické datum pro *location*.

Odpovězte, že ne.

⁸Pozn. překl.: Tato otázka se vůbec nevyskytne.

⁹Pozn. překl.: V systému S-JTSK mohou okrajové hodnoty vypadat např. takto (území Karlštejska): North: -1051160, South: -1058965, West: -769846, East: -758680.

```
=====
PROJECTION: 99 (Other Projection)          ZONE: 0
```

```

Default  GRID RESOLUTION  Region
  1      --- East-West ---  2_____
  1      -- North-South --  2_____
```

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

Rozlišení (GRID RESOLUTION) zadejte podle potřeby. V tomto příkladu odpovídá délka hrany rastrové buňky (pixelu) dvěma metry. Při volbě rozlišení se doporučuje postupovat v krocích po 0.25 (0.25, 0.50, 1.75, 2.00, 12.25 atd.). Při práci s vektorovými a bodovými daty nehraje toto rozlišení žádnou roli, souřadnice jsou v tomto případě uloženy s maximální přesností. Každá rastrová mapa však může mít své vlastní rozlišení.

Klávesami `[ESC]`-`[RETURN]` tento formulář opustíme a pokud je všechno v pořádku, vypíše se seznam všech proměnných, které jsme zadali.

V tomto okamžiku se opět objeví uvítací obrazovka. Protože je již zadán název *mapsetu*, můžeme tuto stránku opustit dalším stiskem kláves `[ESC]`-`[RETURN]`. Vytvoření *mapsetu* ležícího v *location* potvrdíme „yes“. Potřebné parametry, jako je mapová projekce atd., platí samozřejmě i pro *mapset*.

V této chvíli tedy máme založenou *location* (tedy území projektu) zároveň s *mapsetem*. Oba jsou přijaty systémem a my jsme se ocitli v příkazovém řádku GRASSu (ten se nám ohlašuje nápisem `GRASS:~ >`). V tuto chvíli můžeme spustit grafické rozhraní „TclTkGRASS“ příkazem:

```
GRASS:~ > tcltkgrass &
```

Znak „&“ umožňuje další použití terminálu (viz předchozí kapitoly) – nacházíme se jen v dalším příkazovém okně. Důležité moduly lze obsluhovat pomocí rozhraní TclTkGRASS. V této chvíli vyvoláme okno pro grafický výstup, abychom s ním mohli později pracovat. Tato okna jsou označována jako „GRASS-monitory“ a nejvíce jich můžete mít otevřených sedm. Označovány jsou jako `x0` až `x6`. Tyto monitory můžete vyvolat buď přes rozhraní TclTkGRASS v menu *Display*→*Monitors*→*Start*, případně pomocí *Stop* vypnout. Další možností je start pomocí příkazu v příkazové řádce. Monitor `x0` se otevře příkazem

```
GRASS:~ > d.mon start=x0
```

nebo jednodušeji

```
GRASS:~ > d.mon x0
```

Pokud zadáte pouze příkaz `d.mon` a potvrdíte `[RETURN]`, můžete tento modul obsluhovat také přes menu. Tento způsob ovládání je zabudován (téměř) do všech modulů GRASSu. Grafický

výstup je standardně spouštěn s 32768 barvami. Parametrem `nlev` (number of colors) lze nastavit více barev (16,7 milionů – 24bit):

```
GRASS:~ > d.mon start=x0 nlev=256
```

Barevná hloubka se počítá podle vzorce $počet\ barev = nlev^3$. Při plné barevné hloubce může trvat spuštění monitoru, v závislosti na výkonu počítače, několik sekund, neboť musí být nejdříve alokováno odpovídající množství paměti.

Jak nastavit velikost monitoru pomocí UNIXových proměnných (např. v souboru `/etc/profile`) najdete v příloze. Pokud používáte TclTkGRASS, můžete je nastavit v menu `Config`→`Options`→`Display Dimensions`. Tyto změny jsou patrné až po restartu monitoru. Při opuštění TclTkGRASS odpovíte v položce „Save Config“ „yes“, aby došlo k uložení konfigurace pro příští sezení. Obecně platí, že velikost monitoru se *nikdy* nemění myší. Může totiž dojít ke ztrátě spojení mezi monitorem a GRASSem, takže monitor nebude schopen zobrazit žádná data. Velikost monitoru by tedy měla být nastavena buď pomocí proměnných prostředí nebo přes TclTkGRASS. Tato citlivost je způsobena tím, že GRASS-monitor není jen tak obyčejné okno. Je to okno s vnitřní souřadnicovou správou.

Než budeme pokračovat v další práci, ukážeme si, jak program ukončit. Správné pořadí vypínání různých částí programu je velmi důležité, aby nedošlo ke ztrátě dat. Pokud používáte TclTkGRASS, ukončete nejdříve ten. TclTkGRASS se vás zeptá, jestli chcete také ukončit všechny otevřené monitory. Pokud přece jen zůstanou některé monitory otevřené, ukončete je příkazem

```
GRASS:~ > d.mon stop=x0
```

(další monitory obdobně) a nebo jednoduše myší, křížkem v horním rohu. Samotný GRASS se opustí příkazem

```
GRASS:~ > exit
```

Geodata jsou automaticky po svém vytvoření uložena. Na závěr tedy ještě jednou shrnutí pořadí při vypínání GRASSu:

1. Ukončit TclTkGRASS (*Quit* a ukončit monitory)
2. Pokud jsou nějaké monitory otevřeny, ukončí se buď myší nebo modulem `d.mon`
3. Opustit GRASS příkazem `exit`.

5 Plánování a výstavba datové struktury

Při zakládání *location* (pokrývající území projektu) bychom měli postupovat s maximálním rozmyslem. Její struktura by měla totiž vycházet z dat, která máme k dispozici. Tato data jsou navíc velmi často dostupná pouze v analogové formě (tištěné mapy).

Následující část textu popisuje dva postupy určení velikost a rozlišení nové *location*. Ukážeme si příklady přenositelné na libovolné naskenované mapy (např. mapy hydrologických poměrů atd.). K dispozici je ještě *třetí* na rozlišení nezávislá cesta, kterou lze využít při vyrovnávání chyb skeneru. V takovém případě se přenechává GRASSu přepočítání GRID RESOLUTION. Tento postup je popsán v kapitole 6.6 („Zjednodušený import map“).

Nejprve si ale popíšeme postup vedoucí k přesným souřadnicím, hodnotám rozlišení a nezměněné datové základny.

Obecně bude řeč o vztahu mezi geografickou vzdáleností, měřítkem a geografické rozlohou. Tento kartografický vztah lze aplikovat taktéž při digitalizaci analogových map. Jelikož se pro tento převod nejčastěji používá skener (minimálně pro vytvoření předlohy pro vektorizaci v GISu), mají tyto pojmy velký význam. Při skenování map musíme přirozeně brát v úvahu autorský zákon a práva s ním spojená.

Při využívání digitálních map, a to nejen těch naskenovaných (získaných např. z úřadů), ale i geokoordinovaných¹, se import výrazně zjednodušuje. Datová struktura je potom vytvořena přímo na základě předlohy digitální mapy v hranicích geografického rozlišení.

5.1 Definice území projektu pro dané geografické rozlišení

V případě *první varianty* se provede nastavení skeneru na základě hranic založené *location* (tj. území projektu). Počet rastrových buněk *location* se rovná délce a šířce území při zohlednění požadovaného rozlišení (GRID RESOLUTION).

Příklad: Nechť je rozměr kvadratické *location* 1 km a požadované rozlišení 5 m na buňku (x = řádky, sloupce):

$$\frac{1000 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 200 \text{ } x \Rightarrow 200 \times 200 \text{ pixelů} \quad (5.1)$$

¹Tj. souřadnicově připojených.

Chceme-li například naskenovat mapu pokrývající toto území, musíme ji skenovat při rozlišení skeneru 200×200 dpi, tak aby byl umožněn její rychlý import. V tomto případě tedy *location* určuje rozlišení skeneru, jelikož je velikost naskenovaného výřezu omezena hranicemi dané *location*. Podobně budeme postupovat v případě dalších datových předloh, jejichž rozlišení při procesu skenování musí být předem přizpůsobeno (např. digitální modely terénu s přesně definovanou délkou hrany buňky).

Nyní je tedy potřeba vyřešit otázku, jaké vlastně nastavit rozlišení skeneru, tak abychom dostali při pevně daných rozměrech hrany pixelu správný počet řádků a sloupců. Nechť je v tomto případě měřítko mapy $1:25\,000$ a rozměr celé *location* 1000 m :

$$\frac{100\,000\text{ cm}}{25\,000} = 4\text{ cm} \quad (5.2)$$

a tedy 4 cm na mapě. Rozlišení skeneru při skenování této mapy se určí následovně:

$$\frac{\text{počet řádků (příp. sloupců)}}{\text{rozměr skenované mapy}} = \frac{200\text{ řádků (příp. sloupců)}}{4\text{ cm}} = 50 \frac{\text{řádků}}{\text{cm}} \quad (5.3)$$

Jelikož se rozlišení skeneru udává v jednotkách *dpi* (dots per inch, bodů na palec), musíme provést navíc tento přepočít:

$$50 \frac{\text{řádky} \cdot 2.54}{\text{palec}} = 127\text{ dpi} \quad (5.4)$$

Tato hodnota se musí nastavit na skeneru před samotným procesem skenování. Naskenovaný výřez pak odpovídá geografickým hranicím požadované části území. V závislosti na měřítku mapy tak dostaneme korespondující rozlišení skeneru. Toto rozlišení musí však být dostatečně velké, tak aby bylo možné rozpoznat i mapové signatury. Je velmi problematické (a prakticky nemožné) nastavit přesně rozlišení tak abychom získali rastr s požadovaných počtem sloupců a řádek. Potom je tedy vhodné zpracovat naskenovanou mapu v nějakém specializovaném programu (např. pomocí `netpbm-tools`²).

Nyní si popíšeme metodu definice území projektu v závislosti na zpracovávaných datech.

5.2 Definice území projektu při flexibilním rozlišení

Druhá varianta založení *location* se nabízí v případě, kdy její rozlišení odpovídá naskenované mapě (nebo jiným datovým strukturám). Zde se *rozlišení location nastavuje na základě datové základny*. Rastrový soubor, který načítáme, musí mít stejný počet sloupců i řádků jako má daná *location*. Tyto údaje můžeme zjistit pomocí programu `xv`³ (menu „Windows“ – „Image Info“)⁴.

²`Netpbm-tools` najdeme na Internetu mezi jinými i na adrese

`ftp://ftp.uni-stuttgart.de/pub/scivi/imageprocessing/pbm/netpbm-1.march1994.tar.gz`.

³Program `xv` je k dispozici jako shareware: `http://www.trilon.com/xv/`.

⁴Pozn. překl. Postupů jak určit rozměry rastrového obrázku je nespočet. Lze např. doporučit konzolový nástroj `identify` obsažený v balíku `ImageMagick`.

Při skenování je rozumné nastavit rozlišení mezi 150 – 300 *dpi* (obrázek o barevné hloubce 256), tak aby byly čitelné i mapové signatury. Rozlišení *location* (GRID RESOLUTION) se nastaví přímo v GRASSu. Na příkladu si ukážeme početní postup při založení kvadratické *location*. Rozlišení skeneru je 300 *dpi*:

$$300 \text{ dpi} = 300 \frac{\text{řádků}}{2.54 \text{ cm}} = 118.11 \frac{\text{řádků}}{\text{cm}} \quad (5.5)$$

Měřítko mapy je 1 : 25 000. Centimetr na mapě odpovídá tedy 25 000 *cm* ve skutečnosti. Nyní spočítáme, jaké vzdálenosti ve skutečnosti odpovídá hrana buňky:

$$\frac{\text{vzdálenost v přírodě}}{\text{počet buněk na cm}} = \frac{25\,000 \text{ cm}}{118.11 \text{ řádků}} = 211.6 \frac{\text{cm}}{\text{řádek}} = 2.12 \frac{\text{m}}{\text{řádek}} \quad (5.6)$$

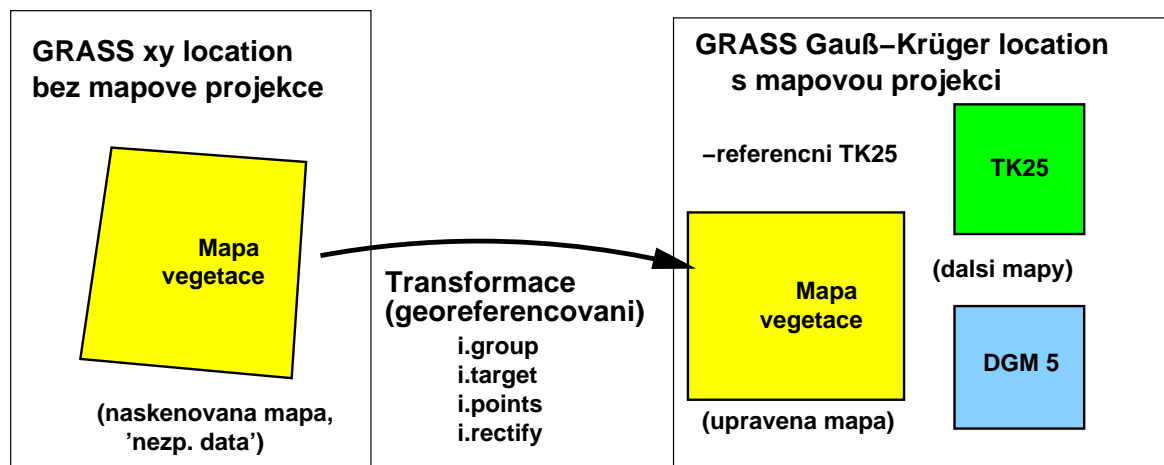
Výsledná hodnota, 2.12 m, bude použita při založení *location* jako GRID RESOLUTION (používejte desetinnou tečku). Pokud má být GRID RESOLUTION celé číslo, musí se rozlišení skeneru patričně změnit od hodnoty 300 *dpi*. Standardně lze rozlišení skeneru nastavit až do jeho maxima.

5.3 Univerzální definice území projektu při použití naskenovaných map

Oba výše popsané postupy mají jednu nevýhodu. Není při nich prováděno vyrovnání chyby dané natočením skenované předlohy. Při skenování je totiž prakticky nemožné položit předlohu na skener zcela přesně. Naskenovaný výsledek bude *vždy* lehce pootočen vůči skutečnosti, což při práci v GISu není akceptovatelné. Proto si nyní popíšeme, pravda, na čas poněkud náročnější, způsob exaktního importu pomocí korekce polohy na základě bodů o známých souřadnicích.

Tento postup lze považovat za univerzální způsob importu naskenovaných map. Při tomto postupu potřebujete *dvě locations* s různými mapovými projekcemi. Naskenovaná mapa bude nejdříve uložena do *location* „xy“ (bez mapové projekce) a následně „natažena“ do *location* se souřadnicovým systémem Gauß-Krüger (tedy souřadnicově připojena). Principiální průběh ukazuje obrázek 5.1. Naskenovaná mapa je v systému „xy“ opatřena referenčními body o známých souřadnicích. Na základě těchto bodů následuje transformace naskenované mapy z *location* „xy“ do *location* se souřadnicovým systémem Gauß-Krüger, ve které budete dále pracovat.

Příklad: Mějme mapu naskenovanou při rozlišení skeneru 300 *dpi*. Tuto mapu lze označit jako „syrovou“, tj. nezpracovanou. Početní kroky nutné pro zjištění rozumného rozlišení skeneru pro požadované měřítko jsou uvedeny v předchozí části 5.1. Je účelné použít mapu s tzv. „Gaußovými křížky“, což je mapa s malými křížky na průsečících souřadnicových linií v systému Gauß-Krüger. Tyto křížky představují referenční body o známých souřadnicích a budou použity pro georeferencování naskenované mapy. Při skenování dbejte na to, aby se tyto křížky nacházely na okrajích zájmového území a byly dobře čitelné. Naskenujte proto o něco



Obrázek 5.1: Zjednodušený import naskenované mapy pomocí souřadnicového připojení s body o známých souřadnicích.

větší výřez, než vás zajímá. „Poznámka:“ Okraj mapy neodpovídá souřadnicovému systému Gauß-Krüger. To znamená, že tyto okraje **nemohou** sloužit pro určení hranice dané *location*.

Před transformací nezpracované mapy musíme založit potřebnou *location* se systémem Gauß-Krüger, do které bude mapa převedena. Založena bude na základě požadovaného rozlišení (viz předchozí kapitola). Obecně se může samozřejmě jednat o jakoukoliv jinou, GRASSem podporovanou, mapovou projekci⁵. Dejte si pozor, abyste nenastavili rozlišení cílové *location* příliš malé. Výsledná mapa totiž převezme parametry nové *location*. Proto se vyplatí provést před připojením převod mezi rozlišením skeneru a požadovaným rozlišením cílové *location*.

Později při transformaci bude mapa přesunuta z „xy“ *location* do cílové Gauß-Krüger *location* a při tom bude přizpůsobena jejím parametrům. Po zřízení Gauß-Krüger *location* nebudeme již dále *location* bez projekce („xy“) potřebovat.

Tu ale musíme nejdříve vytvořit. Její velikost musí odpovídat velikosti naskenované mapy (počet pixelů ve směru x a y). Požadované rozlišení je, což je pro *locations* bez projekce přirozené, 1 pixel. Tato hodnota ve své podstatě představuje sice geografické rozlišení (např. v metrech), ale to nemá v bezprojekční *location* žádný smysl. „Pravé“ rozlišení bude relevantní až při transformaci do Gauß-Krüger *location*.

Poznámka pro případ, že mapu musíte díky formátu skeneru rozdělit na více dílů: Do *location* „xy“ prostě naimportujte části mapy a při vytvoření této *location* pouze dávejte pozor na to, aby byla dostatečně veliká – to znamená alespoň jako největší z dílů mapy. *Locations* můžete založit na pixel přesně. K tomu potřebné parametry rastrového souboru můžete zjistit např. již zmíněným programem „xv“.

⁵Pozn. překl.: Pro nás, Čehůni a Slovákové, bude asi nejzajímavější mapovou projekcí – „krovak“.

V tomto okamžiku máte tedy vytvořené dvě *locations*: „xy“ pro nezpracovanou mapu a Gauß-Krüger pro souřadnicově připojenou mapu. Popis souřadnicového připojení naskenované mapy najdete v další části 6.6 („Zjednodušený import naskenovaných map“). Předtím si ale přečtěte část 6.3 („Import rastrových dat do *location* Gauß-Krüger“) a nebo prostě pokračujte v napínavé četbě až k části 6.6.

6 Zpracování rastrových dat

Rastrová data, jako jsou digitální mapy, družicové nebo naskenované letecké snímky, topografické mapy atd., lze dále zpracovávat pomocí algebraických funkcí a logických podmínek. Informace jsou skladovány v buňkách, které jsou uspořádány do matice (řádků a sloupců). Tím je umožněno zpracování jak jednobuněčné tak maticové. Tímto způsobem jsou např. odvozovány tematické mapy z dostupných datových podkladů.

Další přednost zpracování rastrových dat leží v analýze sousedících pixelů. Buňky se mohou při výpočtu navzájem ovlivňovat, a tak je možné vytvářet např. transportní modely (eroze, pohyby vody atd.).

Všimněte si způsobu uložení dat: jedna rastrová buňka má dvě souřadnice (x,y pro střed buňky) a jednu hodnotu (z). Tato hodnota může, ale nemusí, při grafickém zobrazení odpovídat reálné „barvě“. Přiřazení barev lze změnit pomocí tabulky barev (*colortables*).

6.1 Poznámky k importu rastrových dat do GRASSu

Musíme rozlišit 2 případy:

1. *Location* má pevně definované rozlišení a mapa do něj musí „sednout“. Na základě tohoto rozlišení (GRID RESOLUTION) je potom nutné nastavit i rozlišení skeneru. Příklad lze nalézt v kapitole 5.
2. Parametry *location* se mají řídit podle naskenované mapy, která by potom měla být naskenována tak, aby se dala nainportovat v nezměněné podobě.

GRASS podporuje různé rastrové formáty. Můžete například importovat data ve formátu TIFF nebo PNG. Konverze nepodporovaných formátů např. do formátu PNG je bez problémů realizovatelná například pomocí programu `$ xv1` (zde jednoduše nový soubor uložit ve formátu PNG, v tomto případě musí být aktivováno tlačítko „Save at normal size“), který by měl být součástí každého UNIXového systému. Konverzi lze také provést pomocí `netpbm-tools`. Přehled podporovaných formátů je uveden v tabulce 6.1. Pouze pomocí ASCII importu (příp. ARC-GRID) lze pracovat s daty se zápornými hodnotami buněk. Data s pohyblivou desetinnou

¹Pozn. překl.: Stejně dobře lze doporučit konzolovou aplikaci `convert` z balíku `ImageMagick` či mocný `GIMP`.

čárkou lze taktéž importovat a exportovat pomocí tohoto formátu. Obrazová data na rozdíl od „pravých obrázků“ (dat) neobsahují reálné či záporné číselné hodnoty.

6.2 Import rastrových dat do location xy

Často se pracuje s mapami, u kterých není známo rozlišení, souřadnicový systém či mapová projekce. GRASS umí pracovat i s takovými daty. Jsou uložena v tzv. *location xy*. Zde nejsou potřeba žádné údaje o mapové projekci, data jsou prostě uložena buňka vedle buňky. Rozlišení potom odpovídá samozřejmě geografickému rozlišení (např. v metrech), ale zde nehraje žádnou roli. Velikost *location xy* můžete nastavit přesně podle velikosti importované mapy. Počátek souřadnicového systému se nachází ve spodním levém rohu.

Import naskenované mapy ve formátu PNG bude představen na modulu GDAL:

```
GRASS:~ > r.in.gdal
```

K tomu aby se mapa úspěšně naimportovala musíte zadat následující

1. soubor s daty (jehož jméno buď znáte či jej zjistíte v dalším terminálovém okně), soubor musí být v aktuálním adresáři;
2. jméno, pod kterým bude mapa uložena v GRASS databance např. tk25

„Verbose mode on?“ – „y“: rozšířený výpis během importu, eventuální varování lze ignorovat, hlášené chyby samozřejmě už nikoliv.

Alternativně můžete importovat data pomocí „TclTkGRASS“: „IMPORT“ → „RASTER MAP“ → „PNG“. Tlačítkem „file“ v otevřeném okně spustíte malého správce souborů, ve kterém si vyberete daný soubor. Do druhé řádky zadáte jméno, pod kterým bude mapa vystupovat v GRASS databance. Přičemž by měl být zatržen „Verbose mode“.

Po importu dat musí být vygenerovány některé informace, které jsou nezbytné pro další správu dat:

Modul

```
GRASS:~ > r.support
```

tyto chybějící informace určí. Vyvolejte jej a budete tázáni:

1. „Edit the header?“ – „no“
2. „Update the stats (histogram, range)...?“ – „yes“ – Nyní bude určena a uložena minimální a maximální hodnota importované mapy.
3. Další otázky můžete potvrdit .

Mód	Formát	Oblast dat	Struktura dat	Poznámka
Import	ARC-GRID	všechny hodnoty	hodnoty buněk	Formát ARC/INFO
	ASCII	$-2 E^7$ do $2 E^7$	x y <TEXT. ATRIBUT>	ASCII text
	ERDAS	4, 8, 16 bit	Multiband	od ERDAS 7.4
	GIF	8 bit	0..255	GIF 87
	PPM	24 bit	0..16,7 mil	
	SUN-Raster	8 bit	0..255	
	TIFF	8 bit	0..255	nekomprim., PackBits
	TIFF	24 bit	0..16,7 mil	nekomprim.
Export	ASCII	$-2 E^7$ do $2 E^7$	x y z <TEXT. ATRIBUT>	ASCII text
	PPM	24 bit	0..16,7 mil	
	ERDAS	4, 8, 16 bit	Multiband	od ERDAS 7.4
	PPM/3	3×8 bit	$3 \times 0..255$	tři soubory (R,G,B)
	TIFF	8 bit	0..255	nekomprimovaný
	TIFF	24 bit	0..16,7 mil	nekomprimovaný
	TGA	24 bit	0..16,7 mil	

Tabulka 6.1: Technické údaje k vybraným formátům pro import a export rastrových dat v GRASSu (nejsou zmíněny podporované formáty jako BIL, BSQ, HDF a další).

Nyní je mapa připravena pro další zpracování. V dalším textu si osvětlíme import georeferencovaných dat.

6.3 Import rastrových dat do location Gauß-Krüger

(Pozn. překl: V bývalém Československu se tato mapová projekce používala především u vojenských map. Většina civilních map je potom v systému S-JTSK. Něco o spojení Křovákova zobrazení a GRASSu napsal Radim Blažek (<http://mpa.itc.it/radim/jtsk/>). V poslední době je hojně využíván i systém UTM. Mapová projekce je většinou uvedena někde v rohu (v legendě) na mapě, kterou jste naskenovali.)

Disponujete-li mapou, u které jsou známy referenční body (souřadnice a rozlišení), můžete ji naimportovat rovnou do *location* s definovanou mapovou projekcí (zde *location* Gauß-Krüger). Pokud jsou data ve formátu ASCII nebo ARC-GRID (moduly `r.in.ascii` příp. `r.in.arc`), jsou souřadnice „přeneseny“ automaticky. Nakonec zbývá modulem `r.support` určit statistické údaje („Edit header“: „no“, „update stats...“: „yes“, další otázky: `RETURN`). V dalším textu budeme popisovat postup, při kterém jsou referenční body definovány odděleně.

Předpokládejme, že máme k dispozici mapu znázorňující hydrologické poměry v požadovaném výřezu a známém rozlišení. Rohové souřadnice jsou taktéž známy. Obecně lze říci, že v *mapsetu* mohou mít mapy různá, individuální rozlišení. Toto rozlišení se musí nastavit **před**

importem příp. zpracováním dat pomocí `g.region` (Menu 1, GRID RESOLUTION nebo předáním parametrů). Jinak bude mapa importována nebo vytvořena v aktuálním rozlišení.

Po založení *location* (s odpovídající velikostí a GRID RESOLUTION) lze mapu hydrologických poměrů bez problému naimportovat. Soubor s mapou musí být uložen v aktuálním adresáři (obyčejně ve vašem domovském adresáři \$HOME). Jak se nyní tedy postupuje? Import ukážeme na příkladu s modulem pro import dat ve formátu TIFF:

Příkazem

```
GRASS:~ > r.in.tiff
```

se mapa načte a přitom se musí zadat

1. soubor s mapou (jehož jméno buď znáte nebo jej zjistíte v jiném terminálovém okně), musí být umístěn v aktuálním adresáři;
2. zadat jméno, pod kterým bude mapa uložena v GRASS databance;
např. `hydrologie`
3. „Verbose mode on?“ – „y“: tím zviditelníte detaily importu, jako formát dat, případně hlášky, pokud dojde k problému (existuje více verzí formátu TIFF) a průběh importu.

Alternativně můžete provést import přes „TclTkGRASS“: „IMPORT“ → „RASTER MAP“ → „TIFF“. Tlačítkem „file“ vyberete soubor v novém okně a do druhé řádky zadáte jméno výstupní mapy. Je vhodné zatrhnout „Verbose mode“.

Po úspěšném importu, jak je již popsáno výše, musíte vyvolat modul `r.support`. Po zadání jména souboru budete dotázáni:

1. „Edit the header?“ – „yes“: Na tomto místě máte možnost zkontrolovat, zda sedí počet řádek a sloupců.
2. `[ESC]` se vrátíte do hlavního menu.
3. Zde lze zkontrolovat okrajové souřadnice. Pokud jsou hodnoty CELL HEADER nastaveny na 0 či nesouhlasí s hodnotami z DEFAULT REGION, musíte je na tomto místě poopravit, jinak nelze dále s mapou uspokojivě pracovat: pokud je mapa stejně velká jako nastavený region, můžete tyto hodnoty jednoduše přepsat (celkem 4 hodnoty). Dále pokračujte `[ESC]`.

Další otázky můžete „odpálit“ `[RETURN]`. Pouze v případě „update stats.“ odpovězte „yes“.

Další informace o možnostech (změna tabulky barev atd.) modulu `r.support` najdete v „GRASS User Manual“ nebo přes online-pomoc `g.manual`.

6.4 Práce s importovanou mapou

Úspěšně naimportovanou mapu (nezávisle na souřadnicovém systému) lze zobrazit modulem `d.rast`. Předtím je nutné otevřít prostředek ke grafické vizualizaci dat:

```
GRASS:~ > d.mon x0
```

Zobrazení rastrových dat v GRASS monitoru se docílí příkazem:

```
GRASS:~ > d.rast
```

Zde nejprve musíte zadat jméno mapy („list“ vypíše přehled přítomných rastrových map). Dotaz na Overlay-Modus (non-zero values only) znamená:

„no“ – pokud je již v GRASS monitoru zobrazen rastr, tak přepsat.

„yes“ – vykreslit pouze ty části mapy, které obsahují data. Takto lze zobrazit např. liniovou rastrovou mapu na družicovém snímku.

Následně se data zobrazí v GRASS monitoru.

6.5 Poznámky na téma rozlišení rastrových map

GRASS rozlišuje, na rozdíl od jiných GISů, mezi rozlišením map a rozlišením regionu. Oproti ARC/INFO je změna rozlišení nebo nastavení výřezu určeného k exportu ze zájmového území velmi snadná.

GRASS pracuje vždy s aktivním výřezem. To znamená, že výsledky jsou vždy omezeny na aktuálně nastavené souřadnice i když jsou vstupní mapy větší. Pro rozlišení obecně platí: Každá mapa může mít vlastní rozlišení. Nová mapa bude zpracována v závislosti na aktuálním nastavení. Pokud je interně nutné nastavit rozlišení, bude při sníženém rozlišení přeneseno na ostatní buňky. Vyšší rozlišení lze aplikovat de facto pouze interpolací. Pokud je rozlišení pouze takto uměle zvýšeno, dostanete sice větší počet rastrových buněk, ale tyto buňky obdrží pouze identické hodnoty svých sousedů.

Při importu a exportu rastrových dat platí výše zmíněné. Můžete tedy jednoduše exportovat vytoužené mapové výřezy v požadovaném rozlišení. V tom tkví jedna z hlavních předností správy rastrových dat GRASSu oproti ostatním systémům. Rozlišení definované v *location* představuje pouze jakousi standardní hodnotu, ale jinak může každá mapa disponovat rozlišením vlastním.

Nastavení aktivního výřezu (nazývaného *region*) resp. rozlišení rastru se činí pomocí

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

Po vyvolání modulu bez parametrů lze používat menu. Aktuální nastavení můžete také

uložit pod určitým jménem. Volitelně lze modul používat rovnou z příkazové řádky². Jeden příklad:

```
GRASS:~ > g.region res=12.5 -p
```

nastaví rozlišení na 12.5 jednotek (většinou metrů).

Hodnoty lze taktéž nastavit na základě existující mapy (zároveň se nastaví okrajové souřadnice a rozlišení):

```
GRASS:~ > g.region rast=mapa -p
```

Parametr „-p“ zapříčiní vypsání aktuálního nastavení na obrazovku. Tyto údaje mohou vypadat např. takto (Universe Transverse Mercator):

```
projection: 1 (UTM)
zone:      33
datum:     ** unknown (default: WGS84) **
ellipsoid: wgs84
north:     5003436
south:     4998239
west:      1352171
east:      1356178
nsres:     1
ewres:     1
rows:      5197
cols:      4007
```

Pokud chcete nastavit výchozí hodnoty, zadejte:

```
GRASS:~ > g.region -d -p
```

6.6 Zjednodušený import naskenovaných map

V této části si osvětlíme proces georeferencování souřadnicově nepřipojené naskenované mapy. Pro lepší porozumění byste si měli prostudovat kapitolu 5.3. Formát souboru bude běžný TIFF nebo PNG, počet řádků a sloupců (rows, columns) lze zjistit pomocí programu pro skenování nebo pomocí xv. Program xv zobrazí rozměr rastrového obrázku v hlavní menu „Windows“ → „Image Info“.

Nastartujte GRASS s *location* xy, která je minimálně tak veliká jako samotná mapa, kterou

²Pozn. překl: No končené! Tato menu jsou sice hezká věc, ale rozhodně to není nejefektivnější cesta k řízení modulů.

zamýšlíte importovat. Naskenovaná mapa se nyní přepočte na základě afinní transformace³ (modul `i.rectify`) do existující *location* Gauß-Krüger. Afinní transformace má ve své podstatě za následek pootočení a natažení rastrové mapy, přičemž je zachována její vnitřní orientace.

6.6.1 Georeferencování naskenované mapy

Nyní připravenou naskenovanou mapu použijeme k nalezení prostorových referencí. Zde popsaný postup platí pouze pro naskenovanou, souřadnicově nepřipojenou mapu. Pokud máte k dispozici digitální georeferencovanou mapu a chcete-li změnit její mapovou projekci, prostudujte si dodatek A.5, ve kterém je popsána právě automatická transformace map.

Postup při importu naskenované mapy je následující: Mapa musí být přiřazena do tzv. „skupiny map“. Jde o pouhý seznam připravených map. Následně se zjistí parametry, které odpovídají cílové *location*, v našem případě *location* Gauß-Krüger. Poté je nutné určit geografické reference, tak aby transformační modul mohl korektně provést souřadnicové připojení v *location* Gauß-Krüger. Často lze použít rohy mapy v *location* xy, kterým se přiřadí příslušné geografické souřadnice. Tím nejsou ovšem myšleny okraje mapy, ale skutečné geografické souřadnice. Pokud na naskenované mapě nejsou viditelné žádné okraje, máte tedy její pouhý výřez, můžete na něm nalézt tzv. „Gaußovy křížky“. Ty by měly být umístěny co možná nejbližší okrajům mapy. Tyto body musí bezpodmínečně ohraničovat plochu pravými úhly, aby výřez mohl být pomocí afinní transformace pouze pootočen a natažen. Pokud nelze identifikovat žádné Gaußovy křížky, mohou stejně dobrou službu nabídnout i křížovatky silnic nebo jiné, dobře identifikovatelné body. Po přiřazení příslušných bodů a korespondujících geografických souřadnic se provedeme transformace nezpracované mapy do *location* Gauß-Krüger.

Jednotlivé kroky vypadají následovně:

1. Vložení transformované mapy do nově založené skupiny:

```
GRASS:~ > i.group
```

- Název této skupiny bude např. „mapa“.
- Importovanou mapu označíte písmenem „x“.
- `i.group` opustíte stisknutím kláves `ESC` a `RETURN` (po sobě).

2. Zadáme cílovou (target) *location* a *mapset*, do které se má mapa převést:

```
GRASS:~ > i.target
```

³ Afinní transformace je zástupcem lineární transformace, jejíž parametry jsou určeny regresně. Při transformaci dat je použita metoda „nearest neighbor resampling“ – modul `i.rectify`. Bližší informace naleznete na manuálových stránkách modulu `g.manual i.rectify`.

3. Otevřeme nový GRASS monitor:

```
GRASS:~ > d.mon x0
```

4. Nyní přiřadíme souřadnice v systému Gauß-Krüger rohům transformovaného výřezu:

```
GRASS:~ > i.points
```

- Zadáte název skupiny (v našem případě tedy „mapa“).
- Pokračujete v GRASS monitoru. Importovanou mapu vyberete z menu.
- Myši označíte první dobře identifikovatelný Gaußův křížek (první rohový bod transformovaného výřezu, atd.) a potom zadáte do terminálu korespondující souřadnice v systému Gauß-Krüger (příslušnou hodnotu X a Y , kterou nejspíše odečtete z papírové předlohy mapy, souřadnice jsou odděleny mezerou). Tento postup opakuje pro všechny čtyři body. Velmi užitečné je použít funkci ZOOM, abyste označili tyto body co možná nejpřesněji.

Pomocí analýzy komponent lze vyjádřit míru polohové přesnosti – *střední kvadratickou chybu* („rms-error“)⁴, která by neměla přesáhnout hodnotu GRID RESOLUTION – rozlišení mapy – v cílové *location*. Výsledná chyba se spočítá tak, že se sečtou druhé mocniny všech odchylek a mocnina tohoto součtu se vydělí počtem referenčních bodů. Deaktivaci nepřesně označeného bodu (dvojitým kliknutím na tento bod v okně analýz) máte možnost tento bod znovu, tentokrát přesněji, označit a tak snížit celkovou „rms chybu“.

Pokud se vám podařilo úspěšně body označit, opusťte modul `i.points`, přiřazené souřadnice budou automaticky uloženy.

5. Nyní vyvoláme modul

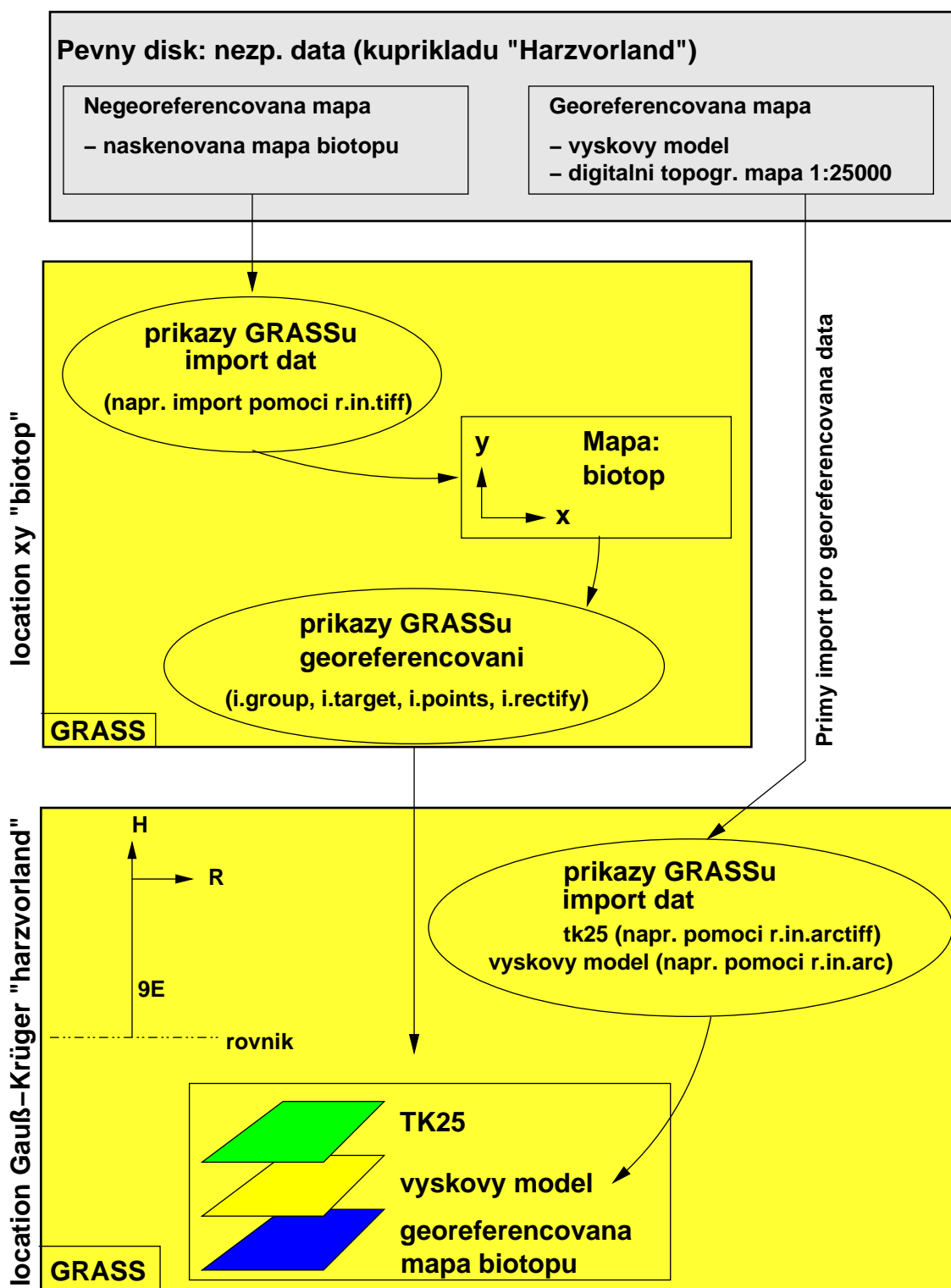
```
GRASS:~ > i.rectify
```

Pro transformaci použijeme polynom prvního stupně („order of transformation“). Bude tak aplikována lineární transformace.

Nejdříve zadáme název skupiny („mapa“) a následně jméno nového souboru. Potom budete tázáni, zda-li má být transformován do cílové *location*

- „current region“ nebo
- „minimal region“

⁴Střední kvadratická chyba reprezentuje vzdálenost polohy přiřazeného bodu od polohy ideálního bodu. Její výpočet je postaven na rovnici $rms = \sqrt{(x - x_{orig})^2 + (y - y_{orig})^2}$. Zahrnuje v sobě jak vliv průměrné odchylky, tak směrodatné odchylky.



Obrázek 6.1: Import a georeferencování naskenované mapy v GRASSu

Zde vyberte první možnost, jelikož „current region“ odpovídá celé *location* Gauß-Krüger. Pokud jste změnil velikost regionu v *location* Gauß-Krüger, může se snadno stát, že bude transformován pouze tento malý výsek mapy.

Potřebný čas k provedení transformace leží u počítače SUN SPARC/25, při velikosti mapy DIN-A4 s rozlišením při skenování 300 dpi okolo pěti minut, na PC s operačním systémem GNU/Linux (od 300 MHz) to jde ještě rychleji.

Jelikož zvládá UNIX multitasking, můžete během transformace bez problémů pracovat na čemkoliv jiném nebo můžete GRASS opustit, výpočet bude dál probíhat na pozadí.

V okamžiku, kdy transformace skončí (i.rectify se ohlásí e-mailem), samozřejmě nahlédneme do cílové *location* Gauß-Krüger (pokud jste tak ještě neučinili, opusťte GRASS a vyvolejte jej znovu tentokrát s *location* Gauß-Krüger). Po otevření GRASS monitoru lze zobrazit transformovanou mapu pomocí `d.rast`.

Modul `d.what.rast` umožňuje, v kombinaci se zvětšovací funkcí, zkontrolovat souřadnice Gaußových křížků. Samozřejmě by měly souhlasit se souřadnicemi na papírové předloze, v opačném případě lze předpokládat, že uvedená „rms-error“ byla příliš velká. Zpětné vylepšení lze provést poopravením jednotlivých referenčních bodů v *location* xy. V tomto případě byste měli nejprve transformovanou mapu v *location* Gauß-Krüger smazat (příkazem `g.remove`), protože bude stejně vytvořena později mapa nová. Poté se přesuňte do *location* xy a spusťte opětovně modul `i.points` (skupina map a cílová *location* jsou stále uloženy) a vylepšete „rms-error“ korekturou jednotlivých bodů. Nakonec spusťte modul `i.rectify` postupem popsáním výše. Výsledek byste měli v *location* Gauß-Krüger opět překontrolovat. Pokud se transformace podařila, můžete již nepotřebnou *location* xy odstranit.

6.6.2 Transformace více sousedících map

Postup popsáný v minulé části lze použít pro transformaci více sousedících výřezů tak, že ve výsledku nebude mezi jednotlivými výřezy znatelné místo konce jednoho a začátku druhého výřezu („Blattschnittfrei“).

Jelikož má většina z nás přístup k bubnovému skeneru poněkud omezený, jsme odkázáni na skenery stolní, na které je formát většiny mapy příliš veliký.

Je však možné tyto mapy naskenovat na vícero dílů. Toto řešení stojí sice nějaké to úsilí, ušetří však nutnost zakoupit velmi drahý skener. Jednotlivé části musíte skenovat s překryvem, abyste mohli patřičně zvolit referenční body.

Jak již bylo popsáno v minulém postupu, musíte nejdříve založit novou cílovou *location* Gauß-Krüger⁵, jejíž okrajové souřadnice budou zasahovat celé zájmové území. Rozlišení by mělo být dostatečně velké, tak abyste mohli bezproblémově přečíst obsah mapy.

⁵Pozn. překl.: Tato *location* může být spojena přirozeně s libovolným souřadnicovým systémem.

Poté naimportujete všechny nezpracované mapy do *location* xy, pozor na to, aby velikost této *location* byla alespoň taková, jako je největší naskenovaný díl.

Nyní vytvoříte pro každý díl vlastní skupinu map a nastavíte pro každou tuto skupinu cíl transformace na *location* Gauß-Krüger (moduly `i.group` a `i.target`). Následující postup provedete pro každý díl odděleně:

Každému rohovému bodu daného výřezu přiřadíte souřadnice v souřadnicovém systému Gauß-Krüger (`i.points` – viz předchozí část). Tyto body musí bezpodmínečně kopírovat vrcholy pravoúhlého obrazce. Potom bude výsledkem afinní transformace pouze pootočení případně natažení mapy. Modulem `i.rectify` (polynom 1. stupně) se všechny vybrané mapy transformují do souřadnicového systému Gauß-Krüger.

Tento postup se opakuje pro všechny skupiny v *location* xy.

Pokud jste všechny mapy úspěšně transformovali, měli byste výsledek zkontrolovat v cílovém systému Gauß-Krüger. GRASS je nejprve nutné opustit a opět spustit tentokrát však s cílovou *location* Gauß-Krüger. Otestujeme tedy přesnost transformace mapové předlohy: Nejdříve otevřete GRASS monitor a nastavte region na maximální (výchozí) hodnotu:

```
GRASS:~ > g.region -d
```

Poté vyvolejte `d.erase`, který „vyčistí“ obsah monitoru. Modul `d.rast` vyvolaný bez parametrů, po zadání jména mapy, nabízí možnost překrytí rastrové mapy (Overlay-Modus: „yes“ nebo parametr „-o“). Takto lze zobrazit mapu po mapě, které by ve svém výsledku měly ležet vedle sebe. Modulem `d.zoom` můžete zvětšit místa přechodu, v ideálním případě je nerozeznáte.

Jak spojit tyto mapy do jednoho celku je popsáno dále v oddílu 6.12 („Spojování různých map“).

Pokud mapy obsahují navíc přebytečné okraje, mohou být tyto okraje jednoduše odstraněny. Nejdříve si mapu zvětšíme na požadovanou velikost `d.zoom` a případnou drobnou korekturu souřadnic na „kulaté“ hodnoty provedeme modulem `g.region`. Pak vytvoříme vlastní kopii mapy, což je popsáno o dvě části níže.

6.6.3 Import rastrových dat ve formátu ARC-GRID

Import rastrových map ve formátu ARC-GRID (ESRI) nepředstavuje žádný problém. Mohou být totiž importovány modulem: `r.in.arc`.

Podporován je pouze formát ASCII-GRID, binární GRID formát podporován bohužel není. Modul požaduje jméno importovaného souboru a jméno mapy, pod kterým bude uložena v databázi GRASSu. Vedle titulku ještě můžete zvolit, zda se mají hodnoty uložit jako celá čísla (integer) nebo s plovoucí desetinnou čárkou (double).

Pokud modul nespustíte v interaktivním režimu, ale použijete parametry, můžete velmi pohodlně importovat větší množství map. Prostřednictvím kurzorových kláves (šipek) lze již

jednou potvrzené příkazy vylistovat a jednoduše pozměňovat.

Například můžete tímto postupem rychle naimportovat dva (či více) digitálních výškových modelů:

```
GRASS:~ > r.in.arc in=392619.asc out=392619.dgm12
```

```
GRASS:~ > r.in.arc in=392620.asc out=392620.dgm12
```

```
GRASS:~ > r.in.arc in=392626.asc out=392626.dgm12
```

Jednotlivé mapy lze jednoduše spojit do celistvé podoby (bez mezer za čárkami!):

```
GRASS:~ > r.patch in=392619.dgm12,392620.dgm12,392626.dgm12 out=ildegm12.5
```

Abychom získali typickou barevnou škálu užívanou pro výškové modely (od zelené, přes žlutou až po červenou) vyvoláme:

```
GRASS:~ > r.colors map=ildegm12.5 col=gyr
```

a nyní již můžeme tuto mapou zobrazit:

```
GRASS:~ > d.mon x0
```

```
GRASS:~ > d.rast ildegm12.5
```

6.7 Vytváření menších výřezů z rastrových map

Často se setkáváme s problémem, kdy máme k dispozici velkou mapu, ale chceme pracovat pouze na části tohoto území. Aby byl čas, během kterého se provádějí jednotlivé analýzy, únosný, můžeme z této velké mapy vyříznout pouze její část a uložit ji jako samostatnou mapu. GRASS má oproti proprietárním programům jako je PC ARC/INFO jednu velkou výhodu, vždy totiž pracuje pouze s aktivním výřezem viditelným v GRASS monitoru. Tudíž vlastně postačuje pouze zobrazit výřez pokrývající zájmové území a dále pracovat případně exportovat tuto část (bez nutnosti speciálního dotazu do databáze).

Nejdříve tedy zvolíme výřez buď pomocí `g.region` nebo `d.zoom`. Modul `r.mapcalc` tak bude pracovat pouze s tímto aktivním výřezem.

Pomocí jednoduché rovnice

```
'<novy_soubor> = <stary_soubor>'
```

ve kterém vystupuje jako `stary_soubor` jméno větší rastrové mapy, její aktuální výřez se naopak uloží jako `novy_soubor`. Příklad:

```
GRASS:~ > d.zoom
```

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'vnitrni_mesto = hannover.tk25'
```

Rastrová mapa `vnitrni_mesto` bude obsahovat pouze vyzvětšovaný výřez oblasti s odpovídajícím rozsahem souřadnic. Nyní ještě musíme zkopírovat tabulku barev.

V GRASSu 5.0.x můžete pomocí modulu `r.colors` přenést tabulku barev z jedné rastrové mapy na druhou (zde kupříkladu `hannover.tk25` na mapu `vnitrni_mesto`):

```
GRASS:~ > r.colors map=vnitrni_mesto rast=hannover.tk25
```

V GRASSu 4.x je to o něco náročnější, zde můžete pracovat pouze s jednou databankou GRASSu. Přepněte se do odpovídajícího adresáře této databanky (např. pomocí proměnné prostředí `$LOCATION` zjistíte cestu k aktuální *location* a *mapsetu*):

```
$ cd $LOCATION/colr
```

```
$ cp <stary_soubor> <novy_soubor>
```

```
$ cd -
```

(např. `cp hannover.tk25 vnitrni_mesto`).

Tabulka barev má tedy stejné jméno jako rastrová mapa v odpovídajícím adresáři.

U modulu `r.mapcalc` je velmi důležité, aby jméno mapy obsahovalo vždy alespoň jedno písmeno. Jména obsahující čistě pouze čísla musí být uzavřena do uvozovek (pokud tomu tak není, dostanete ve výsledku mapu, která bude celá obsahovat hodnotu jména souboru).

6.8 Export rastrové mapy

Export můžeme provést různými způsoby. Lze využít exportní formáty ASCII (`r.out.ascii`), ARC-GRID (`r.out.arc`), PPM (`r.out.ppm[.cer1]`), PPM/3 (`r.out.ppm3`), MPEG (`r.out.mpeg`) a TARGA (`r.out.tga`). Ve srovnání s ASCII, TARGA nebo PPM šetří formát TIFF výrazně více místo, může být exportován přímo nebo jako formát PNG. Ostatní formáty lze vytvořit pomocí `netpbm-tool` (výstup na „standardout“).

V předchozím textu jste byli upozorněni na to, že bude exportován pouze „aktivní region“. Tímto způsobem lze tedy velmi snadno exportovat jednotlivé části map. Zmíněné moduly můžete také řídit pomocí menu. Poněkud odlišně se chová modul, určený pro export do formátů ARC-GRID, ASCII a PPM. V tomto případě musí být výstup přesměrován („UNIX piping“):

```
GRASS:~ > r.out.arc map=jmeno_rastru > jmeno_rastru.grd
```

Volitelný parametr `dp` slouží k ohraničení desetinných míst (např. na dvě):

```
GRASS:~ > r.out.arc map=jmeno_rastru dp=2 > jmeno_rastru.grd
```

Příklad pro export do formátu PPM a následná konverze do formátu GIF pomocí `netpbm-tools` (alternativně můžete použít `xv`⁶):

V GRASSu 4.1.x

```
GRASS:~ > r.out.ppm.cer1 input=jmeno_rastru output=- | ppmtogif > export.gif
```

V GRASSu 4.2.x a vyšším:

⁶Pozn. překl: Či mocný `convert` z balíku `ImageMagick`.

```
GRASS:~ > r.out.ppm input=jmeno_rastru output=- | ppmtogif > export.gif
```

Vytvořený soubor ve formátu GIF je uložen v aktuálním adresáři. I v tomto případě bylo použito tzv. „UNIX-piping“, výstup z modulu `r.out.ppm` je přeměřován přímo do programu `ppmtogif`, zde zpracován a opět přeměřován do souboru `export.gif`. Výhoda `netpbm-tools` spočívá v tom, že pracuje zcela automatizovaně, bez nutnosti manuálního zásahu, takže jej lze velmi jednoduše použít např. ve skriptech.

Další možnost exportu spočívá ve formátu ASCII-sites (souřadnice x, y a z). Modul `r.out.ascii` vypíše hodnoty buněk, alternativně je možné přiřadit i jejich souřadnice:

```
GRASS:~ > r.stats -1 -g input=jmeno_rastru > vyskova_data.txt
```

Struktura textového souboru `vyskova_data.txt` je následující:

```
zem_sirka zem_vyska hodnota_bunky
```

Volitelně lze vypsát vedle hodnoty rastrové buňky i volitelný atribut (viz kapitola 6.11).

6.9 Zoomování v mapě

Jednotlivé detaily je možné přiblížit pomocí modulu:

```
GRASS:~ > d.zoom
```

Můžete tak pomocí myši vybrat vámi požadovaný výřez a posléze zobrazit v GRASS monitoru. Pro označení prvního rohu výřezu použijte levé tlačítko myši. Prostředním tlačítkem (příp. oběma najednou) vyberete protilehlý roh požadovaného výřezu. Pro opuštění modulu stiskněte pravé tlačítko myši. Pohledu „z větší dálky“ dosáhnete stisknutím prostředního tlačítka.

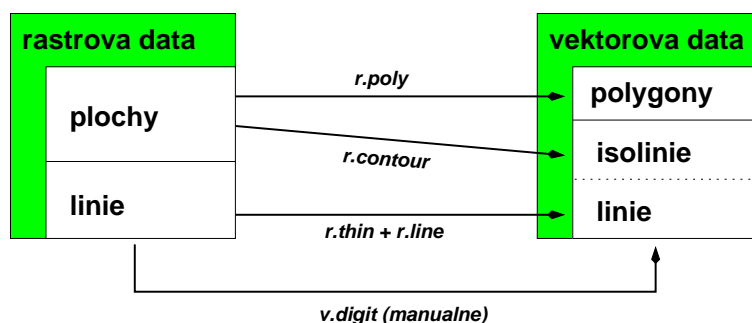
Další možností jak nastavit aktivní oblast na maximální možnou míru (tj. celé zájmové území) je pomocí `g.region -d (výchozí region)`. Následně musíte vyčistit obsah GRASS monitoru – `d.erase`. V opačném případě by totiž došlo pouze k překrytí stávajícího obsahu. Zobrazit celý rastr můžete pomocí `d.rast`. Modulem `d.zoom` lze přirozeně opět zvolit libovolný výřez.

6.10 Automatický převod na vektorová data

GRASS dovoluje při splnění určitých podmínek automaticky provést konverzi rastrových dat na vektorová. K dispozici jsou celkem dva moduly: první převádí liniové struktury na vektorové linie a druhý rastrové plochy na polygony.

Pokud je rastrová mapa pozměněna (reklasifikována) (viz dodatek A.8.2) tak, že obsahuje pouze vrstevnice lze provést automatický převod do podoby vektorových linií. Nejdříve však musí být tyto struktury ztenčeny, tak aby nemohly vzniknout žádné paralelní vektorové linie.

```
GRASS:~ > r.thin
```



Obrázek 6.2: Možnosti konverze rastrových a vektorových dat

Tloušťka linie je nyní pouze jeden pixel. V druhém kroku budou linie automaticky vektorizovány:

```
GRASS:~ > r.line
```

Při vektorizaci ploch nemá smysl provádět ztenčování, ale pomocí

```
GRASS:~ > r.poly
```

ihned vytvořit novou vektorovou mapu.

Tyto vektorové mapy je vhodné poté automaticky „vyčistit“ pomocí `v.trim` (zlomové zbytkové vektorové elementy) a `v.prune` (přebytečné uzly). Pro další práci, tedy pro manuální vektorizaci slouží modul `v.digit`.

Třetí automatická metoda – výpočet izočar – bude vysvětlena níže.

Rastrovou plochu lze snadno převést na příslušné hraniční linie. Naopak `r.poly` vytvoří mapu obsahující vektorové plochy. Další možnosti konverze jsou popsány v oddíle 7.11. Mapu s hraničními liniemi lze použít k pozdějšímu zpracování např. modulem `r.buffer`.

6.11 Převod na bodová data

Rastrová data, jako například výškové modely, je občas vhodné převést zpět do bodového formátu. Struktura těchto dat může vypadat kupříkladu takto

```
zem_vyska zem_sirka hodnota volitelny_atribut
```

`hodnota` odpovídá v případě výškového modelu nadmořské výšce konkrétního bodu. Pro pouhý výpis souřadnic do externího souboru, bez dalších atributů, použijeme příkaz

```
GRASS:~ > r.stats -1g jmeno_rastru > exportni_soubor.asc
```

V případě potřeby lze vypsát i konkrétní atribut

```
GRASS:~ > r.stats -1gl jmeno_rastru > exportni_soubor.asc
```

Znak „větší než“ zapříčiní přesměrování výstupu do nového souboru, který bude posléze vytvořen v aktuálním adresáři.

Pomocí

```
GRASS:~ > s.in.ascii
```

lze naimportovat soubor a uložit do bodového formátu. Kombinaci `r.stats/s.in.ascii` lze alternativně nahradit modulem `r.to.sites` (v GRASSu 5 s volbou „-a“).

6.12 Spojování různých map

Dvě mapy lze spojit příkazem

```
GRASS:~ > r.patch
```

Spojení zadaných map vede – podle pořadí – k rozdílným výsledkům: první mapa je přeložena přes druhou atd. Příklady naleznete v [Albrecht-92] – <http://grass.itc.it/gdp/>.

Problematickým se může stát proces překrývání případně spojování obrazových dat s barevnou hloubkou 256 barev. Současný model barev GRASSu se stává s více než 2500 barvami pomalým⁷. Alternativně lze použít GRASSový skript `i.image.mosaic` (vytvoření mozaiky), což je asi nejlepší, externí, cesta. Při tomto postupu jsou mapy vyexportovány z GRASSu a spojení map je přenecháno externímu programu (např. pomocí `netpbm-tools: pnmcat`). Nakonec jsou v nové mapě zredukovány barvy pouze na 8bitovou barevnou hloubku. Tato nová mapa může být zpětně importována do GRASSu. Externí spojení probíhá takto:

```
GRASS:~ > pnmcat -lr obrazek_a.ppm obrazek_b.ppm > obrazek_c.ppm
```

(vedle sebe: left right)

```
GRASS:~ > pnmcat -tb obrazek_a.ppm obrazek_b.ppm > obrazek_c.ppm
```

(nad sebou: top bottom)

Modulem `r.in.ppm` může být nově vytvořená mapa opět importována, alternativně ji (`obrazek_c`) lze převést programem `xv` do zcela jiného formátu.

Matematické operace s rastrovými daty můžete provádět pomocí

```
GRASS:~ > r.mapcalc
```

Za poznámku stojí fakt, že tento modul disponuje vlastní příručkou.

Obecný postup sestavení rovnice je následující

```
<nova_mapa> = <mapa1> <matematicka_operace> <mapa2>...
```

Např. výpočet normalizovaného vegetačního indexu („normalized difference vegetation index“) se provede v `r.mapcalc` takto (v GRASSu 4.x je potřeba vynásobit hodnotou 100, aby

⁷Pozn. překl.: Tak to už v současném GRASSu tak úplně neplatí.

zůstaly nepřímo zachovány hodnoty za desetinnou čárkou):

```
mapcalc > ndvi2 = 255.0 / 90.0 * atan ((tm4 - tm3) / (tm4 + tm3))
```

alternativně

```
mapcalc > ndvi = 1.0 * (tm4-tm3) / (tm4 + tm3)
```

Od GRASSu 5.0.x je potřeba dávat pozor na to, že mapa obsahující hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou je vytvořena pouze pokud do výpočtu vstupuje alespoň jedna mapa obsahující hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou. Druhou rovnicí pro výpočet NDVI je tedy v GRASSu 5.0 potřeba vynásobit 1.0, aby mapa `ndvi` nebyla pouze celočíselná. Satelitní kanály jsou obvykle uloženy jako „integer“ (celočíselné hodnoty) a výsledek by tedy byl také pouze celočíselný. Pokud mapa nese hodnoty „integer“, měly by být vypočtené hodnoty obecně uloženy s plovoucí desetinnou čárkou a to tak, že jim bude dodatečně přiřazena desetinná tečka (americká čárka). Příklad (dejme tomu, že je `stara_mapa` rastr ve formátu „float“):

```
mapcalc > floatmap = stara_mapa + 120.
```

Mapy `ndvi`, `ndvi2` příp. `floatmap` představují nový rastrový soubor, `tm3` a `tm4` jsou kanály LANDSAT-TM, které musí být v datasetu přítomny jako rastrové mapy. Nezapomeňte na to, že **jména souborů musí obsahovat alespoň jedno písmeno**, protože jinak budou tyto číselné názvy interpretovány pouze jako číslo.

Rozdíl mezi překrytím map pomocí `r.patch` případně `r.mapcalc` ukazuje obrázek 6.3.

V případě `r.patch` probíhá spojování na základě geometrie, `r.mapcalc` naopak pracuje se zadanou rovnicí. `r.mapcalc` tak nabízí podstatně více možností.

Dobrou možnost spojení různých ploch a otestování přijatelnost tohoto spojení nabízí modul

```
GRASS:~ > r.cross
```

Jako první jsou zadány podkladové mapy (minimálně 2), které vstupují do procesu spojení. Po zadání všech vstupních map, stiskněte ještě jednou dodatečně `RETURN`, aby se ukončil dotazovací mód. Nyní modul vyžaduje jméno nové mapy, do které se mají uložit vygenerovaná data.

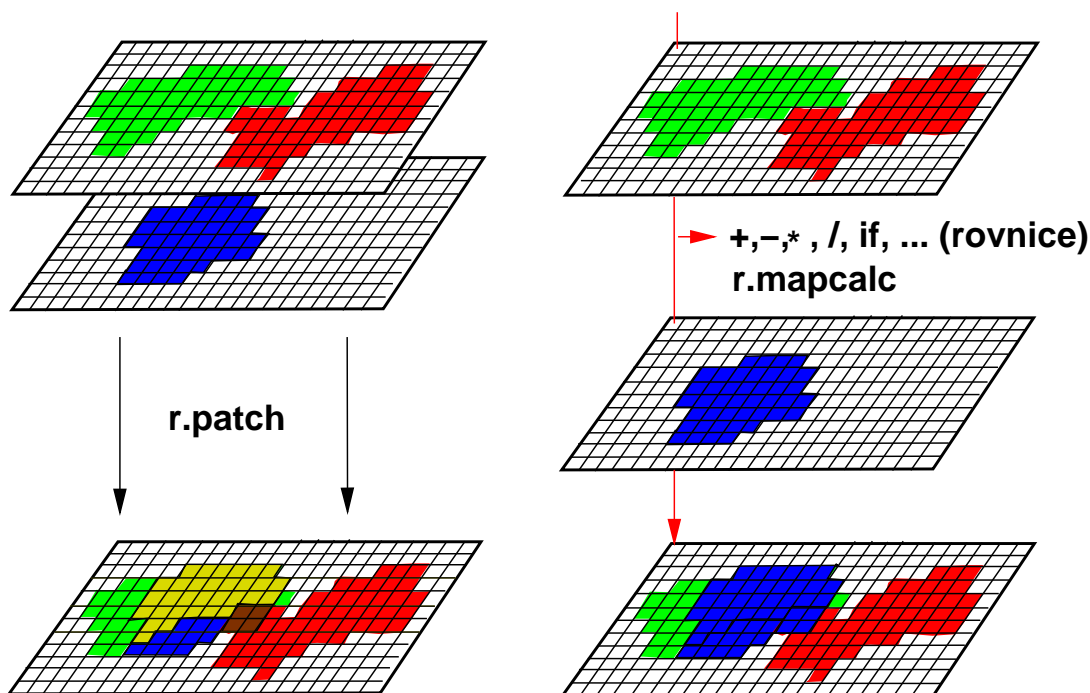
Vzniklou mapu si můžete prohlédnout např. pomocí `d.what.rast`. Tímto způsobem lze srovnávat hodnoty ploch vstupujících do výpočtu s hodnotami uloženými do výsledné mapy. Pokud chcete vypsát tabulku kategorií (category label), pomůže

```
GRASS:~ > r.cats
```

uplatněný na novou mapu.

6.13 Interpolace rastrových dat

GRASS nabízí dva moduly pro interpolaci rastrových map. Obecně lze rozlišit dvě možnosti:



Obrázek 6.3: Různé způsoby spojení rastrových map pomocí `r.patch` příp. `r.mapcalc`

1. rastrová mapa obsahuje mnoho „děr“ včetně nulových hodnot
2. je potřeba změnit rozlišení rastrových dat

V *prvním případě* postupujeme takto: Modul

```
GRASS:~ > r.surf.idw2
```

je založen na filtru s pohybující se Gaušovou křivkou, která zohledňuje vyváženost rastrové hodnoty ve vztahu ke vzdálenosti (počet zahrnutých nejbližších sousedů je volitelný jako „number of interpolation points“, standardní hodnotou je 12 bodů). Na základě pohybujícího se okna jsou tedy vypočítány hodnoty nové mapy z hodnot buněk nejbližších sousedů s ohledem na jejich vzdálenost. Přitom lze nastavit rozlišení pomocí `g.region` (Bod 1 v menu, GRID RESOLUTION). Pokud pracujete v zeměpisném souřadnicovém systému („Latitude/Longitude“), použijte raději `r.surf.idw` místo zmiňovaného `r.surf.idw2`.

Pokud rastrová mapa obsahuje větší oblasti bez dat, je na čase se zamyslet nad tím, zda nepoužít spline („křivkovou“) interpolaci. Při aplikaci tohoto algoritmu jsou výsledky významně lepší, než při metodě IDW. GRASS nabízí spline interpolaci pro bodová data. Proto je nejprve potřeba mapu převést do bodového formátu `r.to.sites`. Dále je vhodné nastavit rozumné rozlišení pomocí `g.region` a samotnou interpolaci provést modulem

```
GRASS:~ > s.surf.rst
```


Jako výsledek obdržíte vyinterpolovanou plochu opět v rastrovém formátu. Kvalitu interpolace lze zkontrolovat z vytvořené mapy lokálních odchylek. Bližší informace naleznete v kapitole 7.7, případně [Mitasova–Mitas–93], [Mitasova–Hofierka–93], [Mitas–Mitasova–99] a [Neteler–Mitasova–02]. Na základě struktury dat se musíte rozhodnout pro tu či onu metodu.

V *druhém případě*, zlepšení rozlišení, můžete buď použít interpolační metodu IDW nebo spline interpolaci. V případě metody IDW nejdříve nastavíte rozlišení (viz výše) pomocí `g.region`. A poté se již modulem `r.resample` vytvoří mapa odrážející nastavené rozlišení (pracuje podobně jako `r.surf.idw[2]` s *nearest neighbor resampling*).

V případě metody IDW lze aplikovat dva alternativní algoritmy: bilineární interpolaci a metodu „nejbližšího souseda“ (*nearest neighbor*). Bilineární interpolace je provedena modulem

```
GRASS:~ > r.bilinear
```

Bilineární interpolace je sice velmi rychlá, doporučit ji však lze pouze pro malé zlepšení rozlišení. Při větších změnách je patrná „kvádrová struktura“.

Pokud chcete provádět větší změny rozlišení, nabízí se opět spline metoda. Zde se zadá cílové rozlišení přímo jako parametr modulu, takže nemusíte navíc vyvolávat `g.region`. Převzorkovací modul s metodou spline se jmenuje

```
GRASS:~ > r.resamp.rst
```

Vedle interpolace umí tento modul volitelně vyjádřit i geomorfologické vlastnosti reliéfu, jako je sklon svahu, expozice a tvar profilu (vertikální, horizontální a střední hodnota). Více informací na téma spline interpolace naleznete v [Mitas–Mitasova–99], [Mitasova–Mitas–93] a <http://skagit.meas.ncsu.edu/~helen>.

6.14 Konstrukce izočar z výškových modelů

Zajímavá je možnost automatického vytvoření izočar (např. vektorových linií z rastrové mapy). Rastrový model by měl být dostupný v co možná největším rozlišení, aby se minimalizovala tvorba „schodů“ vektorových linií. Postup je popsán v minulém oddíle.

Modul

```
GRASS:~ > r.contour
```

vytvoří vektorovou mapu obsahující vektorové linie.

Stačí určit pouze krok („step“) vrstevnic a ostatní parametry jako např. minimální a maximální hodnotu přenechat GRASSu:

```
GRASS:~ > r.contour input=vyskovy_model step=krok output=vrstevnice
```

výsledek je potom uložen v souboru `vrstevnice`. Mapa musí být ještě ošetřena modulem `v.support`, který uspořádá vnitřní datovou strukturu. Modul se spustí takto:

```
GRASS:~ > v.support map=vrstevnice option=build
```

Hustota vrstevnic (a tím i ekvidistance E) je závislá na sklonu svahu α a měřítku mapy M . Podle [Imhof-65] ([Hake-Grünreich-94, str. 382]) se její hodnota určí ze vztahu:

$$E = n \cdot \log n \cdot \tan \alpha \quad (6.1)$$

kde

$$n = \sqrt{\frac{M}{100} + 1} \quad (6.2)$$

M je měřítko mapy, α je sklon svahu ve stupních. Typický sklon v hornatých oblastech je $\alpha = 45^\circ$, pro pahorkatiny $\alpha = 25^\circ$ a nížiny $\alpha = 10^\circ$. Jako příklad může posloužit, že ekvidistance E (v m) v pahorkatině při měřítku 1:50 000 je v ideálním případě 15 m. Tato hodnota se tedy zadá jako *step* v modulu `r.contour`.

Pro určení střední hodnoty sklonu svahu můžete použít `r.slope.aspect`, který vytvoří právě mapu sklonových poměrů. Charakteristiku včetně střední hodnoty zobrazí `r.univar`.

6.15 Zvláštnosti GRASSu 5.0.x

GRASS 5.0.x disponuje novým formátem rastrových dat. Podporovány jsou kromě celočíselných hodnot i hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou. Tím je umožněno např. přesné uložení výškových dat, trik, který bylo nutno používat v nižších verzích – uložení výšek v centimetrech místo v metrech již není potřeba.

Dále se rozlišuje mezi hodnotami „0“ (ZERO) a „žádná data“ (no data, NULL). Modulem `r.null` lze dodatečně změnit všechny hodnoty 0 na „no data“:

```
GRASS:~ > r.null map=mapa setnull=-9999
```

Jestliže rastrová mapa obsahuje oblasti s „no data“ a vy je chcete převést na danou hodnotu, můžete použít taktéž výše zmíněný modul:

```
GRASS:~ > r.null map=mapa null=22
```

V případě importu pomocí `r.in.asci` lze hodnoty „nic“ přímo zpracovat. Např. hodnotu „no value“ v ARC/INFO (-9999) lze rovnou pomocí parametru „setnull“ překódovat.

Pokud chcete změnit u rastrové mapy NULL na platnou hodnotu, spusťte `r.support` (po zadání jména mapy `RETURN`) až do otázky: „Do you want to create/reset null file for [map] so that all cell values are considered valid data?: „yes““, další otázky „odpálit“ `RETURN`).

Pokud převádíte data z GRASSu 4.x do GRASSu 5.0.x musíte pro každou vektorovou mapu vyvolat modul `v.support` („build“) a podobně v případě rastrových map `r.support` („update stats“), tak aby byla aktualizována interní statistika. U rastrových dat je dobré ještě vyvolat modul `r.null` pro správné nastavení prázdných hodnot.

Pro `r.mapcalc` platí speciálně jedna zvláštnost: Pokud pracujete se vstupními daty celočíselnými (integer) a chce aby hodnoty ve výsledné mapě byly s plovoucí desetinnou čárkou (float) musíte v rovnici uvést desetinnou čárku (tečku). Např:

```
mapcalc > nova_mapa = stara_celociselna_mapa + 123
```

`nova_mapa` bude obsahovat pouze celočíselné hodnoty

```
mapcalc > nova_mapa = stara_celociselna_mapa + 123.
```

`nova_mapa` bude obsahovat hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou.

Pokud chcete celočíselnou mapu převést na mapu obsahující hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou, jednoduše všechny její hodnoty přenásobíte hodnotou 1.0:

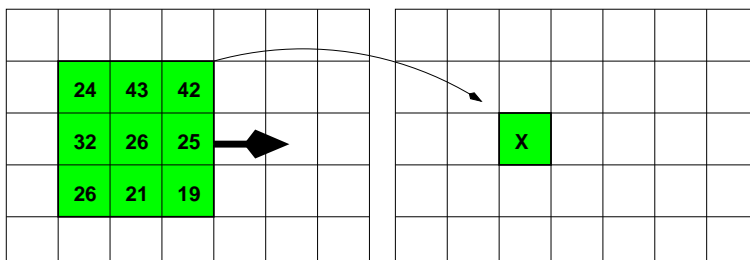
```
mapcalc > nova_mapa = stara_celociselna_mapa * 1.0
```

Na tomto místě poznamenejme, že stejně dobře lze použít pro konverzi mapy obsahující hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou na mapu celočíselnou modul `r.quant` (volitelně hodnoty zaokrouhlí nebo odřízne).

6.16 Mapová algebra s `r.mapcalc`

Překrývání map na rastrové úrovni nabízí enormně široké pásmo analytických možností.

V GRASSu jsou možnosti mapové algebry realizovány modulem `r.mapcalc`. Pracuje na bázi „moving window“, přes celou datovou matici se postupně přesunuje jakési „okno“, které svůj obsah zpracuje a výsledek uloží do nového souboru (viz obr. 6.4). Jak již bylo dříve zmíněno od verze 5.0.x je rozlišováno mezi hodnotami NULL (no data, nic) a 0 (ZERO).



Obrázek 6.4: „Moving-window“ – metoda mapové algebry: Hodnota X nové rastrové mapy je určena na základě matice 3×3 ze vstupní mapy.

Obecná rovnice pro `r.mapcalc` vypadá následovně:

```
nova_mapa = hodnota/mapa1 <vzorec> [mapa2, ...]
```

Vlevo od rovnítky stojí jméno nové rastrové mapy, vpravo výpočetní vzorec. Modul lze tedy používat celkem intuitivně.

Operátory aplikovatelné v modulu `r.mapcalc` naleznete v tab. 6.2.

<code>%</code>	modulo (zbytek po celočíselném dělení ($10/3 = 1$))
<code>/</code>	dělení
<code>*</code>	násobení
<code>+</code>	sčítání
<code>-</code>	odečítání
<code>==</code>	logická rovnost
<code>!=</code>	logická nerovnost
<code>></code>	větší než
<code><</code>	menší než
<code>>=</code>	větší rovno než
<code><=</code>	menší rovno než
<code>&&</code>	logické AND
<code> </code>	logické OR
<code>#</code>	rozděluje tabulku barev na RGB součásti do nového souboru

Seznam aplikovatelných **funkcí** naleznete v tab. 6.3.

Interní **proměnné** v modulu `r.mapcalc` se vztahují na „moving window“, více v tab. 6.4.

Hodnota „žádná data“ (NULL, „no data“) se zadává jako `null()`. Zdůrazněme, že se NULL odlišuje od 0 (ZERO).

Jednoduché příklady základních výpočtů

Takto lze provádět algebraické či logické operace s geograficky korespondujícími hodnotami buněk.

Příklad 1: Přičtení výšky zástavby (výška budovy na mapě) k výškovému modelu, výsledkem tedy bude digitální model terénu, na kterém budou „stát“ jednotlivé budovy:

```
mapcalc > dgm_s_budovami = budovy + vyskovy_model
```

Příklad 2: Určí těžiště dvou map a ačkoliv je původní mapa celočíselná, bude výsledná mapa obsahovat hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou:

```
mapcalc > nova_mapa = (5. * mapa1 + 3. * mapa2)/8.2
```

Jednoduché příklady pro podmínku `if`

(„mapa“ je jméno rastrového souboru, všechny ostatní znaky mohou být jména map nebo číselné hodnoty, výpočet probíhá na úrovni pixelů):

1. pokud `mapa == a` pak `b` jinak `c`

Tabulka 6.3: Funkce v modulu `r.mapcalc`

<code>abs(x)</code>	absolutní hodnota x	$ x $
<code>atan(x)</code>	arkustangens x (x ve stupních)	$\arctan(x)$
<code>cos(x)</code>	kosinus x (x ve stupních)	$\cos(x)$
<code>eval([x,y,...],z)</code>	vyhodnotí výrazy x a y a výsledek uloží do z	
<code>exp(x)</code>	exponenciální funkce x	e^x
<code>exp(x,y)</code>	mocnina y z x	x^y
<code>float(x)</code>	převeďte x na číslo s plovoucí desetinnou čárkou	
<code>if</code>	operátor rozhodování	
<code>if(x)</code>	1, když x ne 0, jinak 0	
<code>if(x,a)</code>	a , když x ne 0, jinak 0	
<code>if(x,a,b)</code>	a , když x ne 0, jinak b	
<code>if(x,a,b,c)</code>	a , když $x > 0$, b když x rovno 0, c když $x < 0$	
<code>int(x)</code>	převeďte x na celé číslo, zbytek odřízne	
<code>isnull()</code>	1, když x rovno <code>NULL</code> (no data)	
<code>log(x)</code>	přirozený \log z x	$\ln(x)$
<code>log(x,b)</code>	\log z x při základu b	$\log_b(x)$
<code>max(x,y[,z...])</code>	vrátí největší ze zadaných hodnot	
<code>median(x,y[,z...])</code>	vrátí prostřední hodnotu (medián) ze zadaných hodnot	
<code>min(x,y[,z...])</code>	vrátí nejmenší ze zadaných hodnot	
<code>mode(x,y[,z...])</code>	vrátí nejčtetnější hodnotu (modus) ze zadaných hodnot	
<code>rand(low,high)</code>	vrátí náhodnou číselnou hodnotu z oboru $low,high$	
<code>round(x)</code>	zaokrouhlí x na nejbližší celočíselnou hodnotu	
<code>sin(x)</code>	sinus x (x ve stupních)	$\sin(x)$
<code>sqrt(x)</code>	odmocnina x	\sqrt{x}
<code>tan(x)</code>	tangens x (x ve stupních)	$\tan(x)$

Tabulka 6.4: Proměnné v modulu `r.mapcalc`

<code>x()</code>	proměnná pro aktuální souřadnice x
<code>y()</code>	proměnná pro aktuální souřadnice y
<code>col()</code>	proměnná pro aktuální číslo sloupce
<code>row()</code>	proměnná pro aktuální číslo řádku
<code>nsres()</code>	proměnná pro aktuální rozlišení sever-jih
<code>ewres()</code>	proměnná pro aktuální rozlišení východ-západ

```
mapcalc > nova_mapa = if((mapa == a),b,c)
```

2. pokud `mapa != a` pak `b` jinak `c`

```
mapcalc > nova_mapa = if((mapa != a),b,c)
```

3. pokud `mapa >= a` pak `b` jinak `c`

```
mapcalc > nova_mapa = if((mapa >= a),b,c)
```

4. pokud `mapa >= a` zároveň `mapa <= b` pak `c` jinak `d`

```
mapcalc > nova_mapa = if(((mapa>=a) && (mapa<=b)),c,d)
```

Příklady pro komplexní selekci dat

1. Vyber z „mapa“ hodnoty 1 a 2 a ulož je do nové mapy, jinak 0:

```
mapcalc > nova_mapa = if((mapa == 1),1,0) + if((mapa == 2),2,0)
```

2. Vyber z „mapa“ hodnoty 1 a 2 a ulož je do nové binární mapy (hodnoty 0 a 1 – tedy „ano“ a „ne“):

```
mapcalc > nova_mapa = if((mapa == 1),1,0) || if((mapa == 2),1,0)
```

3. Zohlednění hodnoty NULL („no data“, žádná data):

- (a) Převod všech hodnot kromě NULL na novou hodnotu:

jestliže `mapa == NULL` pak 3 jinak `mapa` (pokud „no data“, pak 3 jinak převzít hodnotu pixelu)

```
mapcalc > nova_mapa = if(isnull(mapa),3,mapa)
```

- (b) Převod všech hodnot menších než 5 v mapě na žádná data, jinak 5:

```
mapcalc > nova_mapa = if(mapa<5,null(),5)
```

Zadání relativních souřadnic

Využití relativních souřadnic je další zajímavou možností, kterou můžete využít při metodě „moving window“. Tím lze do výpočtu zahrnout také okolní buňky případně větší / nesymetrické okno, než je matice 3×3 . Příklad:

```
mapcalc > nova_mapa = stara_mapa[1,1] + stara_mapa[-1,-1]
```

pro vytvoření nové mapy se použijí pouze buňky v matici 3×3 vpravo nahoře $[1, 1]$ a vlevo dole $[-1, -1]$. Tuto syntaxi lze nasadit také na různé vstupní mapy. Pomocí „`row()`“ a „`col()`“ lze ve vzorci zohlednit aktuální řádky a sloupce pohybujiícího se okna. Obdobně „`x()`“ a „`y()`“ zohledňují aktuální souřadnice „moving window“.

`r.mapcalc` lze vyvolat také přímo z příkazové konzole s výhodou jednoduché editace (použití kurzorových kláves). V tomto případě je však nutno zadat vzorec do uvozovek. Příklad

pro vytvoření **mozaiky**: pokud jsou souřadnice x a y menší než zadaná hodnota, pak kanál LANDSATu 1 (tm1), jinak tomuto pixelu přiřadit hodnotu topografické mapy (tk25):

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'nova_mapa=if((x()<3571000 && y()<5767000),tm1r,tk25)
```

Zde byly použity proměnné, které pracují s aktuálními souřadnicemi „moving window“. Jediná problematická věc je to, že nezůstane zachována tabulka barev originální mapy. Podobným způsobem můžete definovat čtvercové souřadnice s danou hodnotou.

Funkce `eval()` dovoluje uložit mezivýsledky, bez nutnosti tvorby nových map a tak lze výpočet rozložit do více kroků. Jednotlivé podvzorce jsou v prostředí `eval()` odděleny čárkou. Poslední formulace je vždy uložena jako výsledná mapa. Zajímavé je využití této funkce například při práci s mapami obsahující hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou, kde nelze definovat exaktní interval. V tomto příkladě je hodnota buňky nejdříve zaokrouhlena a přechodně uložena jako celočíselná hodnota „a“ a následně otestována podmínkou:

(pokud zaokrouhlená hodnota mapy == 3, pak 3 jinak NULL)

```
mapcalc > nova_mapa = eval (a = round(mapa),if (a==3,3,null()))
```

Komplexnějším příkladem je ukázka intervalového výběru z mapy obsahující hodnoty s plovoucí desetinnou čárkou. Hodnoty NULL zůstanou zachovány, mezivýsledky budou uloženy do proměnných „zw1“ a „zw2“:

(pokud $a \leq \text{mapa} \leq b$ pak c jinak zachovej NULL (následující příkaz patří do jedné řádky))

```
mapcalc > nova_mapa = eval(zw1=round(mapa),zw2=if(((zw1 > 4) &&
(zw1 <= 5)),20,66),if(isnull(mapa),mapa,zw2))
```

Přirozeně není nutné před výpočtem ihned hodnoty buněk zaokrouhlovat. Můžete stejně dobře definovat interval hodnot nebo přímo explicitní hodnoty.

Příklad: nová mapa obdrží nadmořskou výšku v severo-západním směru o 100 m vyšší:

```
mapcalc > nova_mapa = 100 + row() + col()
```

Další příklady využití modulu `r.mapcalc` naleznete v [Albrecht-92] a v tutoriálu `r.mapcalc` ([Shapiro-Westerveld-92]).

6.17 Přiřazení atributů u rastrových map

Přiřazení atributů je žádoucí např. při potřebě přiřadit plošnou hodnotu k rastrové buňce. Modul `r.stats` vygeneruje tzv. „přiřazovací“ soubor vytvořený aplikací jednoduchých statistických výpočtů (pro každou jednotku legendy zvolit opci: „-a“). Výstup z tohoto modulu je posléze přeměrován do modulu `r.reclass`, který vytvoří reklasifikovanou mapu (pro GRASS 4.x):

```
GRASS:~ > r.stats -a fs== in=mapa | r.reclass in=mapa out=nova_mapa
```

V GRASSu 5.0.x je nutné nejprve výstup modulu `r.stats` „prohnat“ programem `awk`⁸. Hodnoty jsou sice uloženy jako reálná čísla, `r.reclass` však umí pracovat pouze s celočíselnými hodnotami (všechno opět v jednom řádku):

```
GRASS:~ > r.stats -an in=mapa |
awk '{printf "%d=%d\n",$1,$2}' | r.reclass in=mapa out=nova_mapa
```

Může se objevit upozornění „WARNING: can't read reange file for [mapa]“. V tomto případě je potřeba zaktualizovat vnitřní statistiku mapy pomocí `r.support` („Edit header“: „n“, „Update stats“: „y“, všechno ostatní: `RETURN`). Tabulka hodnot pro novou mapu, která byla vytvořena modulem `r.stats` a byla posléze přeměrována („unix piping“) do modulu `r.reclass`, může vypadat například takto (hvězdička „*“ platí pro všechny oblasti NULL („no data“), parametrem „-n“ tyto oblasti potlačíte):

```
1=81182.908163
2=1206.802721
3=7.993197
4=55037.159864
5=670621.258503
6=19.982993
*=660473.894557
```

Původní tabulku barev lze zkopírovat modulem `r.colors` (viz kap. 6.7).

Můžeme také např. určit atribut velikost celkové plochy v metrech čtverečních (při použití modulu `d.what.rast` etc. tak získáme přehlednější informace). Dejte pozor na mezery (příkaz by měl být v jedné řádce):

```
GRASS:~ > r.stats -a mapa |
awk '{%d=%d Plocha: %dm^2\n",$1,$1,$2}' | r.reclass in=mapa out=nova_mapa
```

Program `awk` zpracuje pravidla klasifikace:

```
1=1 Plocha: 81182.908163m^2
2=2 Plocha: 1206.802721m^2
3=3 Plocha: 7.993197m^2
4=4 Plocha: 55037.159864m^2
5=5 Plocha: 670621.258503m^2
6=6 Plocha: 19.982993m^2
** Plocha: 660473.894557m^2
```

⁸Pozn. překl: Jde o GNU implementaci (`awk`, resp. `gawk`) jazyka AWK.

Nevýhoda tohoto postupu spočívá v tom, že jako jednotka legendy je vždy použita celková plocha. Podle potřeby je však možné určit plochy na základě jednotlivých objektů a to pomocí modulu

```
mapcalc > r.clump
```

vytvořit novou mapu, ve které bude každá související plocha označena průběžnou hodnotou. Nakonec použijete výše popsany příkaz (s nebo bez aplikace `awk`), tak abyste získali požadovaný atribut velikosti jednotlivých ploch.

6.18 Práce s metadaty rastrových map

Metadata nesou informace o kvalitě dat, způsobu sběru, přesnosti, jejich původci atd. Pro práci v GISu má dokumentace dat vysoký význam, zejména co se týče určení jejich stavu. To je důležité především u projektů, které se táhnou delší časové období a na kterých pracuje větší skupina lidí a nebo ty, které jsou předávány druhým stranám. GRASS umožňuje spolu s daty spravovat i soubor „history“. Při automatickém vytvoření nové mapy pomocí některého z modulů je vytvořen tento soubor zcela automaticky. V některých případech je velmi důležité zaznamenat i některé dodatečné informace.

Soubor `history` můžete modifikovat modulem `r.support`. Po zadání jména mapy se dostanete k otázce: „Edit the history file for [mapa]?“, kterou buď odpálíte `RETURN` nebo odpovíte „yes“. V druhém případě se objeví formulář s metadaty. Určitě byste měli vyplnit (aktualizovat) položky „Data source“ a „Data Description“. Popisem dat můžete pokračovat na další obrazovce (`ESC` – `RETURN`). U map, které byly vytvořeny v GRASSu, jsou již některé parametry zadány. Kombinací `ESC` – `RETURN` opustíte i druhou zadávací masku. Další otázky můžete přeskočit `RETURN`.

Metadata rastrových map vypisuje modul

```
GRASS:~ > r.info
```


7 Zpracování vektorových dat

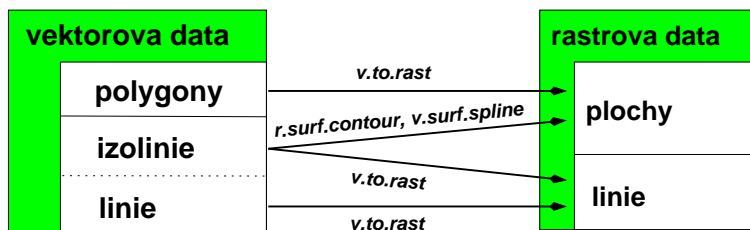
Vektorová data tvoří důležitou součást datové základny GISu. Mohou být uložena, v terminologii GRASSu, ve formě polygonů, resp. ploch („areas“), linií („lines“) a bodů („sites“). Obecně lze říci, že tvorba vektorových map vyžaduje určitý čas při vektorizaci obrysů ploch, liniových průběhů silnic, řek atd. GRASS navíc spravuje topologii vektorových dat, jako pravidlo pro praxi platí, že stejné hranice ploch musí být vedeny jako jedna vektorová linie.

V blízké budoucnosti, doufejme bude rozeznávání „vzorů“ na použitelné úrovni. Potom snad bude možné provádět vektorizaci v běžném GISu „automatizovaně“. Eventuálně bude mapový materiál dostupnější než je tomu doposud. V takovém případě bude možno přímo definovat požadované informační roviny. Do té doby je ovšem manuální digitalizace jedinou cestou k mapě v elektronické podobě. Následující kapitola se tak zabývá mimo jiné i vektorizací analogového materiálu.

V této kapitole bude popsán postup vektorizace na monitoru osobního počítače. Instalace digitalizačního prkna je popsána v „GRASS 4.1 Installation Guide“, který v tomto ohledu platí také pro GRASS 5.0.x.

7.1 Proč mapy digitalizovat?

Mapa může být v geografickém informačním systému použita k analýze pouze tehdy, jestliže jsou její objekty (silnice, budovy, vodní plochy) oddělitelné, tj. selektovatelné. Pokud například mapu pouze naskenujete a importujete ji do GISu jako „obrázek“ (např. pomocí `r.in.tiff`), nemohou být mapové objekty jednoduše oddělitelné. Všechny informace jsou uloženy pouze jako jednotlivé rastrové buňky. Lze sice automaticky vektorizovat homogenní plochy a linie (`r.line`, `r.poly`). Mapové signatury se ale velmi často vzájemně překrývají (cesta vede přes les) a to přirozeně přináší řadu komplikací. Jednotlivé objekty se oddělují právě vektorizací. Tímto způsobem se přenesou hranice objektů a jejich atributy do nové vektorové mapy. Hranice homogenních ploch a linií jsou „obkresleny“ a uloženy jako vektorové elementy. Jelikož pracujeme v GISu, tak jsou objekty navíc automaticky geokódovány.



Obrázek 7.1: Možnosti při převodu vektorových dat na data rastrová

7.2 Vektorové typy v GISu

Vektorovými liniemi lze popsat liniové objekty (cesty, řeky atd.). Vektorové plochy naopak reprezentují plošné informace (např. jednotlivá zemědělská pole, vodní plochy). Vektorové linie příp. hraniční linie ploch jsou obvykle sestaveny z *liniových tahů*. Tyto tahy jsou ohraničeny tzv. *opěrnými body* nebo-li „verticals“ (jednotné číslo „vertex“). Konce linií jsou označovány jako *uzly* („nodes“). Vektorové linie a plochy mají přiřazen identifikátor atributu („category number“) a textový atribut („category label“). Tyto atributy jsou při vektorizaci přímo přiřazeny k jednotlivým vektorovým elementům. V případě vektorových ploch je nutno dodatečně určit tzv. *štítkový bod* („label point“) ležící uvnitř této plochy, který nese příslušný atribut. GRASS může interně spravovat pouze jeden atribut na vektorový element, při spojení s externí databankou jich může být libovolné množství.

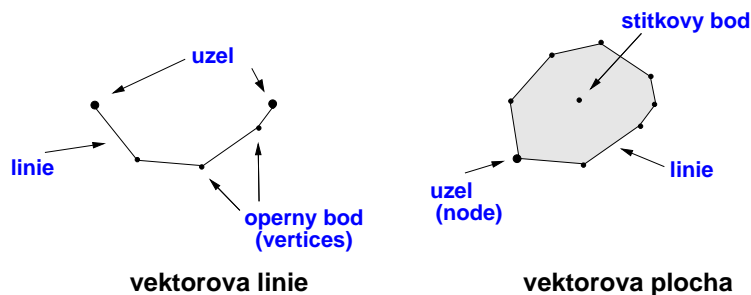
7.3 Vektorizace v GRASSu

Existují celkem dva postupy vektorizace map (často označované poněkud mlhavým pojmem „digitalizace“):

- vektorizace na digitalizačním prkně
- vektorizace na monitoru počítače

Při **vektorizaci na digitalizačním prkně** je mapa položena na digitalizační prkno, její rohové souřadnice jsou označeny a uloženy přes klávesnici do digitalizačního modulu (registrace mapy). Přednost vektorizace na digitalizačním prkně spočívá v tom, že operátor má neustálý přehled o celé mapě. Nevýhodou je naopak vysoká pořizovací cena digitalizačního prkna a nemožnost zvětšení špatně čitelných mapových signatur. Navíc musí být mapová předloha dostupná ve velmi dobrém stavu. Nesmí být nijak vážně deformovaná, tak aby se předešlo chybám v poloze.

Při **vektorizaci na monitoru počítače** je naskenovaná a souřadnicově připojená mapa zobrazena v GRASS monitoru. Takto mohou být snadno vektorizovány jednotlivé relevantní



Obrázek 7.2: Vektorové typy v GISu: linie a plocha

objekty. Souřadnicové připojení (georeferencování) vektorové kresby odpadá, protože rastrová předloha již georeferencovaná je. Přednost spočívá v možnosti využít funkci zvětšení („ZOOM“) a přiblížit tak požadovaný výřez. Lze tak docílit značně přesného stupně vektorizace. Kromě přístupu ke skeneru nejsou nutné žádné další investice. Nevýhodou je ztížená orientace na mapě zobrazené na monitoru.

Obecný postup vektorizace v GISu (v závislosti na měřítku mapy a stupni generalizace):

- linie: Vektorové linie vedeme středem liniového objektu (např. střed silnice).
- plochy: Vektorové linie vedeme středem hraniční linie a pokud je plocha uzavřena, dodatečně určíme štítkový bod přibližně ve středu plochy¹.
- budovy: Polohově věrný je pouze střed budovy, často je modifikována (zvětšena) v rámci procesu generalizace (výjimku tvoří katastrální mapy).

7.3.1 Pravidla vektorizace v topologickém GISu

Pro vektorizaci digitalizovaných (rastrových) map uložených v topologickém GISu, jako je GRASS, platí několik základních pravidel. Tato pravidla by se dodržovat, aby bylo později možné využívat právě topologické funkce. Více informací najdete v *GRASS Programmer's Tutorial*.

- Průsečík linií musí obsahovat uzlový bod.
- Linie, které mají totožný uzel, se musí v tomto bodě dotýkat (v digitalizačním modulu je dostupná funkce *snapping*).
- Společné hraniční linie ploch se musí vektorizovat pouze jednou.
- Plochy musí být uzavřeny (i zde pomáhá funkce *snapping*).

¹Pozn. překl.: Nebo tento bod „posadíme“ tak, aby štítek plochy nezakrýval štítky ostatních objektů nebo jimi nebyl zakrýván. Nic tak nepotěší jako dodatečná oprava několika takovýchto štítků.

- Zvažte, jestli se nevyplatí uložit linie a plochy do oddělených map, abyste předešli problémům s jejich překřížením. Mimo to je poté snazší přiřadit liniím jejich typ.

Pokud jsou tato pravidla respektována, neměly by při práci s vektorovými daty vyvstat žádné vážnější problémy.

7.3.2 Vektorizace map

I v případě, že nemáte k dispozici digitalizační prkno, ale pouze skener lze mapu vektorizovat bez větších problémů. Proces importu naskenované mapy do GRASSu je popsán v kapitole 6.6.

Jako náhrada digitalizačního prkna může dobře posloužit myš a monitor počítače. Po otevření GRASS monitoru vyvolejte modul

```
GRASS:~ > v.digit
```

Jako digitalizační prkno zadáte „none“. Po zadání jména vektorové mapy (nová nebo již existující) se objeví formulář obsahující informace o operátorovi, datu, souřadnicích atd. Povinně musíte vyplnit pouze měřítko mapy („Map's scale“), tj. přepsat údaj 1:0 na odpovídající měřítko mapy.

Provide the following information:

```
Your organization   GRASS Development Team_____
Todays date (mon,yr) Jan 25 99_____
Your name           Emil_____
Map's name          realne vyuziti_____
Map's date          _____
Map's scale         1:25000_____
Other info          Leto 1998_____
Zone                0_____
West edge of area   1353000_____
South edge of area  5001000_____
East edge of area   1356000_____
North edge of area  5004000_____
```

Po vyplnění tohoto formuláře (povinný údaj: „Map's scale“) se dostanete do hlavního menu.

Před započítím vektorizace je vhodné umístit na pozadí topografickou mapu: v menu „Customize“ (stiskněte velké **C**) se nalézá položka menu „Backdrop cell map“ (velké **B**), kterým zobrazíte na pozadí vybranou mapu.

V této chvíli může začít vlastní vektorizace stisknutím **D** („Digitize“). Modul `v.digit` je v principu celkem intuitivní, bližší informace najdete v *CERL-Tutorial: v.digit*. Pod položkou

„Customize“ se kupříkladu nalézá položka „Color“, pomocí níž lze změnit barvu vektorizovaných linií a dalších objektů. Barevné znázornění tak lze nastavit do subjektivně optimální polohy. Důležité je, před samotnou vektorizací, nastavit klávesou typ objektu na „Line“, „Area“, „Site“ a případně nastavit i „Autolabeling“. Tato funkce zabezpečí automatické přiřazení identifikátoru atributu (*category number*) každému vektorovému elementu, textový atribut (*category text*) bude doplněn později mimo modul `v.digit`. Proto byste si měli vždy poznamenat identifikátor atributu a odpovídající textový atribut. Textové atributy budou tedy později, po skončení práce s `v.digit` přiřazeny pomocí modulu `v.support` („Edit the category file“).

Určitě nezapomeňte na funkci „Zoom“, které napomáhá při optimálním zvětšení výřezu mapy přesnějšimu stupni vektorizace a to dokonce i ve srovnání s digitalizačním prknem.

Abychom předešli případnému omylu: Body lze uložit jak ve vektorovém (`v.digit`), tak ve vlastním formátu. Bodový formát bude popsán v další kapitole. Body ve vektorovém formátu představují v běžném případě výsledek vektorizace, naopak body uložené ve vlastním bodovém formátu jsou naopak výsledkem importu souboru se souřadnicemi (zem. šířka, zem. délka a nadmořská výška, příp. další atributy).

Důležité pravidlo topologického GISu: hraniční linie, které oddělují sousedící plochy, se vektorizují pouze jednou. GRASS přiřadí tuto linii současně oběma plochám. V žádném případě nesmí být uloženy jako dvě paralelní linie.

7.3.3 Vektorizace ploch

Jelikož je vektorizace ploch bez počátečních zkušeností poněkud problematická, ukážeme si konkrétně, jak na to. V digitalizačním modulu zvolíme menu „Digitize“

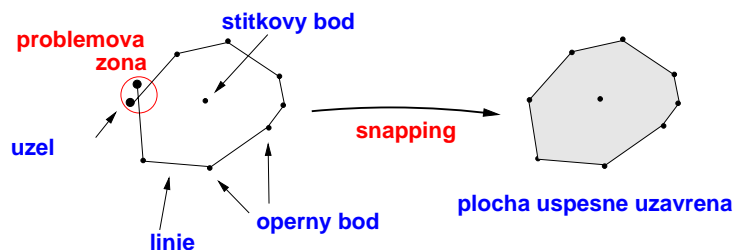
Pomocí – *toggle type* zvolte mezi

- linií (LINE)
- hraniční linií ploch (AREA EDGE)
- a bodem (SITE)

Plochy, což je velmi důležité, musí být uzavřené. Pouze pak může být vystavěna jejich topologie a „posazen“ *label point*.

Pro jednoduchému uzavření ploch slouží funkce *snapping*. Je totiž přirozeně nemožné „tre-fit“ přesně společný bod (viz obr. 7.3).

V hlavním menu `v.digit` vyberte volbu „Customize“ a v ní položku – *Set snapping threshold*. Vhodnou hodnotou („snapping threshold“) můžete docílit toho, že při vektorizaci ploch budou na sebe konce linií automaticky navázány („snapnuty“). Nyní, v případě že jsou liniové tahy uzavřeny a tvoří tedy vektorovou plochu, lze přiřadit ploše atribut.



Obrázek 7.3: Funkce *snapping* v GISu

Obecný postup: Musíme zvolit – úměrně měřítku mapy – vhodnou hodnotu pro „navazovací interval“ (Snap-Distance). Jelikož se navázání (snapping) děje při vektorizaci automaticky, můžete jeho účinek okamžitě sledovat. Tato hodnota se zadává v palcích², v menu je ale okamžitě přepočítána na jednotku mapy (metry). Doporučené hodnoty:

- při měřítku 1 : 5 000 - 1 : 10 000: navazovací interval 1-2 m (v palcích: 0.0017 až 0.002)
- při měřítku 1 : 10 000 - 1 : 25 000: navazovací interval 2-5 m (v palcích: 0.002 až 0.008)
- při měřítku 1 : 25 000 - 1 : 50 000: navazovací vzdálenost 5-10 m (v palcích: 0.008 až 0.017)

Pokud není hodnota „navazovacího intervalu“ smysluplná (v metrech), nebylo pravděpodobně po spuštění `v.digit` nastaveno správné měřítko mapy. V takovém případě ukončete práci ve `v.digit` a po opětovném spuštění nastavte odpovídající měřítko.

Při vektorizaci se často objevují následující problémy:

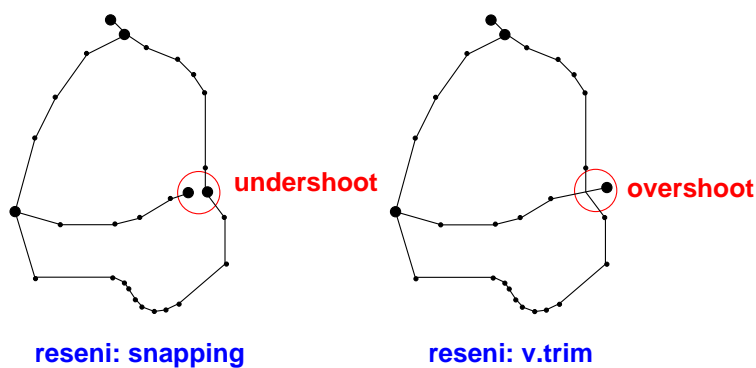
Pokud jste nenastavili *snapping threshold* nebo použili příliš malý stupeň zvětšení (ZOOM), může se stát, že se spolu linie nespojily. Hovoříme o tzv. „undershoot“ – linie končí před uzlem, a tzv. „overshoot“ – pokud jste „přestřelili“ a linie končí až za uzlem.

Navázání liniových tahů může být obecně provedeno funkcí „snapping“. „Snapping“ jako funkce je přítomna v modulu `v.digit` případně ji lze aplikovat i v modulu `v.support`. Pro odstranění tzv. „overshoot“ lze použít speciální modul `v.trim`.

Poznámka: Prvek „overshoots“ je někdy využit záměrně, tak aby byly hranice ploch spolehlivě uzavřeny. V tomto případě je nutné aplikovat funkci, která přesahující konce linií odstraní. Při vektorizaci na digitalizačním prkně se často používá opsaný čtverec („neatline“). Princip je v tom, že se uvnitř ležící hranice ploch vektorizují s určitým přesahem a později se automaticky upraví. V takovém případě pak tvoří čtverec část hranice plochy.

Obecně platí, že po použití modulu `v.digit` (případně `v.displine`) je vždy nutné vyvolat modul `v.support`, který vybuduje potřebnou topologii vektorových dat. Na tomto místě můžete

²Pozn. překl.: Ano bohužel, v palcích ...



Obrázek 7.4: Vektorizace: „overshoots“ a „undershoots“

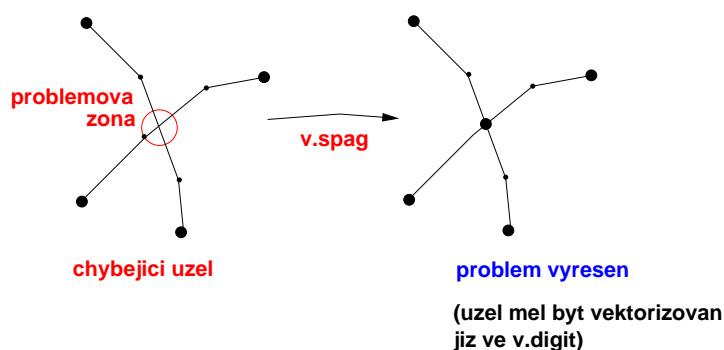
také přiřadit atributovým identifikátorům příslušné textové atributy („Edit the category file“). Pokud je vedeno více atributových identifikátorů, můžete je v posledním řádku zadávací masky vložit přímo. Editační mód `v.support` ukončíte `ESC` – `RETURN`.

Dodatečné zpracování vektorizovaných map

Při vektorizaci ploch není přirozeně možné se přesně „trefit“ do uzlu (plocha je ohraničena souborem uzavřených liniových tahů, který začíná a končí ve stejném uzlu). Vzniklé problémy může řešit

```
GRASS:~ > v.spag
```

Modul `v.spag` disponuje užitečnou funkcí: doplní chybějící uzly na průsečících liniových tahů. Tuto funkci je však nutno používat s maximální opatrností, před jeho nasazením je vhodné vytvořit kopii souboru pomocí modulu `g.copy`. Zpracování pomocí `v.spag` není vratné.



Obrázek 7.5: Korekce „špagetové struktury“

Další příbuzné moduly jsou `v.clean` a `v.prune`. Pomocí `v.clean` lze odstranit tzv. „mrtvé linie“. „Mrtvé linie“ jsou vektorové elementy, které byly pomocí `v.digit` označeny jako sma-

zané. Modulem `v.prune` lze naopak odstranit přebytečné uzly. Modul používejte velmi opatrně. Při odebrání většího počtu uzlů mohou být např. komplexní vektorové plochy nahrazeny jednoduchými objekty jako jsou trojúhelníky a čtverce.

7.3.4 Vektorizace vrstevnic

Vrstevnice jsou vektorizovány jako vektorové linie. GRASS nabízí možnost pro jednoduché přiřazení informací o výšce:

Nejdříve vektorizujte linie bez atributů. Až s tím budete hotovy, tak přejděte do menu „Label“ (klávesa **L**) a zde zvolte položku „i“ – „Contour interval“. Na tomto místě zadáte interval vrstevnic. Předepsaných je 5 metrů. Poté začnete volbou „c“ – „Label Contours“ přiřazovat odpovídající nadmořské výšky. Obecně platí následující postup: Označíte dvě krajní vrstevnice a zadáte jejich výšku. Mezilehlé vrstevnice jsou označeny automaticky na základě zadaného intervalu. Mezi prvním bodem (spodní linie) a druhým bodem je natažena přímka. Všechny linie, které jsou překříženy touto přímkou získají odpovídající atribut. GRASS provede také okamžitě kontrolu, zda interval vrstevnic a jejich počet odpovídá hodnotám zadaných okrajových vrstevnic. Pozor na to, abyste se s přímkou nepřiblížili k liniím, které vrstevnicemi nejsou. Přímka má totiž nastaven jistý „značkovací interval“ („threshold“), který můžete změnit v menu „C“ – „Customize“.

Levým tlačítkem myši nyní označíte linii (například v „údolí“) a pravým výběr potvrdíte. Potom zadáte nadmořskou výšku (jako atribut) této linie. Myš poté přesunete na druhou stranu vrstevnicového houfu (na „kopec“) a levým tlačítkem vyberete okrajovou vrstevnici. Nyní jsou obě krajní vrstevnice spojeny přímkou, která protíná mezilehlé linie. Pravým tlačítkem potvrdíte a zadáte nadmořskou výšku. Vrstevnice, které leží v tomto intervalu obdrží atribut automaticky. Pokud neodpovídá zadaný interval počtu mezilehlých vrstevnic, GRASS vypíše varování a operaci přeruší. V tomto případě je nutné začít znovu a přesněji určit zadané hodnoty, případně postupovat po menších částech.

7.3.5 Přiřazení atributů (labels)

GRASS, jak již bylo uvedeno, rozlišuje mezi atributovým identifikátorem a příslušným textovým atributem. Přiřazení „category labels“ (obsahu – textu – atributů) můžete provést modulem `v.support`. Ten umožňuje editaci textových atributů, uložených ve formě tabulky – volba „Edit the category file“. Pokud je uvedeno více identifikátorů, můžete je zadat do posledního řádku přímo. Stisknutím **ESC** – **RETURN** editační mód ukončíte.

Modul `v.alabel` umožňuje automatické přiřazení atributových identifikátorů všem neo značeným vektorovým elementům. Všechny tyto elementy potom obdrží definovanou hodnotu. Alternativně lze použít `v.reclass`, který umožňuje reklasifikaci mapy na základě atributů.

Manuálně lze vektorové elementy editovat samozřejmě ve `v.digit`.

Nevhodně zadané měřítko mapy lze opravit také přímo ve `v.digit`. Měřítko mapy je totiž důležité pro množství početních operací a proto by mělo nastaveno na správnou hodnotu.

7.4 Import a export vektorových dat

Vektorová data jsou často dostupná ve formátech *ESRI: SHAPE*, *E00* nebo *ASCII-ungenerate*. Import dat ve formátu *SHAPE* a *E00* je popsán v dodatku A.4. Vektorová data lze bez problému exportovat např. do formátu *ASCII-ungenerate*.

Dalším podporovaným formátem je interní *ASCII* formát *GRASSu*. Export do tohoto formátu zajišťuje modul `v.out.ascii`. Nově vzniklý soubor je potom uložen v adresáři

```
$LOCATION/dig_ascii
```

Příslušné atributy jsou uloženy vždy ve formátu *ASCII* v odpovídajícím souboru v adresářích

```
$LOCATION/dig_cats
```

```
$LOCATION/dig_att
```

a lze s nimi pracovat i na této „interní“ úrovni. V adresáři `$LOCATION/dig_cats` jsou odloženy textové atributy a v `$LOCATION/dig_att` štítkové body (label points) vektorových ploch (areas).

Vektorová data lze taktéž importovat, resp. exportovat do formátu *DXF* (`v.in.dxf`). Výměna dat v tomto formátu může být bohužel v některých případech problematická, protože existuje jeho nejedna verze.

Druhý modul `v.in.dxf3d` pracuje korektně pouze s liniovými elementy, v případě polygonů zatím nikoliv. Po importu souboru ve formátu *DXF* je vhodné aplikovat `v.line2area`. Neoznačené vektorové elementy je možné „oštítkovat“ pomocí `v.alabel`. Textové atributy poté lze přiřadit pomocí `v.support`.

Dalším vektorovým výměnným formátem je *U.S. DLG*, který je ovšem taktéž dostupný hned v několika verzích. V Evropě není příliš používán.

Po úspěšném importu je velmi důležité použít `v.support`, který vybuduje interní strukturu (topologie) a zamezí se tím problémům při dalším zpracování. Modul `v.support` lze jednoduše vyvolat s parametry v příkazové řádce:

```
GRASS:~ > v.support map=jmeno_vektoru option=build
```

7.5 Změna aktuálního regionu

Změnu aktivního regionu lze provést transfokací nebo přímo – změnou okrajových souřadnic v modulu `g.region` (menu 1). Aby byla změna viditelná je nutné nejprve *GRASS* monitor

„vyčistit“ a to modulem `d.erase`. Požadovaný výřez mapy zobrazíte

```
GRASS:~ > d.vect jmeno_souboru
```

Funkce „zoom“ je zajištěna modulem `d.zoom`.

Alternativně můžete mapu zobrazit modulem `v.digit` a tam s ní pracovat. Tento modul totiž obsahuje řadu užitečných funkcí pro zvětšování či posun (panning, centrace pohledu při zachovaném stupni zvětšení).

7.6 Rasterizace

Na rastrová data lze konvertovat pouze ty vektorové elementy, které mají „label“ (štítek) – mají tedy přiřazenou hodnotu, případně atribut. Pokud nejde o exaktní hodnoty, můžete použít funkční nástroj modulu

```
GRASS:~ > v.digit
```

Nejdříve vyberete digitalizační medium (myš nebo digitalizační prkno) a jméno souboru. Poté se objeví úvodní maska, ve které musíte udat měřítko mapy. Po opuštění této masky se objeví hlavní menu tohoto modulu.

Nyní zvolte položku „Label“ (L) a zde „Bulk remaining labels“ (B) pro označení všech neoznačkových objektů danou hodnotou. Takto získají všechny vektorové elementy jednotnou definovatelnou hodnotu. Přičemž změní svoji barvu (optická kontrola).

Na tomto místě se však může objevit komplikace – někdy se nepovede automaticky „oštítkovat“ všechny vektorové elementy (jako optická kontrola může posloužit nezměněná barva). Pomůže následující trik: myší vektorizujte někde stranou malý vektorový objekt, poté provedete automatické štítkování „Label“ – „Bulk remaining labels“ znovu a tentokrát doufejme úspěšně. Nakonec smažeme ten pomocný objekt.

Po opuštění `v.digit` nezapomeneme spustit `v.support` (Option: „build“).

Konverze vektorových dat na rastrová je umožněna modulem `v.to.rast`, který lze mimo jiné ovládat i pomocí menu. Nutno poznamenat, že jsou převedeny pouze ty objekty, které mají přiřazen atribut. Nakonec by měla být nově vytvořená rastrová data zpracována modulem `r.support` („Edit header“: no, „update stats...“: yes, další otázky „odpálit“:).

7.7 Vytvoření rastrového výškového modelu

Výškový model lze celkem jednoduše vytvořit na základě vektorizovaných vrstevnic (vektorové linie). Nejdříve musí však být vektorová mapa obsahující informace o výšce, převedena do rastrového formátu³. Atribut výšky může být přiřazen v modulu `v.digit`, menu

³Pozn. překl.: Při použití `v.surf.rst` tato konverze není nutná.

„Label“ (L), položka menu „Label contours“ (C); interval vrstevnic lze změnit pomocí I. Od GRASSu 5.0.x existují dva postupy tvorby digitálního výškového modelu:

- Převod vektorových linií do rastrového formátu a následná interpolace – metoda IDW (*inverted distance weighted*).
- Přímá interpolace výškového modelu – metoda RST (*regularized splines with tension*).

Volba interpolační metody je závislá na zadání úlohy.

Varianta 1: metoda IDW Před rasterizací vektorových linií je nutné nastavit požadované rozlišení modulem `g.region` (bod v menu 1 – GRID RESOLUTION). Samotnou konverzi provede modul

```
GRASS:~ > v.to.rast
```

Poté se, jako obvykle, je vhodné pomocí modulu `r.support` vybudovat základní interní statistiku („Edit header“: no, „update stats...“: yes, zbytek:). Rastrová mapa nyní obsahuje pouze liniové segmenty. Abychom získali celistvou plochu, musíme chybějící hodnoty interpolovat. K tomu slouží modul

```
GRASS:~ > r.surf.contour
```

Jako první údaj je vyžadován soubor s rastrovými vrstevnicemi, následně jméno nové mapy s vytvořeným výškovým modelem. Vytvoření plnohodnotného rastrového modelu podle rozsahu dat vyžaduje určitý výpočetní čas. Poznámka: Bodová data by měla v mapě reprezentovat pouze vrcholky kopců či dna údolí. Body umístěné mezi vrstevnicemi mohou zapříčinit nemalé problémy.

Varianta 2: metoda RST Křivková („spline“) interpolace poskytuje často lepší výsledky. V tomto případě je vstupem dokonce přímo vektorový soubor, vektorová data jsou totiž interně převedena do bodového formátu a posléze je nasazen interpolační algoritmus. Jde o modul

```
GRASS:~ > v.surf.rst
```

Vstupem je vektorová mapa obsahujícího vrstevnice. Otázku „Use category data instead of attribute?“ odbudeme obvykle „no“. Následuje dotaz na platnost linií s hodnotou „0“ (buď jsou platné nebo představují „no data“; typicky: „no“). Parametr „Maximum distance between points“ může být zjištěn automaticky – , stejně tak „Minimum distance between points“. Volitelně můžete vytvořit bodový soubor, ve kterém budou uloženy lokální odchylky interpolace, které ukazují na problémová místa (pokud ne:). Poté je vyžadováno jméno nové rastrové mapy „Output z-file (elevation)“. Volitelně mohou být místo výškových hodnot propočítány „částečné odvoody“⁴. Navíc lze vytvořit mapu sklonitosti, expozice a zvlnění profilu

⁴Pozn. překl.: „Die Parialableitungen“.

svahů (pokud ne, pak zadat `RETURN`). Následuje volitelné zadání masky (alternativa k `r.mask`). Poté lze udat volitelný činitel hodnot vektorových linií. Nakonec následuje nastavení „spline interpolation“: „tension“ ovlivňuje zpracování extrémních hodnot, „smoothing“ hladkost při větší „energii“ reliéfu. Další parametr ovlivňuje segmentaci (v extrémním případě může interpolace území proběhnout pouze v jednom kroku), tak lze vytvořit odpovídající mapu segmentace, stejně tak jako mapu překryvu segmentů ve vektorovém formátu (pokud ne: `RETURN`). Poslední je dotaz na parametr normalizace „Use dnorm independent tension?“ – závislost na vstupních datech. Pokud obsahuje vytvořený model reliéfu „krátery“, pak byl chybně zadán parametr splines („tension“), případně jste použili nevhodně parametr `-t` („dnorm“).

Na tomto místě lze doporučit odpovídající publikace [Mitasova–Mitas–93] a [Mitasova–Hofierka–93].

7.8 Dotazování

Mapově orientované dotazy lze klást přímo v GRASS monitoru.

Pomocí modulu `d.vect` jsou data vizualizována, `d.area` navíc dovoluje zobrazení vektorových ploch. Volitelně tak může být každá vybraná plocha vyplněna zvolenou barvou. Pro vypísání atributů použijte `d.what.vect` nebo `v.what`.

Pomocí `d.vect.area` lze navíc zobrazit pouze vybrané plochy jedné či více kategorií. Praktické je volat tento modul s parametrem – jménem souboru⁵.

7.9 Překrývání ploch, extrakce vektorových dat

Spojení dvou a více vektorových map lze docílit modulem `v.patch`. Výsledek je závislý čistě na geometrii ploch a pořadí map.

Naproti tomu modul `v.cutter` vytvoří mapu na základě intersekcí vstupních map. Můžete tedy např. vektorizovat (`v.digit`) plochu kategorie 1, která poslouží jako šablona pro vlastní vektorovou mapu. Modul `v.cutter` poté vytvoří novou mapu, která obsahuje pouze ta vektorová data, která leží v této šabloně (obdoba masky v případě rastrových dat – `r.mask`).

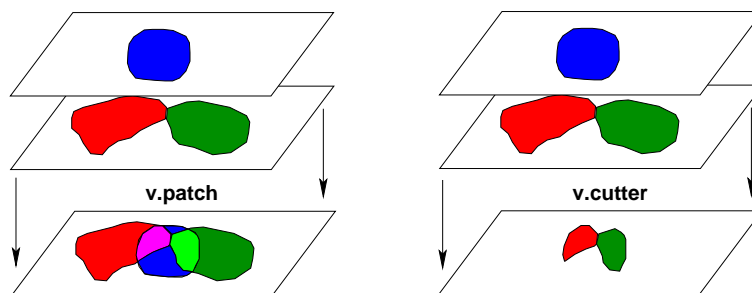
Modul `v.extract` vybere ze stávající mapy zvolené informace a vytvoří podle zadání požadovaných kategorií novou mapu.

Problém ve všech GISech nastává v okamžiku, kdy se překrývají polygony, jejichž hraniční linie nejsou, vlivem rozdílné vektorizace, totožné. Ve výsledku vzniknou malé plošky⁶ („sliver polygons“). To výsledek extrakce zhoršuje, příp. jej činí až nepoužitelným. Proto by měly být

⁵Pozn. překl.: Nejen v tomto případě, a nejen pouze tento parametr ...

⁶Pozn. překl.: Tzv. „štěpiny“.

tyto hraniční linie vektorizovány patřičně korektně.



Obrázek 7.6: Překrytí vektorových map pomocí `v.patch`, příp. `v.cutter`

7.10 Interpolace vektorových dat

GRASS nabízí různé možnosti pro vytvoření spojitých rastrových dat z vektorových dat. V případě, že si přejete vytvořit digitální výškový model na základě vektorizovaných vrstevnic lze

- jako vstup pro interpolaci použít přímo vektorových data či
- vektorová data převést na rastrové linie a interpolaci provést v rastrovém formátu.

Volba je závislá na požadavcích na interpolační algoritmus. Od GRASSu verze 5.0.x lze provést interpolaci – „regularized splines with tension“ přímo z vektorových linií:

```
GRASS:~ > v.surf.rst
```

Výsledek spline interpolace závisí na mnoha parametrech. Proto lze doporučit studium [Mitas–Mitasova–99], [Mitasova–Mitas–93], [Mitasova–Hofierka–93] a také manuálu tohoto modulu. Při korektní obsluze poskytuje tento interpolační algoritmus dobré výsledky.

Alternativně můžete převést vektorové linie do rastrového formátu a využít interpolační modul

```
GRASS:~ > r.surf.idw2
```

Bližší informace najdete v kapitole 6.



7.11 Přímá konverze vektorových dat na rastrová

Možnost přímé konverze vektorových data na rastrová může být zajímavá pro jejich další zpracování (mapová algebra, překryvy u výškových modelů a další).

Aby bylo možné tuto konverzi korektně provést, musí mít každý vektorový element přiřazen atribut (label).

Pokud jsou pro další zpracování relevantní pouze plošné informace, a nikoliv jejich atributy, lze v modulu

```
GRASS:~ > v.digit
```

přiřadit automaticky pouze jeden atribut. Zvolíte menu „Label“ () a poté „Bulk remaining labels“ (). Všechny neoznačené elementy poté získají identickou kategorii (pro optické kontrolu změny barvy).

V některých případech může nastat jistá komplikace, kdy nelze „označkovat“ všechny vektorové elementy (ve svém důsledku nezmění barvu). Pomůže následující trik: Vektorizujte někde mimo zájmovou oblast malou linii a aplikujte proceduru „Label“ – „Bulk remaining Labels“ (snad již úspěšně) znovu, nakonec tento pomocný prvek odstraňte. Po opuštění `v.digit` je nutné spustit

```
GRASS:~ > v.support
```

(volba: „build“). Je tak vybudována vnitřní topologie dat.

Rasterizace je provedena modulem `v.to.rast`, modul lze ovládat pomocí menu. Připomeňme si, že jsou převedeny pouze ty elementy, které mají přiřazen atribut. Rozlišení vytvořených rastrových dat je závislé na aktuálním nastavení. V případě potřeby je možné před samotnou konverzí nastavení změnit pomocí

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

Nakonec je nutné vyvolat `r.support`, který vybuduje interní statistiku souboru.

Pokud máte k dispozici vektorovou mapu obsahující plochy a chcete provést rasterizaci, kdy ve výsledku bude rastrová mapa obsahovat pouze hraniční linie, postupujte takto. Nejprve je nutné změnit typ vektorových dat. Vektorové plochy nejprve převedeme do nativního ASCII formátu:

```
GRASS:~ > v.out.ascii
```

Příčemž atributy zůstanou zachovány. Nový soubor je uložen do adresáře `$LOCATION/dig_ascii`.

Nyní otevřete tento textový soubor ve vašem oblíbeném editoru (např. `joe`)⁷ a nahraďte všechna „A“ za „L“ (velká písmena, malá písmena označují vektor jako smazaný)⁸. Modulem

```
GRASS:~ > v.in.ascii
```

je mapa zpětně importována do nativního binárního formátu. Nakonec aplikujte modul

⁷Pozn. překl.: Návod je koncipovaný pro úplné začátečníky a proto jsou zmíněny sice varianty nejjednodušší, ale rozhodně ne nejvhodnější. Zkuste buď *Vim* nebo *Emacs* (podle chuti).

⁸Pozn. překl.: Návod pro můj oblíbený *Vim*: `:%s/A/L/g`.

V příkazové řádce:

```
$ cat $LOCATION/dig_ascii/vas_soubor | sed -e 's/A/L/g' > $LOCATION/dig_ascii/novy_soubor
```

Možností je celá řada ...


```
GRASS:~ > v.support
```

(volba: „Build“).

7.12 Automatická vektorizace rastrových dat

Často je potřeba provést obrácený postup: z rastrových dat (linií nebo ploch) vytvořit data vektorová. Tento proces – vektorizaci – lze provést manuálně (`v.digit`) nebo automaticky (či poloautomaticky). GRASS nabízí dva zajímavé moduly určené pro automatickou vektorizaci:

- pro vektorové linie (lines): `r.line`
- pro izočáry (lines): `r.countour`
- pro vektorové plochy (polygons, areas): `r.poly`

Plochy a linie se tedy vektorizují odděleně.

V případě linií je nutné jejich „zeštíhlení“. Jde o modul

```
GRASS:~ > r.thin
```

samotná vektorizace je provedena modulem

```
GRASS:~ > r.line
```

výsledkem je nová vektorová mapa.

Plochy lze vektorizovat přímo pomocí modulu

```
GRASS:~ > r.poly
```

Atributy jsou při této konverzi zachovány.

V obou případech musíte nové vektorové mapy zpracovat modulem `v.support`. Přiřazení štítků („labels“) či jejich kontrolu můžete provést v modulu `v.digit`.

Zajímavá je také možnost automatické vektorizace vrstevnic. Vytvoření vektorových vrstevnic z výškového modelu docílíte modulem

```
GRASS:~ > r.contour
```

Stačí zadat interval vrstevnic (např. 10 metrů), všechny ostatní hodnoty modul určí automaticky.

Poznámka: naskenované mapy s redukovanou barevnou škálou (pod 20 barev) můžete modulem

```
GRASS:~ > r.reclass
```

zpracovat tak, že ve výsledku budou obsahovat pouze barevnou informaci korespondující s vrstevnicemi (naskenovanou mapu je nejprve nutno modifikovat v externím grafickém editoru např. xv⁹). Poté lze mapu reklasifikovat. Ukázková tabulka barev je uvedena v dodatku A.8.2.

Pokud máte k dispozici mapu, která obsahuje pouze výškové body, postupujete tak, že nejdříve převeďte tyto body (pokud jsou v rastrovém formátu) do bodového formátu:

```
GRASS:~ > r.to.sites -a in=rastrova_mapa out=bodova_mapa
```

Tuto bodovou mapu následně převeďte do vektorového formátu:

```
GRASS:~ > s.to.vect in=bodova_mapa out=vektorova_mapa
```

A nakonec vytvoříte spojnice těchto bodů:

```
GRASS:~ > v.geom in=vektorova_mapa out=hranice_vektoru operation=hull
```

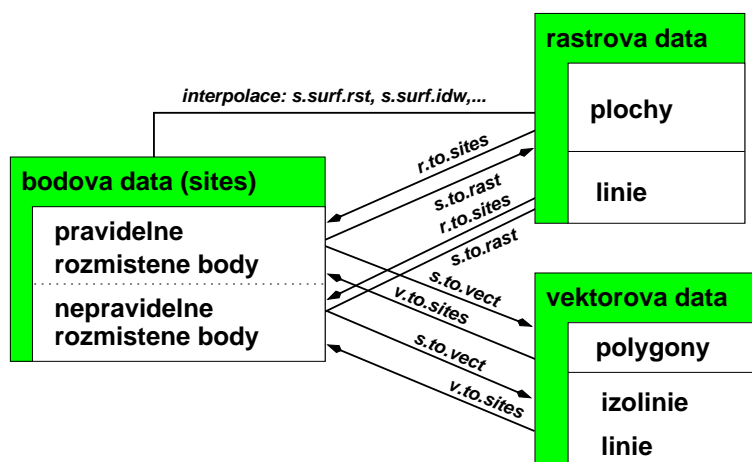
Tímto postupem můžete například zpracovat data z GPS.

⁹Pozn. překl.: Nebo GIMPem.

8 Zpracování bodových dat

Při studiu např. životního prostředí máme často k dispozici pouze bodová data z jednotlivých měřicích stanic, jako jsou například klimatická měření, výškové body v terénu nebo informace o sondách. GRASS nabízí moduly pro geostatistické analýzy těchto bodových dat, stejně jako moduly pro konverzi do rastrového nebo vektorového formátu. Při převodu na rastrovou mapu jsou k dispozici různé interpolační metody. Můžeme tedy například na základě jednotlivých výškových bodů interpolovat digitální model terénu (DMT). Jako vedlejší produkt této interpolace můžeme získat také mapu sklonitosti, expozici či zvlnění profilu svahů.

Bodová data jsou v terminologii GRASSu označována jako „sites“. Mohou být uložena ve vlastním „sites“ (bodovém) formátu (např. po importu souboru) nebo ve vektorovém formátu – jako výsledek vektorizace mapy.



Obrázek 8.1: Metody konverze bodových dat na vektorová nebo rastrová data

8.1 Manuální vytvoření bodů

Pro manuální vytvoření bodových dat s příslušným atributem můžete použít modul `v.digit`. Vytvořenou mapu později převedete do bodového formátu modulem `v.to.sites`. Na začátku vektorizace v modulu `v.digit` zadejte jméno nové mapy a opravte v následujícím formuláři

hodnotu „map scale“ z 1 : 0 na odpovídající měřítko mapy. Často se jako podklad pro vektorizaci používá rastrová mapa. Na pozadí lze tedy zobrazit („Costumize“ – **C**) vektorovou (**O**), případně rastrovou (**B**) mapu.

Klávesou **t** se nastaví typ vektoru na „site“, **D** spustí proces vektorizace jednotlivých bodů („sites“). V druhém kroku nastavíme atributy („štítky“, **L**), takže například při vektorizaci měřících stanic přiřadíme ke každé stanici výšku srážek. K tomu slouží hodnota „Category“. Optická kontrola – body, které obdržely štítek změni barvu.

Vektorizované body jsou, jak už bylo zmíněno, prozatím uloženy ve vektorovém formátu. Nyní je převedeme na „pravé“ body („sites“) pomocí modulu:

```
GRASS:~ > v.to.sites
```

který vyvoláme s patřičnými parametry:

```
GRASS:~ > v.to.sites in=jmeno_vektoroveho_souboru out=jmeno_bodoveho_souboru
```

Tento postup, vektorizace bodových dat, není příliš častý. Bodová data totiž bývají importována přímo ze souborů.

8.2 Zpracování digitálního modelu terénu

Nasazení GISu, zvláště pak při různých simulacích (teplota vzduchu, eroze, atd.), vyžaduje existenci rastrového výškového modelu. V této části bude představena tvorba tohoto modelu.

Jako vstup poslouží soubor obsahující pokud možno pravidelně rozprostřené výškové informace – neobsahuje větší „prázdná“ místa. Pokud se v souboru vyskytují, lze tyto chybějící hodnoty doplnit po importu dat pomocí modulu `s.surf.idw` či `s.surf.rst`.

8.2.1 Import a konverze výškových dat ve formátu ASCII

Pokud jsou výšková data uložena v binární podobě (např. dBase nebo M\$ Excel), vytvořte odpovídající textový soubor, který pak můžete importovat do GRASSu. Tento soubor musí mít následující podobu:

```
zemepisna_delka zemepisna_sirka vyska
```

Příklad (rozlišení rastru 12.5 m):

3246000	5877000	23.0
3246012.5	5877012.5	24.4
3246025	5877025	22.3

Soubor poté lze importovat modulem `s.in.ascii` („Attribute field to import represents elevation heights“: yes). Modul se dotáže na jméno výstupních bodových dat a na jméno zdrojového souboru (ASCII), který musí ležet v aktuálním adresáři. V GRASSu 4.x použijte modul `s.in.ascii.dem`.

Při převodu bodových dat na rastrová nebo vektorová existuje hned několik možností (viz obrázek 8.1).

- Přímá konverze bodových dat na rastrová **bez interpolace** se provede pomocí modul `s.to.rast`, který vyžaduje pouze jméno vstupního a výstupního souboru.
- V případě interpolace (kdy budou doplněny chybějící hodnoty) je použit postup popsáný v dalším oddíle.

8.2.2 Interpolace výškového modelu

Na základě jednotlivých výškových bodů lze přirozeně vyinterpolovat spojitý výškový model. Nejdříve je nutno pomocí `s.in.ascii` vytvořit soubor s těmito výškovými informacemi. Syntaxe ASCII souboru vypadá následovně:

```
vychodni_delka severni_sirka kategorie
```

hodnoty jsou tedy odděleny mezerou. Další možností je manuální vektorizace popsaná v předchozí části.

Z těchto výškových informací tedy GRASS vytvoří plnohodnotnou rastrovou mapu. Požadované rozlišení se nastaví pomocí `g.region`, položka menu 1 (GRID RESOLUTION).

Při interpolaci můžete volit mezi dvěma postupy. Do hry vstupuje především charakter vstupních dat. Pokud není řečeno jinak, platí postup pro pravidelně i nepravidelně rozmístěné body:

- IDW (*inverse distance weight*): Hlavním parametrem interpolace je vzdálenost jednotlivých bodů.
- RST – splines (*regularized splines with tension*): Interpolace na základě křivek, které jsou proloženy výchozími body.
- bilinear: Výpočet gradientu ze čtyř okolních bodů. Tato metoda je vhodná pouze pro pravidelně uspořádané bodové pole.
- kubická konvoluce (*cubic convolution*): Výpočet na základě okolních bodů, pouze pro pravidelně rozmístěné body.
- nejbližší soused (*nearest neighbor*): Podobnost s IDW.

Metoda IDW je realizovaná modulem `s.surf.idw`. Je nutno zadat jméno vstupního bodového souboru, který obsahuje výškové informace. Následně jméno pro výstupní rastrovou mapu. Volitelně můžete zadat počet nejbližších sousedních bodů vstupujících do výpočtu, standardní hodnota je 12 bodů.

Metoda RST je naopak implementována v modulu `s.surf.rst`. Tato metoda podává dobré výsledky, parametrizace modulu je ale relativně komplexní. Studium příslušného manuálu je v tomto případě téměř bezpodmínečné (on-line nebo pomocí `g.manual`).

Metodu bilineární interpolace a kubického konvoluce není možno aplikovat přímo na bodová data. Ty musí být nejprve konvertována do rastrového formátu, modul `s.to.rast`. Před konverzí je vhodné nastavit rozumné rozlišení pomocí `g.region`. Modul `r.bilinear` poté vytvoří rastrovou mapu s vyšším rozlišením. Kubickou konvolucí lze aplikovat pomocí modulu `r.mapcalc`.

Výpočetní čas je různý v závislosti na rozlišení, výkonu počítače a zvolené metodě. Různé interpolační algoritmy i s teoretickým základem jsou zevrubně popsány v [Neteler–Mitasova–02].

Vytvořený výškový model lze pro lepší představu vizualizovat ve 3D pomocí `d.3d` nebo `nviz` (jako „`raster file to be displayed (color)`“ a „`rasterfile for elevation`“ uvedete tuto rastrovou mapu). Bližší informace najdete v následující kapitole. Další možnosti konverze (např. konstrukce vrstevnic) naleznete v kapitole 6, postup při vytvoření výškového modelu z vrstevnic (jako vektorových linií) je popsán v kapitole 7.

8.2.3 Export výškových dat

Výšková data lze exportovat z rastrového i bodového formátu. Pro export z rastrového formátu použijeme příkaz

```
GRASS:~ > r.stats -1 -g in=rastrovy_soubor > vyskova_data.txt
```

který do zadaného souboru přeměruje hodnoty všech buněk (xyz). Tento soubor lze posléze zpět do GRASSu importovat příkazem `s.in.ascii`.

Pokud chcete exportovat data uložená v bodovém formátu, nasadíte modul `s.out.ascii`. Alternativně lze bodová data konvertovat a poté exportovat do formátu ARC-GRID pomocí modulu `r.out.arc`.

8.2.4 3D vizualizace

Modul `d.3d` dovoluje zobrazení rastrových dat (především výškových modelů) jako 2.5 dimenzionálního modelu reliéfu. Navíc je možné produkovat obrázky drátěných modelů při pohledu z libovolného úhlu spolu naskenovanými topografickými mapami případně při zvoleném osvětlení (odpovídající mapu vytvoříme pomocí modulu `r.slope.aspect`). Poznámka: Modul `d.3d` je v GRASSu 5.0.x nahrazen prostředím `nviz`, které nabízí řadově více funkčních nástrojů a kromě rastrových dat umožňuje zobrazení i vektorových, případně bodových dat.

Vstupem modulu `d.3d` je jméno rastrové mapy, které bude „pokrývat“ vytvořený drátěný model (např. naskenovaná topografická mapa). Druhým parametrem je jméno výškového mo-

delu.

Na obrázku 8.2 je demonstrován vybraný příklad (barvy představují osvětlení). Formulář programu d.3d je vyplněn zhruba takto:

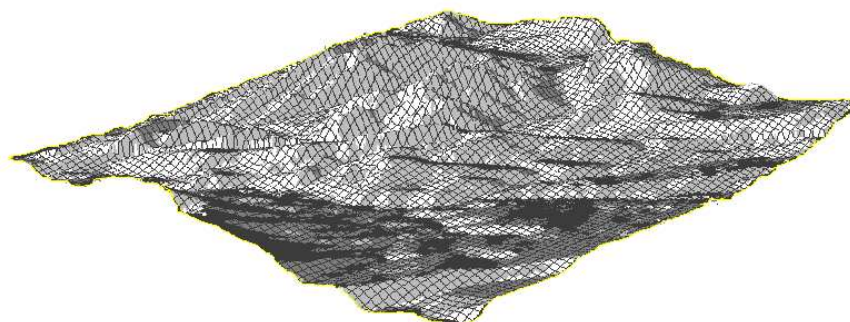
```

-----
                VIEWING REGION                | RUN? Y/N                Y_
                N: 5001941                    | Erase Color              black___
W: 1353091    ---|--- E: 1354409            | Vertical Exaggerat.      2______
                S: 5001163                    | Field of View (deg)     30.00__
                VIEW COORDINATES:            | Lines Only? Y/N         n_
Eye Position          Center of view         | Line Color                color___
5000385.00<- Northing (y) -> 5001552.00    | Line Frequency            1____
1351773.00<- Easting  (x) -> 1353750.00    | Resolution                10.00____
1887.58___<- Height  (z) -> 739.71_____ | Plot null elev? Y/N     N_
                | Box color                  none____
                | Average elevs? Y/N        N_
-----
Eye  -----
  \  /MAP-----N
   \ /          /
    W/-----X  /
      \-----S  \
-----
Colors: red orange yellow green blue
       indigo violet brown gray white black

Special 'colors':
'None' available for 'Erase Color'
'color' available for 'Line Color'
-----

```

AFTER COMPLETING ALL ANSWERS, HIT <ESC><ENTER> TO CONTINUE



Obrázek 8.2: 3D vizualizace výškového modelu terénu s odpovídajícím osvětlením

Několik poznámek: „Lines Only“ udává, zda-li se zobrazí pouze drátěný model či „uzavřený“ povrch. Pokud je hodnota „Lines Color“ nastavena na „color“, nebude zobrazena souřadnicová síť. Pokud zvolíte nějakou barevnou hodnotu, můžete pomocí „Line Frequency“ nastavit vzdálenost mezi liniemi kostry modelu. Pozice oka se dá z příkazové řádky poměrně těžko určit. Pomocí TclTkGRASSu lze jednoduše tuto pozici (*Eye Position*) a střed pohledu (*Center of View*) určit myší přímo na mapě.

Obsluha modulu d.3d vypadá poněkud zastarale a těžkopádně (proto je tady jako alternativa NVIZ). Na druhou stranu jeho hlavní výhodou je možnost nasazení ve skriptech. Při použití

GRASSu jako on-line GISu jej lze snadno použít pro generování prostorových pohledů, které jsou serverem zaslány klientovi a zobrazeny ve webovém prohlížeči. Na tomto místě lze doporučit studium kapitoly 9, kde je zmínka o ovladači CELL.

8.3 Výpočet Thiessenových polygonů

Další příklad nasazení interpolace je demonstrován na hydrologických datech: Pro modelování hladiny podzemní vody potřebujete zjistit množství srážek na tomto území. Přitom jsou měření z jednotlivých stanic, které jsou reprezentativně rozmístěné v zájmovém území, plošně interpolovány. Zde předvedené řešení podle Thiessena (tzv. „Thiessenovy polygony“) lze provést také pomocí GRASSu. Hraniční linie těchto polygonů jsou kolmicemi na spojnice mezi jednotlivými stanicemi. Ohraničené plochy tak obsahují pouze jednu měřící stanici.

V oddíle 8.1 je popsán způsob vektorizace srážkových stanic s atributem výšky srážek (varianta `v.digit`).

Abychom získali pokud možno hladké okraje hraničních linií ploch, nastavte před interpolací rozlišení (`g.region`, menu položka 1) na větší hodnotu (tj. nižší rozlišení). Thiessenovy polygony lze vytvořit pomocí

```
GRASS:~ > s.surf.idw in=jmeno_bodoveho_souboru out=thiessen npoints=1
```

Mapu obsahující tyto polygony můžete zobrazit i s odpovídajícími štítky.

```
GRASS:~ > d.rast thiessen
```

```
GRASS:~ > d.site.labels jmeno_bodoveho_souboru
```

Případná vektorizace polygonů se provede modulem `r.poly`.

Alternativně můžete použít i modul `s.voronoi` (teoretická podklad [Bill-96]).

8.4 Zvláštnosti GRASSu 5.0.x

GRASS 5.0.x disponuje novým bodovým formátem: Body mohou být uloženy s jedním nebo hned několika atributy. Vedle pole pro souřadnice bodu existuje také celočíselné pole „category“ (znak #), volitelné desetinné atributy (znak %) a volitelné znakové řetězce (znak @; pokud řetězec obsahuje mezery, je nutné jej uzavřít do uvozovek). Obecná formulace vypadá následovně:

```
eastings|northings|[z|[d4|]...][#category_int] [ [attr_text OR %flt] ... ]
```

Modul `s.in.ascii` umí pracovat pouze s údaji ve formátu *xyz*. Proto je vhodné soubor s body vytvořit přímo ve vašem preferovaném textovém editoru (lze taktéž přímo importovat soubor ve formátu DBF – `s.in.dbf`). Tento soubor uložíme do

```
$LOCATION/site_lists/jmeno_souboru
```


(pokud adresář `$LOCATION/site_lists` neexistuje tak jej vytvořte). Nyní tedy můžeme přiřadit bodům libovolné množství atributů.

Příklad: Půdní sonda číslo 1 se souřadnicemi, půdním druhem a hodnotou půdního pH bude uložena takto (místo použití `s.in.ascii`):

```
3567000|5787000|#1 %4.2 "Písčitá"
```

Tento řádek uložíme jako prostý textový soubor (ASCII), například jako

```
$LOCATION/site_lists/pudni_sondy
```

Další příklad (souřadnice a další informace, město ve Spojených státech Amerických):

```
739865.8|427975.5|#2965 %396685 %10941 %2.473222 "St. Louis" MO city
```

Znak „roury“ (|) odděluje jednotlivé dimenze, jejichž počet není omezen. Volitelné atributy mohou následovat až po udaných souřadnicích.

9 Mapový výstup

GRASS nabízí hned několik možností tvorby map: Je tu speciální modul `ps.map`, který umí vytvářet požadovaný vysoce kvalitní výstup ve formátu PostScript, dále můžete mapu exportovat a upravit v externím programu (`GMT`, `xfig` aj.).

Modul `ps.map` lze řídit buď interaktivně nebo pomocí připraveného skriptu, který může sloužit k automatické výrobě totožných či podobných map. Funkční nástroje modulu `ps.map` jsou stále rozšiřovány, na druhou stranu mu stále chybí důležitý prvek: grafické uživatelské rozhraní. Daleko komfortnější je program `xfig`¹. Exportované mapy z GRASSu je tak možné pomocí `xfig` dále upravovat – graficky – podobně jako rozšířeným programem pro MS Windows „CorelDraw“. Program `xfig` je součástí většiny distribucí GNU/Linuxu a běží na většině UNIXových platform.

Zajímavou možností jak „propojit“ `ps.map` a `xfig` je program `pstoedit`², který konvertuje výstup z modulu `ps.map` do formátu FIG. Je tak možné v `xfig` zpětně zpracovat všechny vektorové elementy obsažené v mapě, což jinak není možné, protože mapa je exportována jako rastrový soubor.

Další možnost tvorby map nabízí ovladače `CELL` a `HTMLMAP`. První slouží pro export map (rastrová, vektorová a bodová data) jako rastrového obrázku s vysokým rozlišením. Ovladač `HTMLMAP`, jak již název napovídá, umožňuje vytváření map pro potřeby publikování jako WWW stránek včetně interaktivního dotazování.

9.1 Tvorba map pomocí `ps.map`

Mapová díla ve formátu PostScript vytváří modul `ps.map`. Tento modul je neustále rozšiřován a může se pochlubit úctyhodným počtem voleb, které pokrývají téměř všechny požadavky kladené na mapové dílo. Na první pohled lze za nepříjemné pokládat to, že se ovládá speciálním skriptovacím jazykem, nedisponuje tedy žádným interaktivním režimem. Tato nevýhoda se však může rázem obrátit ve výhodu, a to při tvorbě většího počtu map pomocí skriptů, které se liší pouze některými prvky.

¹Na Internetu je dostupný na adrese <http://www.xfig.org/>.

²Internet: <http://www.geocities.com/SiliconValey/Network/1958/pstoedit/>.

Před vyvoláním modulu je potřeba nejprve nastavit formát použitého zařízení (tiskárny), některé formáty jsou již předdefinovány. Příklad:

```
GRASS:~ > ps.select a4
```

Definice vybraných tiskových formátů je popsána v dodatku A.6. Modul lze použít v dotazovacím módu

```
GRASS:~ > ps.map
```

kdy sledujeme otázky, které vedou k vytvoření mapového výstupu. Modul lze přirozeně vyvolat s parametry – jménem souboru, který definuje podobu mapového díla (vzhled a umístění rastrových, vektorových a bodových dat, přiřazení různých barev, tloušťku linií a další vlastnosti jednotlivých objektů). Výhodou tohoto postupu je v budoucnu snadné použití definičního souboru. Příklad:

```
GRASS:~ > ps.map in=soubor_s_popisem_tisku out=moje_mapa.ps
```

Není možné na tomto místě popsat všechny ovládací prvky `ps.map`. Uživatele odkazujeme na odpovídající manuálovou stránku. V dodatku je pro větší názornost uveden příklad takového tiskového souboru (viz dodatek A.7).

Modul podporuje všechny typy dat – rastrová, vektorová a bodová, která lze zobrazit a detailně popsat. Lze tedy definovat barvu linií, jejich tloušťku, velikost bodových objektů a barevnou škálu rastrových dat. Další volby se týkají titulků, legendy, rámu atd.

Po vytvoření souboru ve formátu PostScript můžete soubor „poslat“ na tiskárnu:

```
$ lpr -s -Pjmeno_tiskarny moje_mapa.ps
```

Příklad:

```
$ lpr -s -Pclc-a4 mapa1.ps
```

Soubory ve formátu PostScript jsou poměrně objemné. Proto použijte volbu `-s`, která zajistí, že tiskový démon nevytvoří na disku záložní kopii.

V následující části si ukážeme alternativní, poměrně jednoduchý, postup s využitím programu `xfig`, který na rozdíl např. od proprietárního softwaru „CorelDraw“ disponuje několika jednoduchými kartografickými funkcemi.

9.2 Tvorba map pomocí xfigu

Obsluha programu `xfig` je celkem jednoduchá. Jde o vektorový editor, který obsahuje navíc několik jednoduchých funkcí pro kartografické výstupy. Nejzajímavější je nastavitelné měřítko (v pravém rohu pravítka). Takto lze nastavit jednotnou jednotku délek a tak snadno vytvořit

např. mapový rámeček. Klikněte pravým tlačítkem do pole pro měřítko vpravo nahoře, v novém okně změňte „Figure units: user defined“ na „Unit name: cm“, „Figure scale: user defined“ a nakonec nastavte např. „Scale factor: 50000“. Kresba tak bude zobrazena v geograficky odpovídajícím měřítku.

Popis aktuálně zvolené funkce je uveden v pravém horním rohu. Program podporuje mimochodem i třítláčkovou myš. Nakreslené objekty lze slučovat: např. z GRASSu exportované vektorové elementy (`v.out.xfig`) se mohou sloučit do odpovídající skupiny.

V případě rastrové mapy ji nejprve vyexportujete do formátu TIFF a pomocí `xv`³ převedete do formátu PNG. V `xfigu` zvolíme menu „Picture“ a mapu umístíme pomocí myši. Pro vytvoření map s vysokým rozlišením je vhodné použít ovladač CELL.

Pro přímé zpracování vektorových dat můžeme použít (od GRASSu 4.2.1) skript `v.out.xfig`. Vektorové linie, plochy a body jsou exportovány přímo do formátu FIG. Body uložené ve vlastním bodovém („sites“) formátu musíme nejdříve převést do vektorového formátu (`s.to.vect`) a spojit pomocí `v.patch`.

Další způsob spočívá ve vytvoření postskriptového souboru (`ps.map`) a jeho převodu pomocí `pstoedit` do formátu FIG. Obecně je vhodnější použít postup `ps.map`, `pstoedit` je nutné aplikovat pro každou požadovanou vrstvu zvlášť tak aby se s nimi mohlo pracovat i v `xfigu` odděleně.

Abychom mohli jednodušeji pracovat s množinou linií (především vektorových), seskupíme je – tlačítko „Compound“ (seskupit) umístěné ve střední části menu. Středním tlačítkem myši se vytvoří rámeček, který seskupí „zasazené“ linie do jedné skupiny. Rámeček uzavřeme opět středním tlačítkem. Aktuální funkce tlačítek myši je zobrazena v pravém horním rohu hlavního okna.

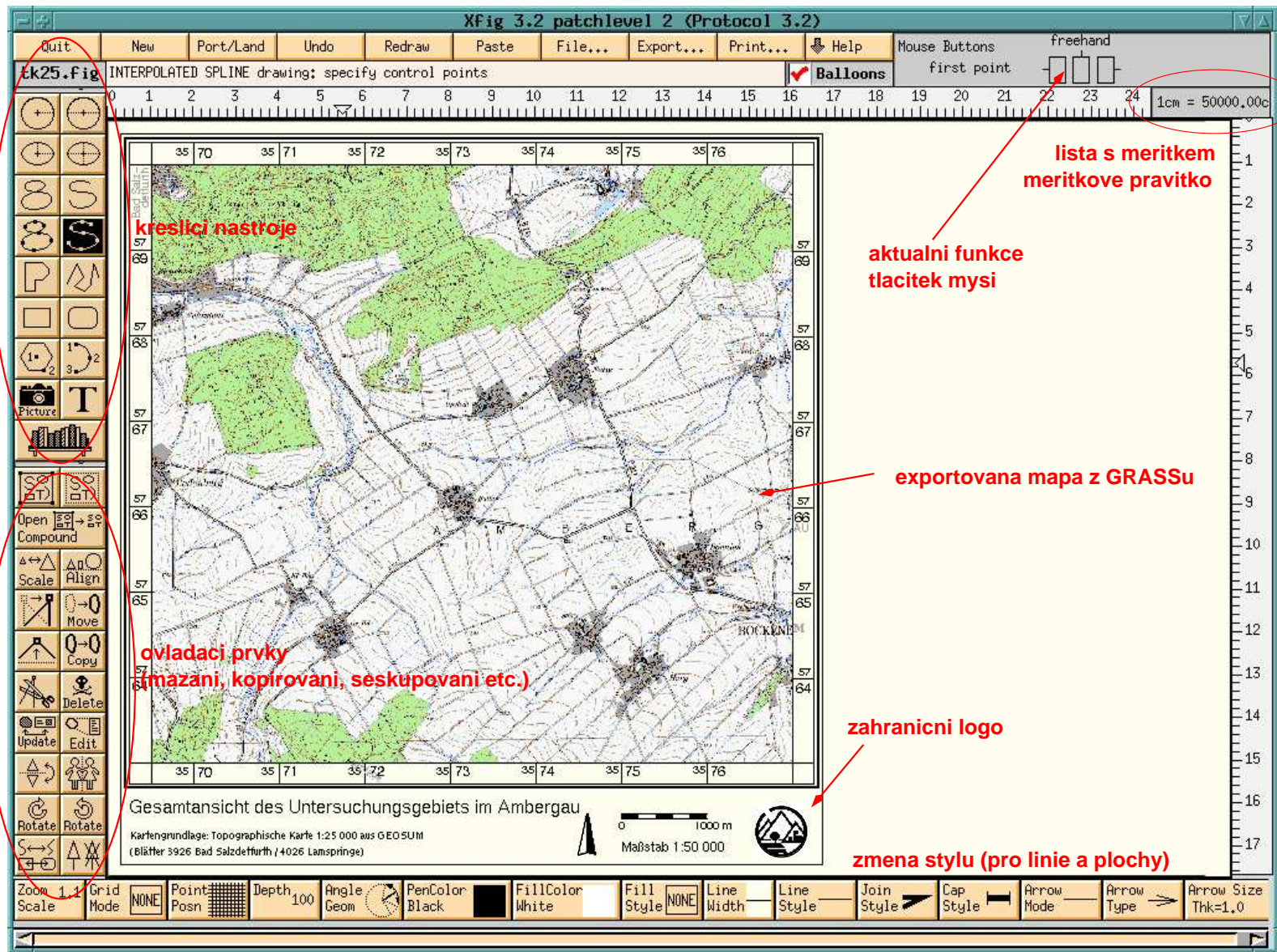
Program `xfig` ukládá objekty do jednotlivých vrstev, které se vzájemně překrývají. Každý objekt je tak charakterizován svou hloubkou („depth“), kterou můžeme nastavit tlačítkem „Edit“. Klikněte na „Edit“ v levém menu a potom na objekt, který chcete modifikovat. Objeví se editační okno, které umožňuje nastavit množství parametrů. Čím větší je hloubka, tím níže objekt leží. Standardní hloubka je 50. Na obrázku 9.1 má importovaná mapa (obrázek) hloubku 100, elipsy (transparentní) mají hloubku 99, tak aby ležely „na“ a ne „pod“ mapou. Tímto způsobem můžeme vytvořit jednoduché mapové objekty.

Program `xfig` tak umožňuje produkovat poměrně kvalitní mapová díla prakticky libovolného formátu a tyto posléze uložit například jako PostScript nebo PDF.

³Pozn. překl: Či pomocí nástroje `convert` z balíku `ImageMagick`. Např.

\$ `convert mapa.tif mapa.png`

Obrázek 9.1: Tvorba map pomocí programu xfig



9.3 Použití ovladače CELL

Jistou alternativou k modulu `ps.map` je možnost vytvářet mapy ve vysokém rozlišení využitelné pro další zpracování (např. jako plakát) v externích programech. Všechna obrazová data zobrazitelná v GRASS monitoru lze obecně zpracovat i pomocí speciálního ovladače CELL. Rozlišení dat může být prakticky libovolné, jediným omezením může být velikost výsledného souboru.

Vizuální rozlišení zobrazených dat (rastrových či vektorových) v GRASS monitoru je velmi nízké. Proto je k dispozici ovladač CELL, který se chová podobně jako GRASS monitor pouze s tím rozdílem, že lze nastavit libovolné rozlišení. Po startu tohoto ovladače je možné používat všechny dostupné příkazy pro vizualizaci dat. Výsledky příkazů jsou ovšem přesměrovány do souboru (nikoliv tedy na obrazovku počítače), dokud práce s ovladačem není ukončena. Ovladač CELL vytváří pouze rastrové soubory, vektorová data jsou tedy taktéž převedena na rastrová. Při dostatečném rozlišení je převod téměř neznamenný.

Pokud je výsledná mapa hotova, (jméno souboru je `D_cell`), může být exportována do formátu TIFF (`r.out.tiff`). Za nevýhodu ovladače lze považovat fakt, že nemáte možnost sledovat výsledek dosavadního snažení. Práce tedy probíhá „naslepo“ (proto je lepší si sled příkazů nejdříve zkusit v normálním režimu (ovladač `xdriver`) a vytvořit tak jednoduchý skript).

Přesný postup:

- Velikost výsledné mapy je závislá na dvou proměnných (počet pixelů v horizontálním a vertikálním směru)

```
$ export GRASS_WIDTH=xxx
```

```
$ export GRASS_HEIGHT=yyy
```

např. (1500 × 1500):

```
$ export GRASS_WIDTH=1500
```

```
$ export GRASS_HEIGHT=1500
```

- Poté se zvolí ovladač CELL (rychlost záleží především na výkonu počítače, musí být totiž rezervován odpovídající prostor v paměti):

```
GRASS:~ > d.mon start=CELL
```

- A nyní již můžete začít aplikovat vybrané moduly pro zobrazení dat, legendy atd. (příkazy z rodiny `d.*`), jako příklad můžeme uvést `d.rast` nebo `d.vect`. Data jsou přesměrována do speciálního souboru `D_cell`.

- Práci s ovladačem ukončíme:

```
GRASS:~ > d.mon stop=CELL
```

- Soubor `D_cell` je uložen bez mapové projekce (tj. `xy`), a to i případě že jsou vstupní data georeferencovaná (např. Gauß-Krüger). Pokud chcete tento rastrový soubor dál zpracovávat, tak musíte nastavit odpovídající region. Je vhodné si uložit aktuální region, tak aby mohl být později snadno obnoven:

```
GRASS:~ > g.region save=aktualni_region
```

A nyní tedy nastavíme region na `D_cell`:

```
GRASS:~ > g.region rast=D_cell
```

Poté již můžeme výsledek zobrazit buď v GRASS monitoru (`d.mon`) či jej vyexportovat (např. do formátu TIFF):

```
GRASS:~ > r.out.tiff
```

Pokud máte již otevřený monitor, vyvolejte nejprve `d.erase`. V opačném případě by došlo k překreslení stávajícího obsahu.

- Nakonec se vrátíme do původního regionu (Gauß-Krüger), který jste předtím uložili:

```
GRASS:~ > g.region region=aktualni_region
```

Opět je vhodné stávající obsah GRASS monitoru vymazat (`d.erase`) a poté pokračovat v práci.

Exportovaný soubor `D_cell` (jde o rastrový soubor) můžete např. použít při tvorbě map v programu `xfig` (viz předchozí část).

Obsluha ovladače `CELL` může vypadat na první pohled nezvykle, na druhou stranu umožňuje generování map v prakticky libovolném měřítku. Jako alternativa existuje také ovladač `PNG` (od GRASSu 5.x).

10 GRASS – Praktické nasazení: Některé příklady použití

Pro studium této (či předchozích) kapitoly je vhodné stáhnout z Internetu (či koupit CD-ROM) testovací dataset *Spearfish* určený pro GRASS 5.0¹. Tento dataset obsahuje řadu rastrových, vektorových či bodových dat v nativním formátu GRASSu. Navíc existuje korespondující dataset *Imagery*, který obsahuje vybrané satelitní snímky SPOTu a také pár stereo leteckých snímků. Tato data pokrývají stejné zájmové území, nejsou ovšem souřadnicově připojena.

„Spearfish“ pokrývá oblast dvou mapových listů v měřítku 1:24 000 západní části Jižní Dakoty ve Spojených státech Amerických. Mapové listy jsou označeny jako „Spearfish“ a „Deadwood North, SD“. Na tomto území se nachází taktéž velká část „Black Hills National Forest“. Souřadnicovým systémem je UTM (Universe Transverse Mercator) v zóně 13 (4928000N, 4914000S, 590000W, 609000E) s rozlišením rastrových dat maximálně 20 m. Některé mapy jsou dokonce v rozlišení 100 m. Příslušné informace můžete získat pomocí příkazů `v.report` a `r.report`. Zdroje dat byly EROS Data Center, USA CERL, USGS, U.S. Census Bureau a SPOT Image Corporation².

10.1 Instalace datasetu Spearfish

Zkopírujte soubor do vašeho domovského adresáře. Nejsnáze se do něj přepnete příkazem `cd ~`. Pokud jste tak ještě neučinili dříve, vytvořte adresář GRASS databanky (tj. adresář, kde budou uložena všechna data zpracovávána GRASSem):

```
$ mkdir grassdata
```

a přepněte se do něj

```
$ cd grassdata
```

nyní můžete rozbalit soubor s datasetem (výraz `../` znamená, že se soubor nalézá v adresářové struktuře o úroveň výš):

```
$ tar xvzf ../spearfish_grassdata.tar.gz
```

¹ <http://grass.itc.it/> sekce „sample data“

² Vyčerpávající popis je k dispozici na <http://geog.uni-hanover.de/grass/gdp/tutorial/spearDB.ps.gz>.

vznikne tak nový adresář – `spearfish`. Abychom předešli eventuálním problémům, změníme ještě přístupová práva k novým souborům:

```
$ chmod -R u+rw *
```

A následně se můžete opět přepnout do domovského adresáře

```
$ cd ~
```

a smazat komprimovaný dataset³

```
$ rm spearfish_grassdata.tar.gz
```

10.2 Práce s datasetem Spearfish

Po úspěšné instalaci vyvoláme GRASS⁴

```
$ grass5
```

Nyní zadáme jméno datasetu – *location* (Pozor na velká písmena. UNIX totiž rozlišuje mezi velkými a malými písmeny!).

GRASS 5.0.2

```
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:  spearfish_____ (enter list for a list of locations)
MAPSET:   user1_____ (or mapsets within a location)
DATABASE: /home/jachym/grassdata_____
```

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

³Pozn. překl.: Můžete jej sice smazat, ale pokud pro vás není připojení k Internetu denní samozřejmostí, tak si tento soubor raději ponechte, protože nikdy nevíte, kdy se vám bude opět hodit.

⁴Pozn. překl.: Tento popis se vztahuje na GRASS 5.0.x.

Jako „DATABASE“ zadejte adresář databanky GRASSu (např. \$HOME/grassdata). Pokud jej neznáte, tak ukončete práci stisknutím kláves `CTRL` + `C` a zadejte příkaz

```
$ echo $HOME
```

Pak opět GRASS vyvolejte.

Po zadání *location*, *mapset* a databáze pokračujte stiskem (po sobě) kláves `ESC` – `ENTER`. Zobrazí se licenční ujednání a příkazový řádek GRASSu

```
GRASS:~ >
```

Spustit lze jak jednotlivé moduly GRASSu tak další UNIXové programy. Můžete také (pokud chcete) nastartovat grafické uživatelské rozhraní:

```
GRASS:~ > tcltkgrass &
```

Nejprve si přiblížíme základní funkční nástroje a jejich názvy. Většina funkcí je taktéž integrována v prostředí „TclTkGRASS“. Najít je můžete přes funkční menu.

Nejdříve byste měli otevřít GRASS monitor určený pro následnou vizualizaci geodat:

```
GRASS:~ > d.mon x0
```

nebo alternativně v TclTkGRASS: DISPLAY→MONITOR→START→x0. Velikost monitoru se řídí proměnnými prostředí. Změnit jeho velikost můžete také pomocí myši. Dále bychom měli zjistit jména dostupných map, se kterými budeme následně pracovat. Jejich seznam zobrazíme postupně – podle typu:

```
GRASS:~ > g.list rast
```

```
GRASS:~ > g.list vect
```

```
GRASS:~ > g.list sites
```

Modul `g.list` můžete vyvolat také bez parametrů a řídit ho pomocí menu. Pokud zadáte „help“ jako parametr, zobrazí se krátký popis modulu včetně syntaxe a přehled dostupných parametrů (např. `g.list help`). Parametry v hranatých závorkách nejsou povinné. V menu jsou tyto nepovinné parametry označeny jako „required: no“, poté stačí potvrdit `RETURN`.

Zkuste nyní jako první krok zobrazit rastrovou mapu `geologie` v aktuálním regionu:

```
GRASS:~ > d.rast geology
```

Na zobrazenou mapu se můžete dotazovat

```
GRASS:~ > d.what.rast map=geology
```

(nebo pouze `d.what.rast geology`) myši. Modul ukončíte stisknutím pravého tlačítka myši v GRASS monitoru (sledujte nápovědu). V opačném případě je monitor blokován, protože čeká na další akci.

Tuto mapu můžete překrýt vektorovou mapou půdních typů (barva např. červená).

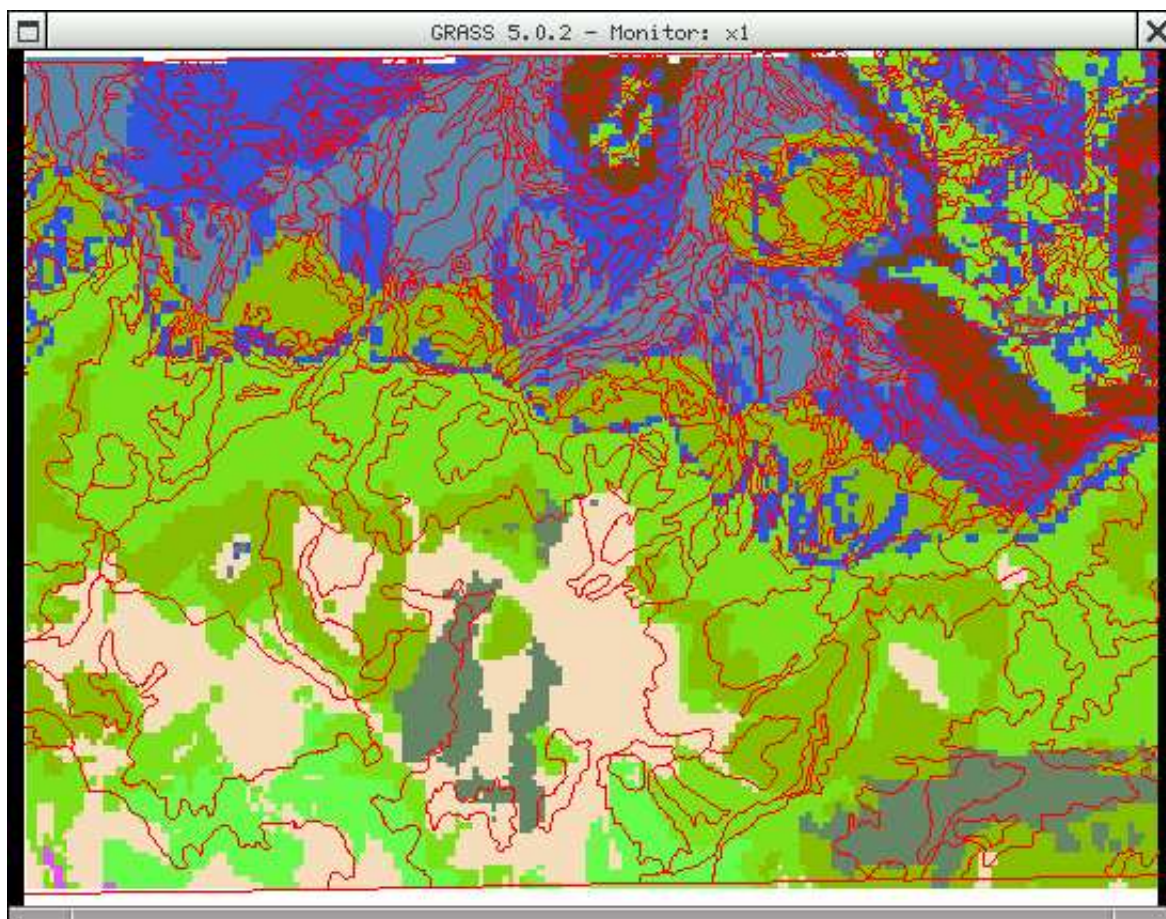
```
GRASS:~ > d.vect soils col=red
```

Dále zobrazíme rastrovou mapu půdních druhů:

```
GRASS:~ > d.rast soils
```

Nově zobrazená mapa překryje tu stávající. Tomu se dá částečně zabránit tak, že zobrazíme pouze ty buňky, které mají hodnotu (tj. nebudou zobrazeny ty oblasti, které nesou příznak „no data“):

```
GRASS:~ > d.rast -o fields
```



Obrázek 10.1: Geologická mapa (rastrová) s hranicemi půdních typů ve vektorovém formátu (dataset „Spearfish“)

Klást dotazy můžete hned na několik rastrových map najednou (levé tlačítko myši, ukončení pravým tlačítkem). Mezi jednotlivými „,“ nesmí být mezera:

```
GRASS:~ > d.what.rast soils,geology
```

Po spuštění modulu se v konzoli objeví nápověda:

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

```
Right: quit
```

```
596830.9125(E) 4917009.1875(N)
soils in PERMANENT (49)VCE
geology in PERMANENT (8)claysand
```

Jako jednoduchý příklad uvedeme výpočet průměrné hodnoty pH pro dané území. K tomu použijeme modul `r.univar`:

```
GRASS:~ > r.univar soils.ph
```

Legendu k hodnotám pH si můžete prohlédnout příkazem

```
GRASS:~ > r.report soils.ph
```

Pokud chcete provést výpočet průměrné hodnoty pH v rámci jednotlivých polí, tak musíte rozlišit mezi podkladovou a překrývací mapou:

```
GRASS:~ > r.average base=fields cover=soils.ph out=ph.prumer
```

Rozšířenou zprávu o hodnotách pH ve vztahu k vlastníkům polí obdržíte

```
GRASS:~ > r.report map=soils.ph,fields units=k,h
```

Mapa půdních typů je také dostupná ve vektorové formě, plošné zastoupení půdních typů lze vypsát i takto:

```
GRASS:~ > v.report soils type=area unit=k
```

Nyní vytvoříme novou mapu, která bude obsahovat pouze silně kyselé půdy jinak hodnotu NULL. Použijeme tedy třídy hodnot menší než 3 (dle legendy pH pod 6.6). K tomuto účelu použijeme modul `r.mapcalc`:

```
GRASS:~ > r.mapcalc soils.kysely="if(soils.ph<3,soils,null())"
```

Na vysvětlenou: „*POKUD* třída pH menší než 3 *PAK* dostane hodnota buňky číslo půdního typu, *JINAK* hodnotu NULL“. Tato podmínka se automaticky vyhodnotí pro každou rastrovou buňku. Uvozovky se používají pouze pokud je `r.mapcalc` vyvolaný s rovnicí jako parametrem. Pokud je nejdříve spuštěn `r.mapcalc` a následně je zadána podmínka, tak se uvozovky nesmí použít.

Vytvořená mapa je však ochuzena o textové atributy, protože je `r.mapcalc` nepřenáší. K jejich doplnění použijeme UNIXový program `join`. Nejdříve vytvoříme soubor, který bude obsahovat čísla půdních typů z mapy `soils.kysely`

```
GRASS:~ > r.stats soils.kysely > reclass1.txt
```

```
$ less reclass1.txt
```

Z daného souboru vyplývá, že mapa `soils.kysely` obsahuje pouze některé půdní typy a to 9 10 14 15 22 23 35 42 54 * . Hvězdička označuje hodnoty NULL. Nyní vytvoříme soubor obsahující textové atributy z výchozí mapy (v podstatě soubor obsahující legendu):

```
GRASS:~ > r.stats -l soils > reclass2.txt
```

Vzniklý soubor obsahuje číslo půdního typu a textový atribut (U.S. klasifikace – první písmeno název půdního typu, druhé mapová jednotka a třetí (pokud se vyskytuje) třída sklonu svahu).

Popis půdních typů a půdně-fyzikálních vlastností je pro území Spearfish uveden v příručce „Lawrence County, South Dakota Soils Survey, August 1979, USDA, NRCS“. Vzniklou legendu si můžeme prohlédnout příkazem:

```
$ less reclass2.txt
```

```
1 Aab
2 Ba
3 Bb
4 BcB
5 BcC
6 BeE
[.]
```

Nyní automaticky přiřadíme odpovídající atributy vytvořené legendy mapě `soils.kysely`. Toho docílíme programem `join`, který spojí dva soubory na základě společného atributu. Tím přiřadíme textové atributy z legendy k číslům z `soils.kysely`.

```
$ join reclass1.txt reclass2.txt > reclass3.txt
```

```
$ cat reclass3.txt
```

```
9 CBE
10 CaD
14 GaD
15 GcD
22 MaC
23 MaD
35 Pe
42 Sd
54 Wb
* no data
```

Spojit dva datové soubory lze tedy velmi jednoduše – bez jakékoli databázového systému. Jelikož `join` pracuje se společnými atributy, vnitřní pořadí je v souborech nedůležité. Využití UNIXových programů pro zpracování textu začíná být zajímavé např. v okamžiku, kdy začínáte psát skripty.

Nyní vytvoříme přiřazovací soubor typický pro GRASS. Jeho struktura vypadá asi takto:
`stary_atribut=novy_atribut nepovinny_textovy_atribut`

Jelikož máme v úmyslu přidat k číselným atributům také textové, vytvoříme odpovídající přiřazení. Toho docílíme automaticky pomocí UNIXového programu `paste`, který spojuje vstupní soubory do jednoho souboru (nikoliv však na základě společných atributů jako je tomu

u join). Spojíme tedy soubor s legendou mapy `soils.kysely` (bez textového atributu) s legendou obsahující textový atribut a mezi ně vložíme znaménko *rovná se*, tak abychom dodrželi syntaxi pro `r.reclass`:

```
$ paste -d='=' reclass1.txt reclass3.txt > reclass.rules
$ cat reclass.rules

9=9 CBE
10=10 CaD
14=14 GaD
15=15 GcD
22=22 MaC
23=23 MaD
35=35 Pe
42=42 Sd
54=54 Wb
** no data
```

Nyní zbývá provést vlastní reklasifikaci rastrové mapy `soils.kysely`:

```
GRASS:~ > cat reclass.rules | r.reclass in=soils.kysely out=soils.kysely2
```

Tak vznikne nová mapa s přiřazenými textovými atributy. Toto přiřazení může proběhnout zcela automaticky pomocí velmi jednoduchého skriptu. Všimněte si: po reklasifikaci nesmí být smazána základní mapa (zde `soils.kysely`). Reklasifikací totiž nevznikají fyzicky nová data, pouze se jedná o přiřazení dalších atributů k mapě původní⁵.

Jako další část úlohy provedeme automatickou vektorizaci (ploch) mapy `soils.kysely2`:

```
GRASS:~ > r.poly -l in=soils.kysely2 out=soils.kysely2
```

Modul tedy vytvoří vektorovou mapu `soils.kysely2` (zaoblené hrany `-l`). Jako obvykle necháme vybudovat interní topologii dat:

```
GRASS:~ > v.support soils.kysely2 option=build
```

Atributy jsou při automatické vektorizaci zachovány. Nyní můžeme vytvořenou vektorovou mapu vizualizovat:

```
GRASS:~ > d.erase
```

```
GRASS:~ > d.vect soils.kysely2
```

```
GRASS:~ > d.area soils.kysely2
```

Příkaz `d.area` má za následek zobrazení vyplněných ploch (volitelná barva lilií a ploch). Pro lepší orientaci zobrazíme také měřítko mapy (umístíme jej pomocí myši):

```
GRASS:~ > d.barscale -m
```

Dotazovat se na atributy a velikost plochy můžeme pomocí:

⁵Pozn. překl.: Tento postup šetří místo na disku a koneckonců zrychluje práci s reklasifikovanou mapou.

```
GRASS:~ > d.what.vect soils.kysely2
```

Lze nasadit alternativně modul, který vámi vybranou plochu barevně označí:

```
GRASS:~ > v.area soils.kysely2
```

Výměru vektorových ploch (typ=plocha, jednotka km^2) obdržíte

```
GRASS:~ > v.report soils.kysely2 type=area units=k
```

Pokud chcete zobrazit pouze vybrané plochy:

```
GRASS:~ > d.vect.area map=soils.kysely2 fillcolor=red cat=23
```

(v tomto případě zvýrazněné červenou barvou).

10.3 Výpočet eroze – USLE

V této části si představíme postup výpočtu *erozního odnosu* z daného území. Postup je značně zjednodušen, jde nám hlavně o princip.

Obecný vzorec pro výpočet vodní eroze je

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (10.1)$$

kde

A – střední odnos půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

R – faktor deště [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$]

K – půdní faktor

L – faktor délky svahu

S – faktor sklonu svahu

C – faktor vegetace

P – faktor protierozních opatření

Hodnoty jednotlivých parametrů získáme z dostupných rastrových map (`elevation.dem`). Mějme na paměti, že výsledek výpočtu bude značně zkreslený, vertikální rozlišení výškového modelu v datasetu „Spearfish“ je totiž zaokrouhleno na celé metry, bez plovoucí desetinné čárky.

Představíme si tedy několik možností, jak vytvořit mapu s vyšším rozlišením. Informační hodnota této mapy se ale nezvýší, buňky obdrží pouze – ve svém důsledku – necelé hodnoty. Při výpočtu eroze tak dostaneme poněkud lepší výsledky, než kdybychom pracovali s původní

mapou. Je pravděpodobné, že vaše vlastní mapy budou ve vyšším rozlišení a nebudou celočíselné. Podobnými problémy se tak nebudete muset zabývat a naznačené postupy interpolace můžete přeskočit a pokračovat přímo výpočtem faktoru R .

Metoda 1: Křivková („spline“) interpolace z vrstevnic

Nejdříve vytvoříme vrstevnice z výškového modelu `elevation.dem`, vybudujeme topologii vytvořených vektorových dat a poté vyinterpolujeme rastrový model s větším rozlišením (metoda RST):

```
GRASS:~ > r.contour -q in=elevation.dem step=10 out=contour10
GRASS:~ > d.vect contour10
GRASS:~ > g.region -p res=20
GRASS:~ > v.surf.rst in=contour10 el=elev20
GRASS:~ > d.rast elev20
```

Metoda 2: Křivková („spline“) interpolace z výškových bodů (z vrstevnic)

Alternativně můžete z vrstevnic vytvořit mapu s výškovými body a potom na základě těchto bodů vyinterpolovat výškový model:

```
GRASS:~ > r.contour -q in=elevation.dem step=10 out=contour10
GRASS:~ > g.region -p res=20
GRASS:~ > v.to.sites -dia in=contour10 out=vyskove_body
GRASS:~ > s.surf.rst in=vyskove_body elev=elev20
GRASS:~ > d.rast elev20
```

Metoda 3: Křivková („spline“) interpolace z výškových bodů (z výškového modelu)

Třetí možností je převod rastrových hodnot na výškové body a následná interpolace:

```
GRASS:~ > r.to.sites -a in=elevation.dem out=vyskove_body
GRASS:~ > g.region -p res=20
GRASS:~ > s.surf.rst in=vyskove_body elev=elev20
GRASS:~ > d.rast elev20
```

V následujícím textu zaměňte tedy `elevation.dem` za jméno vytvořené rastrové mapy (např. `elev20`).

Nyní tedy můžeme pokračovat a určit jednotlivé faktory pro výpočet eroze. Faktor R bude mít fiktivní hodnotu 65.0. Vyhneme se tak nadbytečnému výpočtu (regresní analýza).

Mapa s faktorem K je již v datasetu obsažena – jde o mapu `soils.Kfactor` (můžete se přesvědčit příkazem `g.list rast`).

Zbývající faktory již ale určíme výpočtem. Jelikož je výškový model `elevation.dem` v rozlišení 30 m (nebo případně 20 m), měli bychom toto rozlišení nastavit i pro další výpočet:

```
GRASS:~ > g.region res=30
```

Výpočet můžete teoreticky provést při nižším rozlišení (např. 100 m). V tomto případě budou určeny hodnoty buněk mapy `elevation.dem` prostým průměrem. Aktivní region můžete nastavit podle rastrové mapy (tj. okrajové souřadnice a rozlišení):

```
GRASS:~ > g.region -p rast=elevation.dem
```

Volba `-p` („print“) zajistí výpis nastavení aktuálního regionu do příkazové konzole.

Pro určení faktoru topografie (tzv. faktor LS) je třeba analyzovat výškový model. Navíc je nutné vytvořit další mapy, které jsou pro výpočet povrchového odtoku potřebné. Výškový model použijeme pro určení délky svahu s ohledem na mapu překážek⁶ (faktor L), dodatečně bude vytvořena také mapa hustoty povrchového odtoku. Jako mapu terénních překážek použijeme mapu komunikací – silniční (`roads`) a železniční (`railroads`) síť, ty totiž bývají oproti celkovému terénnímu profilu lehce vyvýšené⁷. Výše zmíněné mapy jsou dostupné ve vektorovém formátu. Pro náš účel však potřebujeme rastrové mapy, navíc ve stejné rozlišení jako výškový model `elevation.dem`. Provedeme tedy rasterizaci:

```
GRASS:~ > v.to.rast in=roads out=cesty
```

```
GRASS:~ > v.to.rast in=railroads out=zeleznice
```

Modul `r.patch` dokáže spojit dvě či více rastrových map na základě jejich pořadí. Přitom dojde ke spojení kategorií, kdy kategorie druhé, třetí, atd. mapy jsou přiřazeny kategoriím mapy první. V tomto příkladě se tedy železniční násypy (kategorie 1) změní na „interstate“ (kategorie 1 v mapě `cesty`):

```
GRASS:~ > r.patch in=cesty,zeleznice out=prekazky
```

V tomto případě „spojení“ kategorií nehraje roli. Pokud byste ovšem chtěli atributy zachovat, musíte nejprve vstupní mapy (`railroads` nebo `roads`) reklasifikovat tak, že se kategorie nebudou překrývat. Reklasifikaci lze provést modulem `r.reclass` (případně `v.reclass`). Tento „zkreslující“ efekt modulu `r.patch` je naopak často žádaný (např. při vytváření mozaiky). Předtím než se tedy pustíte do spojení map, tak je vhodné zjistit situaci – popis map (`r.report` nebo `v.report`).

Po otevření GRASS monitoru (`d.mon x0`) lze vytvořenou mapu zobrazit:

```
GRASS:~ > d.rast prekazky
```

⁶Pozn. překl.: Místa bez překážek jsou označena hodnotou „0“ a nikoliv jako „no data“.

⁷Pozn. překl.: Spíše jsou opatřeny příkopy.

S mapou lze volně pracovat, zvětšit např. požadovaný výřez. Před dalším výpočtem však znovu nastavte původní region (`g.region rast=elevation.dem`). Jinak by výpočet probíhal pouze v tomto výřezu a nikoliv na celém zájmovém území. Tuto vlastnost GRASSu můžete využít při pokusných výpočtech, případně pro export jednotlivých výřezů mapy.

Po úspěšném vytvoření mapy překážek můžeme pomocné mapy smazat (seznam map bez mezer):

```
GRASS:~ > g.remove rast=cesty,zeleznice
```

Následuje výpočet sklonu svahu, hustoty povrchového odtoku a drah povrchového odtoku (zadejte do jednoho řádku):

```
GRASS:~ > r.flow elevin=elevation.dem barin=prekazky lgout=lfaktor
          dsout=hustota_odtoku flout=drahy_odtoku
```

Mapa `drahy_odtoku` je uložena ve vektorovém formátu, proto musíme vytvořit její topologii:

```
GRASS:~ > v.support drahy_odtoku o=build
```

Standardně se počítá „downhill“ (konvergovaný povrchový odtok), parametrem `-u` se zajistí výpočet „uphillu“ (dispergovaný povrchový odtok). Délky svahů jsou určeny jako 2D délky (tedy délky v horizontální rovině), abychom dostali pravé 3D délky, použijeme parametr `-3`.

Hustotu povrchového odtoku („downhill“) přenásobíme rozlišením – přidanou plochu pro dráhu odtoku (zde v m^2):

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'akk_plocha=hustota_odtoku * ewres() * nsres()'
```

Při větším zvětšení (`d.zoom`) je možné zobrazit hodnoty buněk:

```
GRASS:~ > d.rast hustota_odtoku
```

```
GRASS:~ > d.rast.num hustota_odtoku
```

Po nastavení původního regionu vypočteme další faktor. Nejprve potřebujeme mapu sklonitosti (ve stupních). Tato mapa je sice již v datasetu obsažena, my ji ale vytvoříme sami a to v rozlišení 30 m. Dodatečně vytvoříme i mapu expozice („aspect“), kterou ovšem již dále nepoužijeme:

```
GRASS:~ > r.slope.aspect elev=elevation.dem slope=slope.dem asp=aspect.dem
```

Na druhou stranu mapa expozice poskytne plastický pohled na dané území.

Topografický faktor LS se určí vynásobením faktorů L a S :

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'faktorls1=lfaktor * slope.dem'
```

Pro výpočet topografického faktoru můžete použít také alternativní vzorec publikovaný v [Mitasova–Mitas–93]. Přepis pro `r.mapcalc` (v jedné řádce):

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'faktorls2=1.6 * exp(hustota_odtoku * ewres()/22.1,0.6)
                  * exp(sin(slope.dem)/0.09,1.3)'
```

Rozdíl mezi těmito dvěma postupy můžete zjistit pomocí:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'rozdil=faktorls1 - faktorls2'
```

Mapu lze zobrazit pomocí `d.rast` či spočítat statistiku modulem `r.univar`.

Vegetační faktor se určí z mapy využití pozemku: Modul `r.report` zobrazí dodatečné informace k mapě `vegcover`. Nyní se tedy musí jednotlivým druhům pozemků přiřadit patřičný faktor C [Neteler–Mitasova–02]:

1 irrigated agriculture	0.2
2 rangeland	0.1
3 coniferous forest	0.001
4 deciduous forest	0.0005
5 mixed forest	0.0005
6 disturbed	0.5

Přiřadit správný faktor C by bylo možno pomocí několika podmínek *if*. Jde to ovšem i jednodušeji: Zkopírujte

```
GRASS:~ > g.copy vegcover,faktorc
```

mapu `vegcover` na `faktorc` a modifikujte textové atributy pomocí

```
GRASS:~ > r.support
```

Po zadání jména mapy `faktorc` pokračujeme: „Edit the header for [faktorc]?“ no, „Update the stats ...?“ no, „Edit the category file for [faktorc]?“ yes. Počet atributů (kategorií) je „Highest category: 6“. Tuto hodnotu ponecháme – počet kategorií nechceme měnit. V následujícím formuláři změním textové atributy na hodnotu faktoru C :

```
TITLE:  Vegetation Cover_-----
CAT    NEW CATEGORY NAME
NUM
0  no data_-----
1  0.2_-----
2  0.1_-----
3  0.001_-----
4  0.0005_-----
5  0.0005_-----
6  0.5_-----
```

Next category ('end' to end): end__ (of 6)

Nakonec stiskněte `ESC` – `RETURN` a další otázky „odpalte“ `RETURN`. V tomto okamžiku máme vytvořenou mapu faktoru C . Všimněte si, že rastrové buňky nyní obsahují jako hodnotu z čísla třídy, textový atribut koresponduje s hodnotou faktoru C . Od GRASSu 5 můžete hodnotu fak-

toru C uložit rovnou jako data s pohyblivou desetinnou čárkou (pomocí podmínky *if* v modulu `r.mapcalc`).

Jelikož nemáme k dispozici potřebné informace k určení faktoru P , použijeme hodnotu $P = 1$. Poslední chybějící faktor K je již v datasetu „Spearfish“ dostupný. Jde o mapu (výpis podrobných informací)

```
GRASS:~ > r.report soils.Kfactor
```

Nyní konečně můžeme vypočítat půdní odnos. Musíte si dávat pozor, zda-li berete v úvahu hodnotu buňky či její atribut. V GRASSu 4 představuje atribut pomocný prostředek, který může sloužit pro uložení dat s plovoucí desetinnou čárkou. Od GRASSu 5 můžete ovšem tyto hodnoty uložit přímo. Mapy „faktor K “ a „faktor C “ obsahují zkoumanou hodnotu jako textový atribut (viz `r.report`), faktor LS byl propočítán přímo, tedy jako hodnota buňky. Abychom mohli na tyto textové atributy při výpočtu „dosáhnout“, uvedeme před jménem mapy symbol „zavináče“ (@):

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'odnos = 65.0 * @soils.Kfactor * lsfaktor2 *
@faktorc * 1.0'
```

Jednotkou hodnot vytvořené mapy je $[t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$. Příkazem

```
GRASS:~ > d.rast odnos
```

ji můžeme zobrazit, statistické parametry určíme příkazem

```
GRASS:~ > r.univar odnos
```

Modulem `d.histogram` můžete zobrazit histogram – rozdělení četností.

Vytvořit mapu ohrožení, jejíž atribut bude opět využití půdy, můžete takto:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'ohrozeni = if(odnos > 200, vegcover, null())'
```

Význam: *Pokud je odnos vyšší než $200 t \cdot has^{-1} \cdot rok^{-1}$, pak převzat hodnotu z mapy využití pozemků, jinak uložit hodnotu NULL („no data“).* Výsledkem je tedy mapa, která obsahuje pouze oblasti s vysokými hodnotami odnosu. Stejným způsobem můžete analyzovat mapu sklonových poměrů⁸.

⁸ Pozn. překl.: Problematika výpočtu půdní eroze je zde pouze naznačena. Především je řeč pouze o *vodní erozi* a zanedbáváme eroze ostatní (např. větrnou). Výpočet jednotlivých faktorů je taktéž zjednodušen.

Pokud se vážený čtenář chce o dané problematice dozvědět o něco více, a nebo pokud se prostě jenom chce dopočítat skutečně reálných výsledků, nechť neváhá a zvesela se obrátí buď na stránku `Les-http://www.lf.czu.cz/`). Na těchto stránkách (pátrejte po odkazu „Skripta“ nebo „Studium“) je publikace *Protierozní ochrana půdy – cvičení* od paní Elišky Kubátové, vydaná v roce 2001 (a průběžně upravovaná). V tomto asi padesáti stránkovém textu je obsaženo *vše*, co potřebujete k určení jednotlivých faktorů (až se budou hory zelenat). Součástí textů ke cvičením je i řešený příklad (protože výpočet některých faktorů není rozhodně triviální – konkrétně faktor C není *vůbec* jednoduchý).

V každém případě je daná problematika velmi komplexní a pokud můžete věřit někomu, kdo dané faktory

10.4 3D vizualizace modulem NVIZ

Od GRASSu 5.0.x je k dispozici zcela nový nástroj pro 3D vizualizaci, který byl vyvinut ve spolupráci Heleny Mitášové, Billa Browna a Luboše Mitáše (University of Illinois, GMS-Labs) pro platformu SGI. Jaro Hofierka (Bratislava) portoval tento modul do, na platformě nezávislého, Tcl/Tk pro PC/Linux, SUN, atd. NVIZ dovoluje zobrazení rastrových, vektorových a bodových dat ve 3D, mohou být kladeny 3D orientované dotazy a vytvářeny filmové animace. Možnosti tohoto nástroje si pouze nastíníme, na Internetu naleznete vyčerpávajícího průvodce.

Modul se nastartuje příkazem

```
GRASS:~ > nviz
```

První dotaz směřuje na jméno mapy (rastrové), která obsahuje výškové informace. Zadejte, pokud pracujete s datasetem „Spearfish“, `elevation.dem`. NVIZ se poté může ještě dotazovat na další rastrové a vektorové mapy, tyto otázky můžete přeskočit (**RETURN**). Další mapy můžete totiž do NVIZu nahrát přímo v grafickém řídicím okně. Po nějaké chvíli se objeví grafický monitor – vizualizační okno – s drátěným modelem zájmového území a řídicí okno – menu.

Po kliknutí na tlačítko „DRAW“ se výškový model obarví (mód „full rendering“). Úhel pohledu se nastavuje následovně: Myší chyťte kulatý bod a pohybujte s ním v aktivní části panelu (levé tlačítko myši), šipka ukazuje do středu pohledu. Po chvíli zkoušení budete schopni nastavit prakticky libovolný úhel pohledu. Pod tímto panelem je posuvná lišta „perspective“, řídicí perspektivu – v podstatě přiblížení nebo vzdálení pohledu. Pod touto lištou je „twist“, kterým se nastavuje rotace podle středové osy pohledu. Napravo je umístěny ovládání výšky, ze které se na model díváte („height“), „zexag“ naopak řídí převýšení (multiplikátor pro výšková data – pro „přirozený“ vzhled, nastavte hodnotu 1).

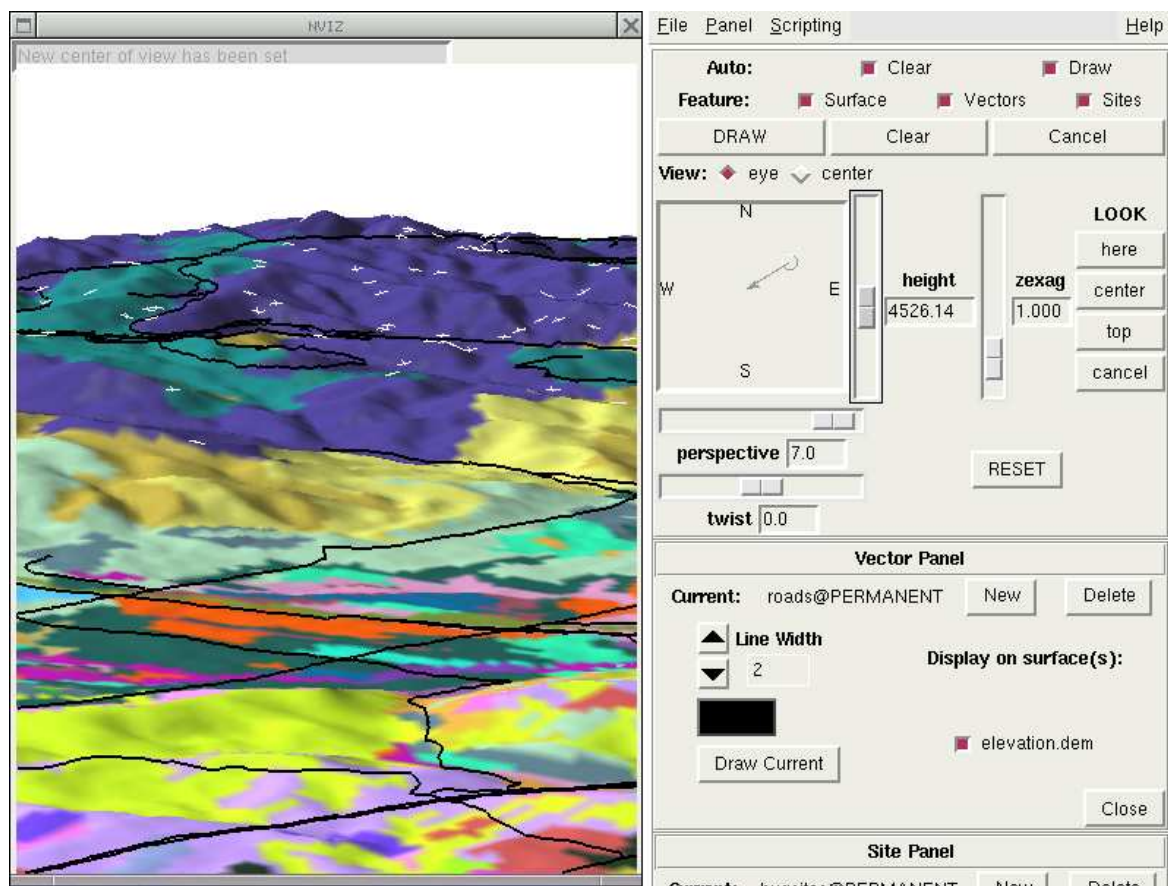
Samozřejmě můžete místo složitého nastavování lišt zadat hodnoty přímo do připravených oken (potvrdit stisknutím **RETURN**).

Změna je ihned viditelná na drátěném modelu, tlačítkem „DRAW“ se výsledek zobrazí v plných barvách. Při práci s NVIZem buďte (v závislosti na výkonu vašeho CPU) trpělivý. Změny jsou provedeny vždy po nastavení nových hodnot.

Nyní si zobrazíme také vybraná vektorová data. V menu „Panel“ vyberte „Vector“ – objeví se nový ovládací panel. Tlačítko „NEW“ otevře nový dialog, ve kterém vyberete nejdříve *mapset* a poté např. mapu silnic `roads`. Po načtení mapy aktivujte přepínač „Display on surface(s)“ (pokud není aktivován) a klikněte na „Draw current“, případně na tlačítko „DRAW“. Nastavení tloušťky linií se provádí pomocí „Line width“ (např. 1), tlačítko „Color“ vyvolá dialog pro výběr barvy.

Podobným způsobem se pracuje i s bodovými daty (v menu „Panel“, položka „Sites“), počítal a kreslil do mapy ručně, tak vezte, že GRASS vám v tomto případě poskytne výsledky daleko přesnější a hlavně komplexnější. Erozi zdar!

které lze zobrazit jako různé symboly.



Obrázek 10.2: Mapa půdních typů s mapou silniční sítě ve vektorovém formátu a bodovými daty (dataset „Spearfish“)

Na obrázku 10.2 můžete vidět v prostředí NVIZ načtenou rastrovou, vektorovou a bodovou mapou⁹. Lze také nastavit vizuální rozlišení rastrových dat. Abyste ušetřili čas při nastavování ideálního pohledu, můžete toto rozlišení nastavit na nižší hodnotu. Zvolte v menu „Panel“ položku „Surface“ a zde změňte hodnotu „Polygon resolution“. Hodnota 1 představuje aktuální rozlišení vaší *location* (změnit jej můžete před vyvolání NVIZu pomocí `g.region`). Vyšší hodnota má za následek redukci rozlišení. Nastavení hustoty sítě drátěného modelu můžete provést pomocí „Grid Resolution“. Zobrazení drátěného modulu můžete nastavit přes „Surface Style“ „Wire/Polygon“. „Polygon“ se vztahuje na trojúhelníky „OpenGL“, které slouží pro samotnou vizualizaci dat a určení osvětlení či stínění. Čím vyšší rozlišení je nastaveno, tím lepší je samozřejmě výsledek vizualizace – což se přirozeně promítá do zátěži procesoru a času vykreslení.

⁹Pozn. překl.: Pro aktuálnost byl snímek vytvořen na mém počítači s rozlišení monitoru 800 × 600 px. Omluvte prosím sníženou kvalitu.

Nyní necháme zobrazit na výškovém modelu mapu `soils.kysely2`. Použijeme tedy informaci této mapy pro barevné pokrytí výškového modelu. V menu „Panel“ zvolte položku „Surface“. V novém panelu klikněte na tlačítko „New“ a vyberte mapu `soils.kysely2`. Po stisknutí tlačítka „Draw current“ nebo „Draw“ se mapa na výškovém modelu terénu vykreslí¹⁰.

NVIZ umožňuje klást dotazy – zjišťovat hodnoty buněk zobrazených map. V menu „Panel“ zvolte položku „What’s Here?“. Zobrazí se nový panel s přepínačem „What’s Here?“, který aktivujete. Nyní můžete v grafickém okně zjišťovat vlastnosti plochy. V našem příkladě máme zobrazenou mapu `soils.kysely2`, mezi jednotlivými místy dotazů je vykreslena spojnice. Tlačítkem „Attributes“ můžeme nastavit požadované vlastnosti, které Vás zajímají.

V menu „Panel“ – „Lights“ můžeme nastavit osvětlení plochy. V grafickém okně se objeví koule, na které jsou znázorněny poměry osvětlení (nezapomeňte aktivovat přepínač „Show model“). Posuvníky „Brightness“, „Ambient“ a „Red“, „Green“, „Blue“ slouží k řízení intenzity a zabarvení osvětlení. Bodem v poli a posuvníkem „Height“ můžete nastavit pozici zdroje světla. Tyto efekty se okamžitě odrazí na kouli, na mapě se projeví až po překreslení.

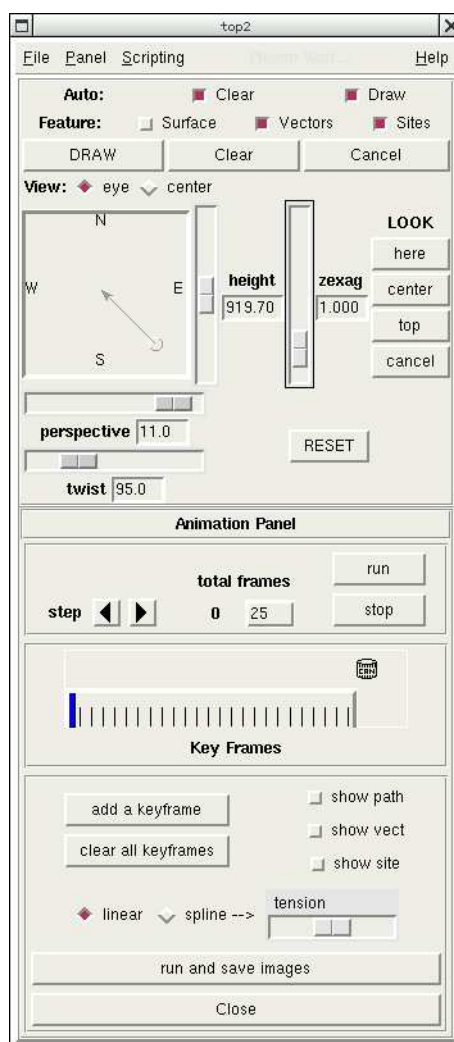
Jako další načteme vektorovou mapu `soils.kysely2`, stávající `elevation.dem` bude obarven podle `soils`. Takto získáme vektorové ohraničení kyselých půd. Mapa `soils` bude použita jako barevná informace povrchu („color“) v panelu „Surface“. Zvolte „Vector“ a načtete mapu `soils.kysely2`. Poté mapu překreslete – „Draw“.

Přes menu „File“ – „Image dump“ lze uložit aktuální obsah grafického okna jako obrázek (formát SGI/RGB, pomocí `xv` jej převedete např. na PNG). Aktuální nastavení lze uložit či načíst v menu „File“ – „Load state/Save state“.

NVIZ umožňuje také dynamickou vizualizaci – tvorbu animací. Pro tento účel jsou k dispozici dva panely – „Animation“ a „Keyframe Animation“. Druhá metoda je daleko komplexnější a mimo jiné dovoluje také posuny kamery při proměnlivém směru letu. V tomto textu bude prezentována první možnost – vytvoření jednoduché animace.

Nejprve otevřete animační panel; menu „Panel“ – „Animation“ (viz obrázek 10.3). Termínem „key frame“ je označován jeden obrázek. Řada obrázků se potom překóduje do podoby filmu ve formátu MPEG. Jako první zadáme počet obrázků, které poslouží pro vznik filmové sekvence: „total frames“. Implicitní hodnota je 25. Zadejte např. 200 (a potvrďte RETURN). Ve střední části panelu se objeví časová osa s maximální hodnotou 200. Nastavte požadovanou pozici kamery a klikněte na „Add a keyframe“. Pozice tak bude uložena. Určete další pozici na časové ose a postup opakujte. Princip je takový, že určíte pouze několik „průletových bodů“ a pozice kamery mezi nimi je posléze automaticky propočítána. Rychlost průletu mezi jednotlivými body je závislá na vzdálenosti jednotlivých průletových bodů na časové ose. Tento postup

¹⁰Pozn. překl: Tento postup je částečně zavádějící – pokud chcete daný povrch pouze „obarvit“ podle zvolené mapy. V tomto případě zvolte v panelu „Surface“ „Surface Attribute“ a poté nastavte „color“ na požadovanou mapu.



Obrázek 10.3: Panel „Animace“

je tak maximálně zjednodušen. Na rozdíl od „keyframe animation“ tu nevstupují do hry časové jednotky jako minuty či sekundy. Jde tedy pouze o odhad, kam přibližně umístit další značku. Jako počáteční pokus – zkuste nejdříve nastavit pouze 4 průletové body.

Nejdříve tedy nastavte pozici kamery do nové polohy a stiskněte tlačítko „Add a keyframe“. Takto postupujte, dokud není „zaplněna“ celá časová osa. Černé čárky představují jednotlivé obrázky.

Aktivujete-li ve spodní části „spline“, bude změna pohledu provedena po křivce a nikoliv lineárně. Tvar této křivky určuje parametr „Tension“. Hrubý produkt vzniklé animace si můžete prohlédnout ve formě drátěného modelu, stisknutím tlačítka „Run“. Pokud je výsledek uspokojivý, můžete vytvořit fyzické obrázky (např. povrch s vektorovými daty). V tom případě je nutné zaškrtnout volby „Show vect“ nebo „Show site“. Po stisknutí tlačítka „Run and save

images“ musíte zadat prefix souborů (např. „film“) a aktivovat „full rendering“ (jinak se bude ukládat pouze drátěný model). Poté začne generování jednotlivých obrázků. Časová náročnost tohoto procesu závisí především na rozlišení („polygon resolution“ – menu „Surface“) a velikosti obrázků¹¹. V našem případě bude vytvořeno 200 souborů, které budou označeny jako `film00000.rgb` až `film00199.rgb`. Z těchto obrázků se posléze vytvoří video sekvence. Nyní můžete opustit NVIZ a pokračovat v další práci.

Převod mezi formátem SGI-RGB a např. TIFF lze provést pomocí `xv` anebo `netpbm-tools`:

```
$ sgitopnm < test.rgb | pnmtotiff > test.tif
```

Pro vytvoření video sekvence bude potřeba program `mpeg_encode`¹². Parametry kódování jsou uloženy v textovém souboru, který může vypadat následovně (uložte jako `mpegparam.txt`):

```
OUTPUT muj_film.mpg
INPUT_DIR .
INPUT
film00*.rgb [000-199]
END_INPUT
BASE_FILE_FORMAT PNM
GOP_SIZE 99
INPUT_CONVERT sgitopnm *
BSEARCH_ALG CROSS2
PSEARCH_ALG LOGARITHMIC
PIXEL HALF
PATTERN IBBPBBBI
IQSCALE 8
PQSCALE 10
BQSCALE 25
RANGE 10
SLICES_PER_FRAME 1
REFERENCE_FRAME ORIGINAL
```

Parametry mohou být samozřejmě různé – podle potřeby. Nejdůležitější je „INPUT“, který určuje vstupní data. Vytvoření video sekvence se provede pomocí

```
$ mpeg_encode mpegparam.txt
```

Výsledek si můžete prohlédnout v libovolném programu podporujícím formát MPEG, např. `xanim` nebo `mpeg_play`¹³. Velikost obrázků lze nastavit buď přímo velikostí okna NVIZu a nebo jako parametr v `mpegparam.txt`¹⁴.

¹¹Pozn. překl.: Je vhodné vypnout spořič obrazovky. Také nepřepínat mezi virtuálními plochami, nepřekrývat grafické okno NVIZu jiným okny. V opačném případě to vede k patřičným „efektům“ ve výsledném filmu.

¹²Na Internetu: <ftp://mm-ftp.cs.berkeley.edu/pub/multimedia/mpeg/encode>.

¹³Na Internetu: <ftp://mm-ftp.cs.berkeley.edu/pub/multimedia/mpeg/play>.

¹⁴Pozn. překl.: Představme si ještě alternativní postup s využitím programu `mencoder`, který je součástí přehrávače `MPlayer`. Nejprve provedeme konverzi obrázků do formátu PNG (`convert` z balíku `ImageMagick`). Poté již vytvoříme video sekvenci ve formátu AVI (MPEG4).

```
$ for file in $(ls *.ppm); do echo $file; convert $file ${file%.ppm}.png; done
```

10.5 Práce se světovými daty: GTOPO30 a DCW

Na Internetu lze najít řadu volně dostupných sad geografických dat. Zajímavý je především světový výškový model „GTOPO30“ v rozlišení 30 sekund (rozlišení 1 km)¹⁵ a vektorová mapa světa „DCW“ – „Digital chart of the World 1:1 000 000“. Oba datasety jsou dostupné v systému zem. délka/šířka (Latitude/Longitude, „ll“ v GRASSu). Referenčním elipsoidem je (pro „DCW“) „wgs84“. Světový výškový model je rozdělen do jednotlivých bloků, Evropa pokrývá celkem 3 tyto bloky.

Jako příklad vezmeme vektorová data Rakouska a výškový model Evropy. Založíme *location* s mapovou projekcí „ll“, importujeme data a poté vyexportujeme výškový model Rakouska.

Na serveru „GIS-Datadepot“ jsou dostupná data jednotlivých zemí ve formátu ARC-E00¹⁶. Pod „Austria“ najdete „Nation wide Data“. Zvolte „Admin/Political Boundaries 1M – E00 Format“ a stáhněte mapu „Political/Ocean – Network“: `ponet.e00.gz`. Soubor dekomprimujte a příkazem `mv` přejmenujte např. na `austria-politicalpoly.e00`.

A nyní si opatříme výšková data¹⁷. Jednotlivé bloky jsou označeny souřadnicemi daného severozápadní rohu. Zvolte Evropu a stáhněte zvolený soubor (blok „W020N90“, několik MB). Tento soubor pokrývá území zeměpisné délky 20° W – 20° E a šířky 40° N – 90° N. Rozbalte soubor příkazem `tar xvzf jmeno_balicku.tar.gz` (100 MB). Vedle výškových dat adresář obsahuje i doplňující informace a náhledový soubor ve formátu PNG. Nyní tedy můžeme tato data naimportovat do GRASSu.

Spusťte GRASS a založte *location* a *mapset* „evropa“. Proměnná *database* by měla být nastavena na adresář „grassdata“ ve vašem domovském adresáři. Úvodní masku opusťte pomocí `ESC` – `RETURN`. Jako mapovou projekci zvolte „latitude/longitude“, referenční elipsoid „wgs84“ (pro GTOPO30). Hranice regionu nastavíte podle vstupních dat - tedy 90 N, 40 S, 20 W, 20 E. Rozlišení („GRID RESOLUTION“) vychází ze specifikace GTOPO30, v obou směrech tedy „00:00:30“ – 30 úhlových vteřin. Zadané hodnoty potvrďte a daný formulář opusťte kombinací `ESC` – `RETURN`. Poslední formulář (*mapset* byl již nastaven) odbudeme `ESC` – `RETURN` a tím potvrdíme založení nového *mapsetu*.

Pokračujeme samotným importem výškových dat. Máme na výběr ze dvou možností: `r.in.l1` a `r.in.bin`. Postup si demonstrujeme na druhé možnosti:

```
GRASS:~ > r.in.bin -s input=W020N90.DEM output=gtopo30 bytes=2 north=90
                south=40 east=20 west=-20 r=6000 c=4800
```

Samotný import trvá nějakou tu dobu a přirozeně poněkud zatíží procesor počítače. Plochy oceánu neobsahují žádnou informaci o výšce (tuto chybějící informaci lze doplnit z ETOPO5,

\$ `mencoder mf://*.png -mf fps=25:type=png -ovc lavc -lavcopts vcodec=mpeg4 -oac copy -o film.avi`

¹⁵Pozn. překl. Přesnější hodnota pro naše území: ns-res: 930 m, ew-res: 600 m.

¹⁶Internet: <http://www.gisdatadepot.com/catalog/index.html>.

¹⁷Internet: <http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30.html>.

rozlišení je 10 km) – jsou označeny hodnotou „-9999“. V GRASSu 5 tuto hodnotu nastavte na „NULL“:

```
GRASS:~ > r.null gtopo setnull=-9999
```

Otevřete nový GRASS monitor (`d.mon`) a zobrazte importovanou mapu:

```
GRASS:~ > d.rast gtopo30
```

Můžete např. spočítat průměrný sklon svahu, expozici svahu (`r.slope.aspect`), povodí (`r.watershed`) atd. Pokud zvětšíte část území, výpočet bude probíhat pouze na tomto výřezu. Takto můžete urychlit výpočet a ušetřit místo na disku.

Nyní importujeme mapu státní hranice Rakouska, která je taktéž dostupná v systému zem. délka/šířka. GRASS disponuje speciálním modulem pro import dat ARC-E00:

```
GRASS:~ > m.in.e00
```

Nejdříve zadáme jméno importovaného E00 souboru: `austria-politicalpoly.e00`. Volitelně můžete zadat cílový *mapset*. Jelikož v naší *location* existuje pouze jeden *mapset* – „evropa“, stačí potvrdit `RETURN`. Otázka „What to do on input file“ nabízí hned několik možností. Po zadání „analyse“ se vypíše charakteristika souboru E00. Pro import dat zadejte „vector“. Ve formátu E00 totiž mohou být uložena i data rastrová. Otázka „debugging level“ směřuje na „bohatost“ výpisu – 9 („verbose“). Bude tak zviditelněn postup importu a další informace. Tyto informace lze přeměřovat do souboru – „Name of file where log options:“, můžeme potvrdit `RETURN` – potom bude výpis přeměřován na obrazovku počítače. Po úspěšném importu se mapa `ponet` („political/ocan network“) objeví v seznamu dostupných vektorových dat

```
GRASS:~ > g.list vect
```

Modul `m.in.e00` má jednu zvláštnost – každá vrstva (atributová) je uložena jako samostatná mapa (GRASS totiž umožňuje, bez možnosti připojení externí databanky, připojit k vektorovému elementu pouze jeden atribut). Jsou tak vytvořena vlastní vektorová data a jednotlivé atributové tabulky (jméno `<jmeno>.tematickakoncovka`). V případě, že není připojena externí databanka (např. PostgreSQL), tak je pro každý tématický okruh vytvořena vlastní vektorová mapa. Jednotlivé mapy se tak liší pouze na úrovni atributů.

Obecně je vhodné vytvořit kopii mapy `ponet` a „rozumně“ ji pojmenovat (včetně odpovídající atributové tabulky). Příslušnou topologii vytvoříme pomocí modulu `v.support`. Tento postup je nutno aplikovat hned několikrát – v závislosti na množství atributů, které nás zajímají. V případě externí databanky je tento postup samozřejmě zbytečný, protože je možné přiřadit všechny požadované atributy k mapě najednou.

Modul `m.in.e00` vytvořil tedy následující: vektorovou mapu `ponet` (viz `g.list`) a řadu atributových tabulek, které jsou uloženy v `$LOCATION/dig_cats/`. Nyní tedy vytvoříme kopii této mapy a přejmenujeme atributovou tabulku tak, abychom vytvořili příslušné spojení:

```
$ cd $LOCATION
$ cd dig_cats/
$ ls
```

Měli by se zde, kromě jiných, nacházet tyto soubory:

```
ponet.POLNTYPE ponet.POPYCOUN ponet.POPYTYPE
ponet.POLNSTAT ponet.POPYADMIN ponet.POPYREG
```

Vyčerpávající legendu k „DCW“ – metadata, najdete na Internetu¹⁸. V dalším kroku vytvoříme hranice Rakouska:

1. Vytvoříme kopii vektorové mapy ponet:

```
$ g.copy vect=ponet,austria.hranice
```

2. Přejmenujeme odpovídající atributovou tabulku:

```
$ cd $LOCATION/dig_cats
```

Zde by se měl nalézat soubor ponet.POPYCOUN. Nové jméno musí být identické s názvem kopie vektorové mapy:

```
$ mv ponet.POPYCOUN austria.hranice
```

3. Vytvoříme topologii

```
GRASS:~ > v.support m=austria.hranice option=build
```

4. Pokud chceme vytvořit i další tematické mapy, postupujeme od bodu 2. Například mapa administrativních hranic by se vytvořila asi takto:

```
$ mv ponet.POPYADMIN austria.admin
```

```
GRASS:~ > g.copy vect=ponet,austria.admin
```

```
GRASS:~ > v.support m=austria.admin opt=build
```

5. Pro návrat do domovského adresáře

```
$ cd ~
```

¹⁸Internet: http://www.maproom.psu.edu/dcw_about.shtml.

Vektorová mapa je tak připravena pro další práci. Zobrazte výškový model a přes něj překreslete vektorovou mapu státní hranice Rakouska. Později můžete pracovat pouze s částí daného území (export dat...):

```
GRASS:~ > g.region vect=austria.hranice
```

A následuje

```
GRASS:~ > d.redraw
```

– překreslení obsahu GRASS monitoru. Pro větší přehlednost zobrazíme mapu státní hranice červenou barvou:

```
GRASS:~ > d.vect austria.hranice col=red
```

Můžeme také klást dotazy na mapu:

```
GRASS:~ > d.what.vect austria.hranice
```

```

14:13:31.937639E 47:29:14.966592N
Line - Category <not tagged>
Area - Category 1 AU
Size - Sq Meters: 83964281488.720      Hectares: 8396428.149
      Acres: 20747521.912              Sq Miles: 32418.0030
```

Tímto způsobem tak můžete zjistit např. výměru Rakouska.

Abychom mohli pracovat s výškovými údaji pokrývající pouze území Rakouska, vytvoříme z vektorové mapy státní hranice rastrovou masku. Potom bude možné vypreparovat z mapy GTOPO30 tu část, která pokrývá území Rakouska. Maska je rastrovou mapu, proto je nejprve nutné danou vektorovou mapu rasterizovat¹⁹:

```
GRASS:~ > v.to.rast in=austria.hranice out=austria.hranice
```

Výsledek konverze zkontrolujeme:

```
GRASS:~ > d.rast austria.hranice
```

Masku vytvoříme pomocí

```
GRASS:~ > r.mask
```

Zvolíme bod „2 Identify a new mask“, jako „Enter name of data layer to be used for mask:“ zadejte jméno rasterové mapy – `austria.hranice`. Jako maska tak bude nastaveno území Rakouska (nastavit na hodnotu 1):

```

IDENTIFY THOSE CATEGORIES TO BE INCLUDED IN THE MASK
  OLD CATEGORY NAME                                     CAT
                                                         NUM
. . . . .                                           0    0____
AU . . . . .                                           1    1____
. . . . .                                           2    0____
```

¹⁹Pozn. překl: Na tomto místě nastavte požadované rozlišení. V našem případě tedy `res=00:00:30`.

Formulář opustíme pomocí `ESC` – `RETURN` a ještě jedním `RETURN` vyskočíme z `r.mask`. Zobrazíme-li znovu mapu

```
GRASS:~ > d.rast gtopo30
```

budou viditelné pouze výškové informace pokrývající území Rakouska. Pomocí

```
GRASS:~ > g.region -p
```

si můžete nechat aktuální region vypsat (později budeme tyto hodnoty potřebovat). Výšková data můžeme exportovat např. do formátu ARC-ASCII-Grid:

```
GRASS:~ > r.out.arc m=gtopo30 > gtopo30austria.asc
```

Další (alternativní) postup: Založit novou *location* s výchozím regionem pokrývající Rakousko, importovat výšková data pomocí `r.in.arc`. Pomocí `r.proj` mapu transformovat do jiného systému (mapové projekce).

Dále můžeme provést 3D vizualizaci výškového modelu:

```
GRASS:~ > nviz elev=gtopo30
```

NVIZ zohledňuje nastavenou masku, viditelná je tedy pouze část pokrývající Rakousko. Vhodné je např. „natáhnout“ jako barevnou informaci výškového modelu dříve vytvořenou mapu sklonových poměrů. Dále můžete např. vizualizovat příslušnou mapu z datasetu „DCW“.

Pro další práci nezapomeňte vypnout nastavenou masku (pomocí `g.list rast` se můžete kdykoliv přesvědčit, zda-li je nějaká maska aktivní²⁰). Masku můžete vypnout buď modulem

```
GRASS:~ > r.mask
```

(bod 1) či přímo

```
GRASS:~ > g.remove rast=MASK
```

Další tip: Určete pomocí `r.watershed` potoční linie („streams“). Vzniklou mapu lze automaticky vektorizovat pomocí modulu `r.line`. Modulem `r.sun` můžete odhadnout intenzitu dopadající záření v závislosti na pozici, sklonu svahu, expozici a propustnosti atmosféry („linkefaktor“) například pro plánování rozmístění solárních kolektorů.

10.6 Interpolace výškového modelu z výškových bodů

Tato část se zabývá srovnáním dvou interpolačních algoritmů použitých pro vytvoření výškového modelu na základě vstupních bodových dat. Budou představeny odpovídající moduly a prezentovány kvalitativně rozdílné výsledky. Výsledky budou porovnány s daty dostupnými v datasetu „Spearfish“. Pro tento účel provedeme náhodný výběr výškové informace z přítomného modelu `elevation.dem` a ze vzniklého bodového pole vytvoříme zpětně výškový model terénu aplikací dvou různých metod. Následné porovnání s již přítomným modelem nám umožní

²⁰Pozn. překl: Maska má unikátní jméno `MASK`.

poukázat na silné a slabé stránky obou metod. Jde o metodu IDW („nejbližší soused“) a RST („regularized splines with tension“). GRASS navíc nabízí další metody interpolace, které zde ale nebudou uvedeny.

Nejdříve vytvoříme náhodný výběr bodového pole z mapy `elevation.dem`. Jako pravidlo pro množství bodů nové mapy můžeme použít rovnici: $pocet = (rows \cdot cols) / 150$. Potřebné hodnoty zjistíte pomocí `g.region -p`.

Novou mapu obsahující náhodně vybrané výškové body vytvoříme (jde o 2240 bodů):

```
GRASS:~ > r.random in=elevation.dem nsites=2240 raster_output=vyskove_body
```

Vznikne tak bodová mapa v rastrovém formátu obsahující 2240 bodových elementů. Výsledek můžete vizualizovat pomocí `d.rast`. Statistické parametry mapy obdržíte pomocí `r.report` a `r.univar`.

Na tuto mapu nasadíme obě vybrané interpolační metody. Nejdříve použijeme metodu IDW (v rastrovém formátu – `r.surf.idw` lze použít pouze pro `locations` „lat/long“):

```
GRASS:~ > r.surf.idw2 in=vyskove_body out=plocha.idw
```

Nová mapa se tak bude jmenovat `plocha.idw`. Výsledek si prohlédneme pomocí

```
GRASS:~ > d.rast plocha.idw
```

Nyní aplikujeme druhou interpolační metodu – RST. Nejprve je nutno konvertovat rastrové body do formátu „sites“:

```
GRASS:~ > r.to.sites -a in=vyskove_body out=vyskove_body
```

Jelikož se jedná o různé datové formáty, nehrozí problémy se stejným jménem. Bodovou mapu si můžeme prohlédnout pomocí `d.sites vyskove_body`. Body jsou reprezentovány křížky. Samotná interpolace RST se provede

```
GRASS:~ > s.surf.rst in=vyskove_body elev=plocha.rst
```

Modul tak vytvoří na základě výškových bodů spojitou rastrovou plochu. Nová mapa dostane jméno `plocha.rst`. Vizualizujeme ji dobře známým příkazem

```
GRASS:~ > d.rast plocha.rst
```

V této chvíli určíme rozdíl obou map (porovnáme tak dané metody). Vzniklé mapy porovnáme se „skutečností“ (`elevation.dem`) s využitím `r.mapcalc`:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'diff.idw = elevation.dem - plocha.idw'
```

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'diff.rst = elevation.dem - plocha.rst'
```

Obě mapy vizualizujeme. Ukazuje se, že daleko lepších výsledků bylo dosaženo při metodě RST, což se dalo očekávat.

V čem se tedy, ze statistického hlediska, výsledky liší? Statistické charakteristiky map mohou vypadat následovně:


```
GRASS:~ > r.univar diff.idw

Number of cells: 33231
Minimum: -55.4745635986
Maximum: 61.1578369141
Range: 116.632
Arithmetic Mean: -0.788274
Variance: 84.4759
Standarddeviation: 9.19108
Variation coefficient: -1165.98%
```

```
GRASS:~ > r.univar diff.rst

Number of cells: 33231
Minimum: -46.7217254639
Maximum: 34.7516174316
Range: 81.4733
Arithmetic Mean: -0.497715
Variance: 40.9294
Standarddeviation: 6.39761
Variation coefficient: -1285.4%
```

Standardní odchylka a rozpětí hodnot (porovnání se „skutečností“) je u metody RST menší. Výsledek z modulu `s.surf.rst` může být navíc ovlivněn řadou parametrů. Je nanejvýš vhodné si na tomto místě prostudovat dokumentaci tohoto modulu.

Obecně není nutné podobné testy provádět. Interpolace dat není tak běžná. V GISu je ale na druhou stranu důležité jednotlivé početní krok zhodnotit na základě testovacích dat.

Nakonec zobrazíme vzniklé mapy jako „slideshow“:

```
GRASS:~ > slide.show.sh prefix=plocha across=2 down=1
```

Pokud nezadáte žádné parametry, zobrazí se všechny přítomné rastrové mapy.

10.7 Reliéfové analýzy

10.7.1 Vytvoření syntetického modelu terénu

Často se stává, že pro potřebné analýzy nemáme k dispozici dostatečné množství dat v požadovaném rozlišení. GRASS pro podobné případy nabízí modul, který dovoluje vytvořit syntetický výškový model [Wood-96]. Tento výškový model je vytvořen na základě fraktální dimenze [Mandelbrot-87]. Tato dimenze D leží mezi druhou („rovina“) a třetí („prostor“) eukleidovskou dimenzí. Čím blíže je hodnota D k třetí dimenzi, tím jemněji je výsledný reliéf strukturovaný. Základní souřadnice a rozlišení jsou převzaty z aktuálního nastavení (můžete změnit pomocí `g.region`):

```
GRASS:~ > r.surf.fractal out=fractdem.201 d=2.01
```

Příkazem `r.univar fractdem.201` určíte kromě jiného minimální a maximální hodnotu mapy. Modulem `r.mapcalc` můžete mapu podle potřeb modifikovat – přičíst či přenásobit zvolenou hodnotou tak, že např. minimum bude nastaveno na hodnotu `NULL` a maximum ohraničeno danou hodnotou.

Modul

```
GRASS:~ > r.slope.aspect el=fractdem.201 as=aspect.fract
```

vytvoří mapu expozice, která poskytne plastický pohled na dané území (viz obrázek 10.4). Zvýšením hodnoty dimenze získáme jemnější strukturu povrchu:

```
GRASS:~ > r.surf.fractal out=fractdem.25 d=2.5
```

Syntetické výškové modely můžeme přirozeně dále analyzovat. Například můžete spočítat mapu povodí:

```
GRASS:~ > r.watershed el=fractdem.201 out=mapa_povodi thres=10000
```

Vystínovaná mapa povodí (s použitím expozice svahů) může být vytvořena jednoduše pomocí `d.his` (transformace IHS), výsledek lze volitelně uložit:

```
GRASS:~ > d.his i=aspect.fract h=mapa_povodi [out=povodi.stin]
```

10.7.2 Geomorfologická šetření

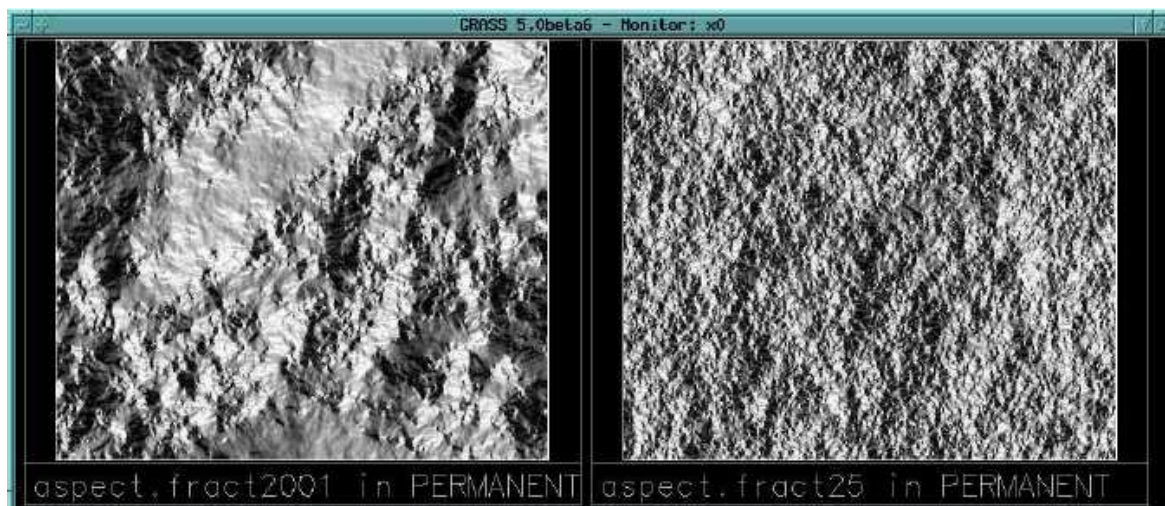
GRASS umožňuje vedle určení sklonových poměrů a expozice (`r.slope.aspect`) provádět i další analýzy. Např. model osvětlení s přesně definovanou polohou slunce vytvoříte pomocí `shade.rel.sh`.

Speciální šetření reliéfu při vyhodnocování výškového modelu umožňuje modul

```
GRASS:~ > r.param.scale
```

Velikost „Moving window“ je nastavitelná, standardní dimenze je 3×3 . Modul `r.param.scale` umožňuje určit následující parametry (generalizace je závislá na parametru „size“):

- `elev`: generalizovaná výšková informace
- `slope`: maximální sklon svahu v jednom bodě
- `aspect`: směr maximálního gradientu
- `profc`: křivost příčného řezu (osa *z* a směr maximálního gradientu)
- `planc`: křivost horizontálního řezu (průnik s půdorysnou)
- `crosc`: křivost příčného řezu (normála plochy a kolmice k maximálnímu směru gradientu)
- `longc`: křivost podélného řezu (normála plochy a směr maximálního gradientu)



Obrázek 10.4: Tvorba syntetického modelu terénu pomocí `r.surf.fractal` (vlevo: fraktální dimenze $D = 2.001$, vpravo: $D = 2.5$, pohled na expozici svahu)

- `minic`: minimální křivost (ve směru kolmice k maximální křivosti)
- `maxic`: maximální křivost (libovolný směr)
- `feature`: „peaks“ (vrcholky), „ridges“ (hřbety), „passes“ (sedla), „channels“ (údolnice), „pits“ (bezodtokové prohlubně) a „planes“ (plošiny).

Parametr „size“ určuje velikost pohyblivého okna, čím je větší, tím větší bude „bílý okraj“ výsledné mapy. To proto, že výsledná hodnota je uložena pouze pokud je matice „moving window“ plná. Poznámka: `d.rast.num` umožňuje zobrazit obsah buňky jako číselnou hodnotu. Používejte jej pouze pro malé výřezy mapy.

Výše zmíněné parametry, stejně jako „Moranovu“ a „Gearyovu“ statistiku kvadratických zbytků, lze nastavit v okně interaktivně pomocí myši²¹.

```
GRASS:~ > d.param.scale
```

Alternativní možnost jak určit zakřivení terénu spočívá v nasazení modulů `s.surf.rst` a `r.slope.aspect`.

„Pravý“ povrch můžete vytvořit pomocí

```
GRASS:~ > r.surf.area
```

Vstupem je aktuální plocha („Current Region plan area“) a odhadovaná třidimenzionální plocha („Estimated Region Surface Area“).

²¹Pozn. překl.: Omlouvám se jak výše zmíněným pánům, tak i všem ostatním matematikům a statistikům, kteří se právě otočili v hrobě nebo se do něj otočili...

Další modul umožňuje výpočet objemu tělesa definovaného povrchem (výškovými hodnotami) a zvolenou nulovou hladinou

```
GRASS:~ > r.volume
```

Abychom například mohli spočítat objem rybníka, musíme nejdříve vytvořit korespondující masku. Obvod (břeh rybníka) vektorizujeme pomocí `r.digit` a jako atribut vzniklé ploše přiřadíme 1. Příslušná hodnota se nastaví i v modulu `r.mask`. V tomto okamžiku je tedy viditelná pouze plocha rybníka. Pomocí `r.univar` zjistíme minimální hodnotu (dna rybníku). Danou hodnotu vyextrahujeme z výškového modelu pomocí modulu `r.mapcalc`. Nechť je nejhlubší místo např. 1296:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'rybnik=elevation.dem - 1296'
```

Konečně můžeme přistoupit k určení objemu rybníka

```
GRASS:~ > r.volume rybnik
```

Nakonec nezapomeňte masku odstranit.

Modul `r.flow` můžete také využít jako alternativu k `r.param.scale` při určování hřbetů:

```
GRASS:~ > r.flow -u el=elevation.dem as=aspect dsout=density
```

Zde je namístě provést odfiltrování difuzivně rozmístěných buněk, které nejsou jako hřbety akceptovatelné (hodnotu „20“ upravte podle potřeby):

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'density.filt = if(density>20,1,0)'
```

Nakonec ještě hřbety „ztenčíme“, tak abychom dostali linie o šířce jeden pixel:

```
GRASS:~ > r.thin in=density.filt out=hrbety
```

Dále se pokusíme vytvořit rozvodnice. K tomu musíme provést následující kroky. Nejdříve se vytvoří povodí určité velikosti („threshold“ představuje minimální hodnotu):

```
GRASS:~ > r.watershed elev=elevation.dem basin=povodi thres=10000
          stream=reky
```

Nyní zpracujeme např. povodí č. 18 a vytvoříme odpovídající hraniční linii – rozvodí:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'plocha=if(povodi==18,1,null())'
```

Postup při vytvoření hraniční linie je následující. Daná plocha povodí se zvětší vyrovnávací zónou širokou jeden pixel, poté se substrahují menší výchozí plochy:

```
GRASS:~ > r.grow in=plocha out=plocha2
```

```
GRASS:~ > r.null null=0 m=plocha
```

```
GRASS:~ > r.null null=0 m=plocha2
```

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'okraj=plocha2-plocha'
```

Mapa okraj obsahuje hledanou hranici. Pro vytvoření vnitřního okraje opět nasadíme `r.grow`:

```
GRASS:~ > r.grow in=okraj out=okraj.vnitrni
```

Z této „tlustší“ hraniční čáry se posléze substrahují výchozí oblasti. Použijeme „všemocnou“ podmínku `if`, pro oblasti bez dat použijeme hodnotu `NULL`:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'okraj.vnitrni = if (okraj.vnitrni -
    if(povodi != 18,1,0),1,null())'
```

Při reliéfových analýzách je občas potřeba, například při počítání eroze, digitální model bez lokálních prohlubní. Tady GRASS nabízí algoritmus [Jensen–Domingue–96] určený speciálně pro tento účel. Jde o modul

```
GRASS:~ > r.fill.dir
```

jehož aplikací se tyto bezodtokové prohlubně „zaplní“.

Dodatečně ještě vytvoříme mapu směru povrchového odtoku, ve které bude každá buňka obsahovat informaci o odpovídajícím úhlu. Modul můžeme vyvolat například takto:

```
GRASS:~ > r.fill.dir in=elevation.dem elev=elevation.fill dir=flow.dir
    typ=grass
```

Další možností vyhodnocení reliéfových modelů může být analýza viditelnosti. Lze tak vytvořit pro určité stanoviště a „výšku pohledu“ rastrovou mapu znázorňující „dohlednost“. Volitelně lze stanovit maximální vzdálenost ze stanoviska. Standardní použití tohoto modulu vypadá asi takto:

```
GRASS:~ > r.los in=elevation.dem out=viditelnost coord=598046,4920205
```

V závislosti na povaze úlohy lze výsledné mapy spojovat pomocí `r.patch`, `r.mapcalc`, `r.combine` či `r.weight`. Příkladem oblasti nasazení může být analýza výstavby větrných elektráren nebo mobilních sítí. Bohužel ale musíme předpokládat homogenní složení atmosféry a zemského tělesa.

GRASS disponuje také řadou nástrojů pro určení profilů (např. cest):

- `d.profile` – Trasa profilu se určí interaktivně myší v GRASS monitoru.
- `r.profile` – Trasa profilu (např. podél nějaké cesty) je definována sadou bodů – počáteční, cílový a mezilehlé body), volitelně lze určit i medián a střední hodnotu buněk.
- `r.transect` – Trasa profilu je definována směrem (počáteční bod, úhel a délka trasy). Podobně lze určit medián a střední hodnotu zasažených rastrových buněk.

Tato nesourodá sbírka modulů a návrhů k jejich použití by měla poskytnout inspiraci

pro další vaši individuální práci. V následující části této kapitoly bude nastíněna problematika sběru hydrologických dat a dalších důležitých parametrů.

10.8 Poznámky k modelování hydrologických parametrů

- Určení drah povrchového odtoku/povodí:

Pro tuto úlohu lze použít modul `r.watershed`. Minimální velikost (počet rastrových buněk) reprezentuje parametr „`threshold`“ (plocha se určí takto: délka · šířka hrany buňky · počet). Aktuální hodnoty zjistíte pomocí `g.region`. Alternativně lze použít `r.basin.fill`. Určí se tak poloviční povodí („`half basins`“, číslují se pravé břehy, levý břeh je o 1 větší). Do výpočtu může navíc vstoupit mapa bariér. Modul dokáže určit řadu dalších parametrů a následně je uložit v podobě map.

Chcete-li do výškového modelu „zapracovat“ příkopy postupujte takto: Nejdříve se příkopy vektorizují, jako atribut se přiřadí jejich hloubka (např. „60“ centimetrů). Před rasterizací této mapy je nutno nastavit odpovídající rozlišení pomocí `g.region`. Samotná konverze na rastrovou mapu se provede modulem `v.to.rast`. Vzniklé elementy lze podle potřeby rozšířit (`r.buffer`) či zúžit (`r.thin`). Nakonec se výškový model terénu modifikuje – od aktuální výšky terénu se odečte hloubka příkopu:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'dgm.novy = dgm - (prikopy * 0.01)'
```

Povodí se určí například takto:

```
GRASS:~ > r.watershed el=elevation.dem basin=basin thres=1000 stream=reky
```

Mapa `reky` („`streams`“) mají přiřazen atribut korespondující s číslem povodí, která jsou seříděny podle velikostí pramenů.

- Výpočet obsahů ploch, případně velikosti povodí a obvodu povodí:

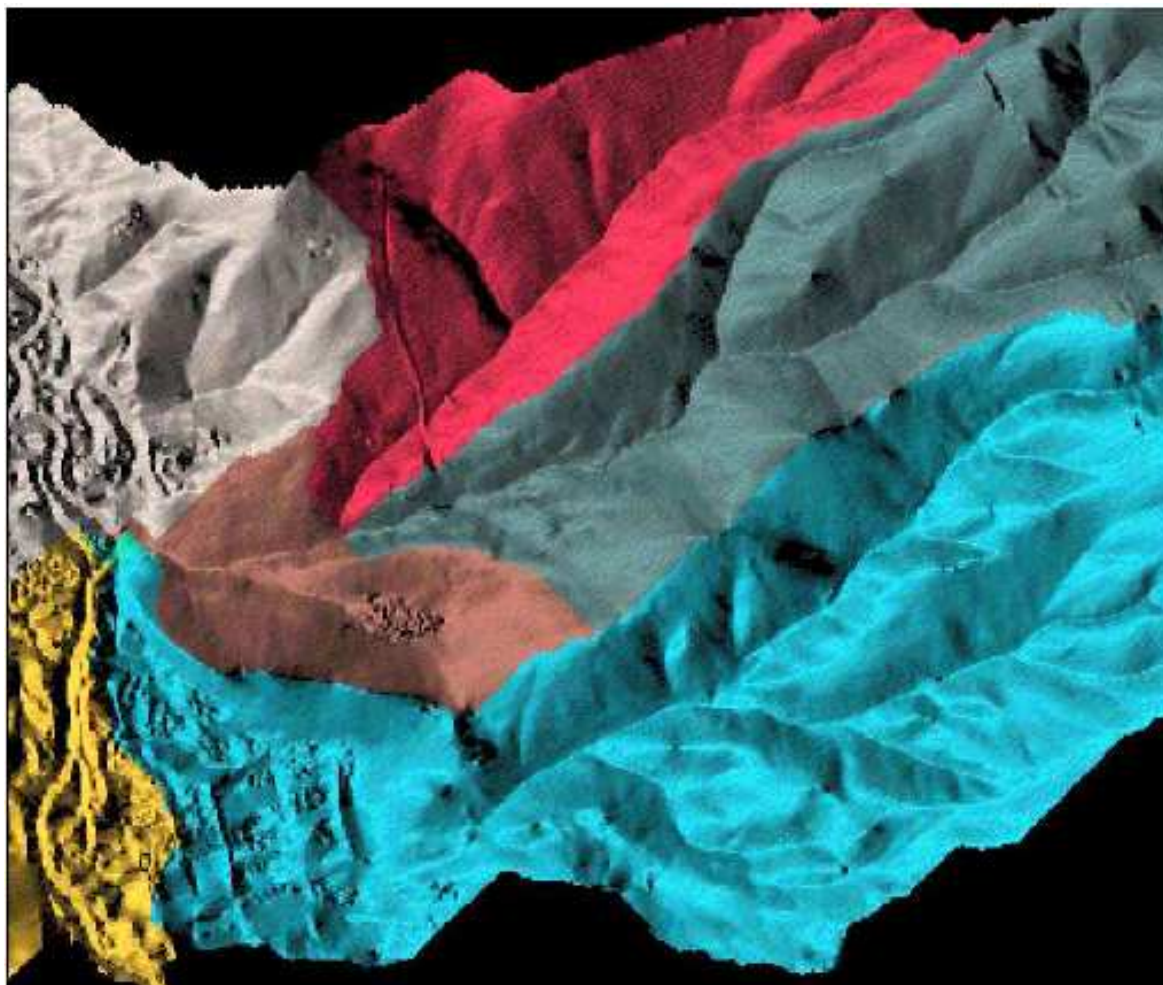
Určit jednotlivé plochy povodí vytvořených modulem `r.watershed` můžete (v rastrovém formátu) pomocí `r.report`. Alternativně můžeme jednotlivá povodí automaticky vektorizovat (`r.poly`) a jejich výměru vyčíslit pomocí `v.area` nebo `v.report`.

- Určení těžiště povodí:

Viz kap. 13.1, přiložený skript.

- Výpočet drah povrchového odtoku:

Nabízí se nám hned několik možností: vektorovou mapu drah odtoku můžete vytvořit pomocí `r.flow` [Mitasova–Hofierka–Zlocha–Iverson–96], `r.watershed` (algoritmus „D8“)



Obrázek 10.5: Určení povodí pomocí `r.watershed` (efektu „stínovaného reliéfu“ je docíleno modulem `d.his`, jako složka intenzity je dána mapa expozice)

nebo `r.flowmd` (směr proudění 360°, „multiple directions“, odlišnost od „multiple flow“ [Desmet–Govers–96]).

- Určení délky dráhy povrchového odtoku:

Celkem jednoduchá, ale poněkud nepřesná, metoda může vypadat např. takto: Modulem `r.clump` vytvořit mapu, kde související rastrové buňky získají jeden společný atribut, pomocí `r.thin` „prameny“ ztenčit na velikost jednoho pixelu. Délku liniových prvků určit kombinací `r.stats -c`, `awk` a `r.reclass` (viz kapitola 6). Jelikož jsou prameny široké pouze jeden pixel, je délka pramene rovna součtu hran buněk. Nakonec je nutné provést křivkovou korekturu ($\sqrt{2}$).

- Výšková diference mezi nejvyšším bodem a libovolným bodem v povodí:

Maximální hodnota v povodí se zjistí:

```
GRASS:~ > r.univar elevation.dem
```

nebo

```
GRASS:~ > r.stats -1 elevation.dem
```

Maximální hodnotu lze uložit v podobě mapy:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'max=if(elevation.dem==1840,elevation.dem,null())'
```

Potom ještě určíme souřadnice bodů s maximální hodnotou:

```
GRASS:~ > r.stats -1gn max
```

Výškový bod (pixel) můžeme také obecně určit pomocí `r.transect`:

```
GRASS:~ > r.transect map=elevation.dem line=591701,4917097,0,0
```

- Délku mezi nejvyšším bodem v povodí a bodem na dráze odtoku zjistíme:

Nejdříve vytvoříme mapu dráhy odtoku mezi těmito body:

```
GRASS:~ > r.drain in=elevation.dem out=draha_odtoku
```

```
coord=591701,4917097,593308,4925091
```

Provedeme rasterizaci vzniklé vektorové mapy:

```
GRASS:~ > r.line in=draha_odtoku out=draha_odtoku
```

A nakonec vytvoříme nutnou topologii:

```
GRASS:~ > v.support m=draha_odtoku o=build
```

Délka může být zjištěna pomocí

```
GRASS:~ > v.report m=draha_odtoku type=line unit=k
```

Alternativně lze oba body vektorizovat (`r.digit` nebo `v.digit`) a pomocí `r.distance` vypočítat hledanou vzdušnou vzdálenost.

- Výpočet sklonu dráhy povrchového odtoku:

Nejdříve vytvoříme masku, viditelné budou pouze ty oblasti pro které existuje dráha povrchového odtoku (např. číslo potoku 64):

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'MASK = if(streams==64)'
```

Nyní si zobrazíme mapu sklonových poměrů:


```
GRASS:~ > d.rast slope
```

Spočítáme střední sklon pro dráhu:

```
GRASS:~ > r.univar slope
```

Uložíme aktuální sklonové poměry pouze pro tuto dráhu povrchového odtoku do nové mapy:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'slope.draha64 = slope'
```

A nakonec masku odstraníme

```
GRASS:~ > g.remove MASK
```

- Určení střední výšky povodí:

Nejprve vytvoříme masku okolí povodí, které nás zajímá:

```
GRASS:~ > r.mask basin
```

Určíme střední hodnotu:

```
GRASS:~ > r.univar elevation.dem
```

- Určení středního, minimálního a maximálního sklonu svahu:

Spočítejte sklon svahu pomocí `r.slope.aspect` a střední hodnotu určete modulem `r.univar`.

- Výpočet podílů ploch pro patřičnou expozici a sklon svahu:

Vytvořte masku, která upřesní oblast hodnot sklonových poměrů:

```
GRASS:~ > r.mapcalc 'MASK = (if((aspect > 40) && (aspect <60)))'
```

A plochy pro tuto oblast vyhodnotíme pomocí `r.surf.area`.

11 Zpracování družicových snímků

Zpracování družicových dat umožňuje řešení rozmanitých geografických úloh jako je monitorování vegetace, využití půdy či aktualizaci map. Použitelnost těchto dat stoupá a vědecké metody vyhodnocení se v posledních letech také velmi rozvinuly. Nápomocnou literaturou se zřetelem na GRASS a zpracování satelitních dat je „GRASS tutoriál: Image processing“ [Harmon–Shapiro–92], kde je vysvětlena řada postupů. Mezi dalšími zdroje patří [Löffler–94], [Jensen–96] a [Schowengerdt–98].

Zajímavá jsou především družicová data LANDSAT-TM5 a SPOT (spektrum: viditelné + infračervené), rovněž ERS-1 a ERS-2 (spektrum: radarové). Či aktuálně indická družice IRS-1C, jejíž skener pojme optické spektrum ve 4 kanálech (obdobných jako u SPOTu).

Zatímco data LANDSAT-TM5 a ERS-1/2 mají geometrické rozlišení $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ (z části je poskytovatelem uváděno rozlišení $25\text{ m} \times 25\text{ m}$, popř. $10\text{ m} \times 10\text{ m}$), u SPOTu je $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ (barevné kanály), popř. $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ (panchromatický). Bližší popis LANDSAT-TM kanálů je uveden v dodatku A.8.3. Tyto snímky je možno smysluplně použít pro řešení úloh v měřítku od $1 : 200\,000$ do $1 : 100\,000$. LANDSAT-TM7, který se od jara 1999 úspěšně nachází na oběžné dráze, nabízí pro větší měřítko doplňující panchromatický kanál s rozlišením 15 m. Nejvyšší rozlišení poskytuje indický satelit IRS-1C/D na panchromatickém kanálu s 5.80 m na pixel, zatímco rozlišení jeho barevných kanálů je kolem $23.5\text{ m} \times 23.5\text{ m}$. Od nedávna se na trh derou komerční družicové systémy s metrovým rozlišením, ovšem na účet rozlišení spektrálního.

Poznámka: zpracování a analýza satelitních dat je v GRASSu obdobná jako u rastrových dat. Interní formáty jsou identické (výjimka: data po Fourierově transformaci). Proto mohou být obecně příkazy pro zpracování rastrových dat a družicových snímků použity kombinovaně. Pro přehlednost byly opatřeny moduly pro zpracování družicových dat další předponou (*i.**) na rozdíl od příkazů pro zpracování rastrových dat (*r.**).

11.1 Předběžné geometrické zpracování multispektrálních družicových dat

Družicová data jsou obvykle dostupná na datových nosičích v souřadnicovém systému UTM. Systém Gauß-Krüger, který je obvyklý v Německu, se odlišuje od UTM použitým zobrazením,

referenčním elipsoidem a jiným geodetickým datem. Pro další práci se tak stává velmi žádoucí transformace družicových snímků do cílového systému. Tato kapitola popisuje způsoby postupu na základě dat LANDSAT-TM. Obecně jsou však aplikovatelné na všechny multispektrální platformy dálkového průzkumu.

Za nezbytnou souřadnicovou transformací vězí následující postup: Data LANDSAT dostupná v systému UTM jsou načtena do *location* xy a následně jsou převedena do nové *location* Gauß-Krüger. Tento krok je proveden pomocí afinní transformace (viz obr. 11.1 a kapitola 6.6). Koeficienty transformace jsou souřadnice čtyř rohů scény družicového snímku. V souvislosti s tím je scéna geokódována v systému Gauß-Krüger¹. Po úspěšné transformaci dat lze nepotřebnou *location* xy odstranit.

Představu nezbytného výpočetního času ukazuje následující srovnání: Scéna LANDSAT-TM zabere kolem 7×76 MB úložného prostoru (7 kanálů), celkem tedy 530 MB. Jestliže se má celková scéna transformovat za chodu, musí být k dispozici 1.06 GB volného diskového prostoru. Pokud je dostupno méně volného místa, může být zpracována najednou pouze část kanálů (až do 7 pracovních procesů). Transformace jednoho kanálu trvá na SUN-Workstation SPARC/25 dvě hodiny. Pro celou scénu tak dobrých 14 hodin. PC s operačním systémem GNU/Linux jsou však rychlejší.

Alternativně může být transformován (při odpovídajícím počtu identických bodů) pouze zlomek dat do menší *location* Gauß-Krüger.

Předně je tedy nutno založit tyto dvě *locations*:

- *location* xy pro originální data LANDSAT
- *location* Gauß-Krüger jako cílová *location*

Další postup je popsán v následujícím oddílu.

11.1.1 Import družicových dat

Aby bylo možno importovat scénu družicového snímku, musí být data k dispozici ve formátu podporovaném GRASSem. Rozlišuje se mezi dvěma typy formátů:

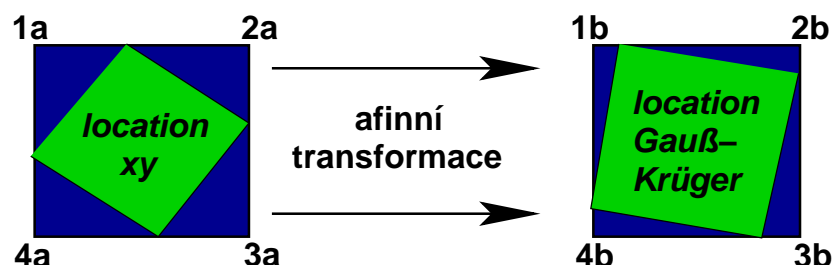
- formáty, ve kterých je obsažen pouze jeden kanál na soubor
- formáty, ve kterých může být obsaženo více kanálů na soubor

K první skupině patří následující formáty: rastrový formát SUN, TIFF a formát GIF. Více kanálů může být uloženo ve formátu BIL, popř. BSQ, ERDAS/LAN a NCSA/HDF.

¹Pozn. překl: Či přirozeně libovolně jiném souřadnicovém systému.

V dalším textu bude představeno několik možností importu dat do GRASSu.

Pokud je k dispozici satelitní snímek bez informací o mapové projekci, importuje se do *location xy*. V opačném případě je upravena zájmová oblast projektu podle okrajových souřadnic, rozlišení a mapové projekce snímku.



Obrázek 11.1: Afinní transformace družicových snímků

Na tomto místě je uvedeno vzorové založení *location xy* pro nezpracovaná družicová data:

- Do formuláře úvodní obrazovky GRASSu se zadá název nové *location* a *mapsetu*.
- Jako souřadnicový systém se zvolí „xy“.
- Hodnoty rozsahu souřadnic x a y (řádků a sloupců) družicového snímku lze zjistit z hlavičky („header“) originálních dat. V případě malých souborů i pomocí programu `xv` (v menu „Windows“ – „Image Info“)².
- Souřadnicový formulář se vyplňuje následovně: Jako severní a východní hodnotu je třeba zadat počet řádků a sloupců matice obrazových dat. Západní a jižní hodnota se nastaví na nulu (viz obr. 11.2). Přičemž lze přirozeně *location xy* zvolit větší než je rozměr importovaného snímku.

Tímto je tato *location* založena. *Mapset* je vytvořen po obnovení úvodní obrazovky GRASSu.

Import dat ve formátu TIFF nebo SUN

Družicový snímek lze importovat (jednotlivé kanály) pomocí `r.in.tiff` nebo `r.in.sunrast`. Povšimněte si, že ani jeden z formátů nemusí obsahovat georeferencovaná data. Tím lze bez dalšího importovat tato data přímo do *location xy*. Chcete-li naproti tomu importovat data do *location* obsahující údaje o použité mapové projekci (tedy již geokódovaná), je třeba po importu manuálně zadat souřadnice okrajových bodů jednotlivých obrazových kanálů pomocí `r.support` (Option: „Edit header“: yes).

²Pozn.překl.: Či programem `identify`, který je součástí balíku `ImageMagick` [<http://www.imagemagick.org>]. A nebo ještě lépe s využitím knihovny `GDAL` (`gdalinfo`).

```

-----
|                               North: hodnota y                               |
|                               (data, počet řádků)                             |
| West: 0                               East: hodnota x                               |
|   (pevně stanoveno)                   (data, počet sloupců)                   |
|                               South: 0                                           |
|                               (pevně stanoveno)                                   |
-----
Resolution East-West:  1   (pevně stanoveno)
                  North-South: 1   (pevně stanoveno)

```

Obrázek 11.2: Nastavení v souřadnicovém formuláři pro import do *location xy*

Import dat ve formátu ERDAS/LAN

Formát LAN je podporován GRASSem od verze LAN7.4 nebo novější (4 bit, 8 bit nebo 16 bit). Soubor LAN může obsahovat v GRASSu 4.x až 7 kanálů, počínaje GRASSem 5.0.x je počet kanálů neomezený.

Odpovídající modul GRASSu pro import těchto dat lze vyvolat následovně:

```
GRASS:~ > i.in.erdas
```

Modul může importovat buď všechny kanály (s průběžným číslováním) nebo pouze vybrané. Také lze zobrazit pouze hlavičku souboru (počet kanálů, velikost kanálu, apod.) aniž by se data importovala. Přitom je přesto nutno zadat prefix názvu.

Pro export více kanálů do souboru LAN lze použít korespondující modul

```
GRASS:~ > i.out.edras
```

Import dat ve formátu HDF

Formát HDF je v oblasti vícekanalových družicových dat velmi rozšířený. Tato data mohou být importována pomocí

```
GRASS:~ > r.in.gdal
```

Jednotlivé kanály jsou automaticky extrahovány ze souboru HDF a průběžně opatřeny číselnou koncovkou v názvu souboru v GRASS databance.

Import dat ve formátu BIL/BSQ

GRASS nabízí také možnost načíst data přímo z magnetické pásky, CD-ROMu a z diskety. Existují dva standardní postupy skladování těchto dat: formát BIL (band interleave) a BSQ (band sequential). Načtení dat ve formátech BIL a BSQ je možné pouze do *location xy*. Čtecí zařízení

pod UNIXem (tedy také pod GNU/Linux) se označují jako „devices“ a jsou soustředovány v adresáři

```
/dev/
```

Například

```
/dev/cdrom pro CD-ROM mechaniku
```

```
/dev/rmt0 pro tape mechaniku a
```

```
/dev/fd0 pro disketovou mechaniku.
```

Tyto údaje jsou však pro daný systém často specifické. Důležité je medium předem připojit („namountovat“) (viz kap. 2.2.5), např. CD-ROM pomocí

```
$ mount /dev/cdrom /cdrom
```

Pro zjištění parametrů dat uložených na magnetické pásce můžete použít modul

```
GRASS:~ > m.examine.tape
```

Především je nutno specifikován parametr „devices“, další otázky lze potvrdit **RETURN**. S trochou štěstí (GIS formáty bývají často závislé na jejich producentovi) získáte požadované informace. Distributor dat by měl ovšem poskytovat tyto metainformace automaticky.

Modul

```
GRASS:~ > i.tape.other
```

dovoluje pouze načtení dat, jako první zde musí být zadán parametr „device“. Všeobecně lze převzít uvedenou velikost vyrovnávací paměti. V okně pro identifikaci dat můžete volně specifikovat: Tape-Nr., krátký popis a titulek pro budoucí rastrové data v GRASSu. Potom se pokračuje specificky podle pásma (viz obr. 11.3):

V uvedeném případě obsahuje soubor ve formátu BIL čtyři kanály. Délka řádek obnáší 512 bytes, tedy 512 pixelů ve směru snímku x . Kanály budou rozbaleny všechny, přičemž je možné navolit položku „skippen“ (= přeskočení jednotlivých kanálů). Parametry je nutno eventuálně jemně modifikovat, tak aby mohlo být dosaženo požadovaného výsledku.

V následujícím kroku je nutno vybrat, které kanály budou extrahovány a jak se má jmenovat obrazová scéna v databance GRASSu. K názvu každého kanálu se připojuje automaticky číselná koncovka. Nakonec můžete určit pro import pouze výřez snímku nebo celek. To může být výhodné především při velkých scénách (musíme ovšem znát rohové souřadnice). Obvykle se data rozbalí od 1 do „x-max“ a od 1 do „y-max“ (např. start row: 1, end row: 512, start col: 1, end col: 512).

Tím se provede vlastní import dat. Posléze je vhodné aplikovat modul

```
GRASS:~ > r.support
```

pro určení vnitřní statistiky dat a to pro každý kanál zvlášť („Edit header“: no, „update stats ...“: yes, další otázky **RETURN**).

Chcete-li načíst data ve formátu BIL přímo z harddisku je k tomuto účelu připraven skript `r.in.bil`. Na tomto místě nepotřebujete specifikovat žádný parametr „device“.

```

-----
|GENERIC TAPE EXTRACTION
|
|tape layout
|
| 0___  number of files to be skipped
| 0___  number of records in the remaining files to be skipped
| 0___  number of bytes in each record to be skipped
|
|band files
|
| 4___  number of bands on the tape
|
|data format
| _      band sequential (BSQ) | mark one with an x
| x      band interleaved (BIL) |
|
| 0_____ if you select BSQ format and all the bands are in a single
|          file enter the total number of records in the file. Other-
|          -wise enter 0
|
| 512__  length (in bytes) of the longest record on the tape
| 1___   blocking factor if data in the file
|        AFTER COMPLETING ALL ANSWERS, HIT <ESC><RETURN> TO CONTINUE
|                (OR <Ctrl-C> TO CANCEL
-----

```

Obrázek 11.3: BIL/BSQ formulář pro specifikaci dat v modulu `i.tape.other`

11.1.2 Souřadnicová transformace z UTM do systému Gauß-Krüger

Poté co je dokončen import scény družicového snímku, může se začít s přípravami pro transformaci do souřadnicového systému Gauß-Krüger (nebo přirozeně i do jiného systému). Scéna byla sice importována do *location xy* nebo *location UTM*, ale není ještě souřadnicově připojena.

Souřadnice UTM uvedené jako příklad („Hannover“) vypadají takto (informace pocházejí z hlavičky („header“) dat, zkratky: např. `fcartoul=frame-carto.`, `upper left`):


```

y = 8496    xpysize = 25.00
x = 8976    ypysize = 25.00

```

```

UTM:      R      H
fcartoul  = 32427882 5833098
fcartour  = 32652226 5833098
fcartolr  = 32652226 5620763
fcartoll  = 32427882 5620763

```

Transformace do systému Gauß-Krüger je provedena pomocí afinní transformace (`i.rectify`, blíže kap. 6.6). K tomu jsou potřeba čtyři rohové body obrazového rámce („frame-carto“), nikoliv tedy vlastního satelitního snímku („scene-carto“). Černý okraj, který nenesé žádnou informaci, je též transformován, vykazuje severo-jížní směr – vlastní satelitní snímek leží totiž šikmo, podmíněný dráhou letu LANDSATu. V hlavičce dat LANDSAT nejsou přirozeně souřadnice udány v systému Gauß-Krüger. Proto se musí vypočítat ze souřadnic v UTM³.

K výše uvedenému příkladu se vztahují tyto hodnoty (souřadnice v systému Gauß-Krüger):

GK-x	GK-y
3427861.97	5834831.02
3652268.28	5834831.01
3652268.28	5622435.34
3427861.94	5622435.36

Nová *location* Gauß-Krüger je definována okrajovými hodnotami souřadnic (rozlišení: 25 m, viz také kap. 4, vytvoření *location* Gauß-Krüger). Pro tento příklad platí (lehce zaokrouhleno):

```

north: 5834831
south: 5622435
west: 3427862
east: 3652268

```

Po opuštění souřadnicového formuláře se zachovává údaj o aktuálním počtu řádek a sloupců. V případě, že budete v budoucnu nuceni tyto hodnoty upravit, např. vlivem překlepu, odpovězte na otázku „Do you accept the region?“ „no“ a dodejte opět k souřadnicovému formuláři.

³K tomu se zcela znamenitě hodí od GRASSu 5.0.x modul `m.proj` (viz dodatek A.5).

```

north: 5834831
south: 5622435
east: 3652268
west: 3427862
e-w res: 25.00066845 (Changed to conform grid)
n-s res: 24.99952919 (Changed to conform grid)
total rows: 8496
total cols: 8976
total cells: 76,260,096

```

V žádném případě se však nesmí v této *location* zoomovat, tj. měnit aktuální region. Transformace dat totiž vždy probíhá pouze v nastaveném regionu (výřezu), který by měl odpovídat celé oblasti. Po založení *location* Gauß-Krüger a *mapsetu* opusťte GRASS. Potom jej opět vyvolejte a zvolte *location* xy, která obsahuje družicové snímky v UTM⁴. Pro jednodušší práci je vhodné zvážit vytvoření jedné či dvou (podle volného místa na hardisku) barevných syntéz pomocí `i.composite` (viz kap. 11.3.1).

Nyní se pokračuje takto:

- (a) Sada družicových snímků určených k transformaci je definována ve skupině snímků:

```
GRASS: ~ > i.group
```

- Zadejte název pro tuto skupinu snímků, např. „satdata“.
- Vyberte všechny kanály scény LANDSAT-TM a eventuálně doplňkové barevné syntézy (označit „x“).
- Opusťte `i.group` pomocí `RETURN`.

- (b) Udejte cílovou *location* (`target`) a *mapset* (*location* Gauß-Krüger) pomocí:

```
GRASS: ~ > i.target
```

- (c) Spusťte GRASS monitor:

```
GRASS: ~ > d.mon start=x0
```

- (d) Definujete čtyři rohy satelitního snímku a zadáte odpovídající souřadnice v systému Gauß-Krüger

```
GRASS: ~ > i.points
```

⁴Pozn. překl. Pokud jsou data georeferencovaná (což většinou jsou) je vhodné je importovat do *location* s odpovídajícími parametry (mapovou projekcí). Transformace dat je potom primitivní (`r.proj`).

- Zadejte skupinu satelitních snímků určenou k transformaci.
- Nyní pokračujte v GRASS monitoru. Tam vyberete inzerovaný snímek pro určení identických bodů:
např. `tm4.grey` nebo barevnou syntézu
- Myší označte, jak nejlépe to půjde, první rohový bod a zadejte v textové konzoli korespondující pár souřadnic v systému Gauß-Krüger (x a y oddělené mezerou). Tak je třeba postupovat u všech čtyř bodů. Tyto body je často velmi obtížné přesně označit. Proto se v dalším kroku přistupuje k manuálním korekturám. Opusťte tedy `i.points`.

- (e) Korektura hodnot souřadnic rohových bodů: Přepněte se do adresáře GRASS databanky: `cd $LOCATION`. Tam naleznete adresář `group`, ve kterém se nachází další adresář, který koresponduje s názvem právě vytvořené skupiny `satdata`. Zde se nachází soubor `POINTS`, který otevřete v nějakém textovém editoru (např. `joe` nebo `xedit`⁵).

Ve sloupcích 1 a 2 jsou udány rohové souřadnice v *location* xy , sloupce 3 a 4 popisují naproti tomu právě přidělené souřadnice v systému Gauß-Krüger.

Hodnoty ve sloupcích 1 a 2 by měli být nyní korigovány na odpovídající hodnoty *location* xy (pro příklad „Hannover“):

```
north: 8496.000000
south:  0.000000
east:  8976.000000
west:   0.000000
```

Hodnoty se musí schodovat s těmi, které jsme si vybrali při zřízení *location* xy (viz kap. 6.2).

Potom je třeba upravený soubor uložit.

- (f) Obnovená kontrola `i.points`:
Podobně jako v bodě (d) je vyvolán tento modul a v něm posléze funkce „ANALYSE“. Střední kvadratická chyba („rms-error“) by měla nyní nabývat nuly, pokud tomu tak není je třeba ještě jednou zkontrolovat zadané souřadnice (viz bod (e)).
- (g) Nyní může být konečně nastartována samotná transformace:

```
GRASS:~ > i.rectify
```

Opět je specifikována skupina družicových snímků. Poté následuje zadání názvů kanálů určených k transformaci do cílové *location*. Jelikož požadujeme lineární transformaci, jako „order of transformation:“ je nutno zadat „1“.

⁵Pozn.překl. Či Emacs nebo Vim, náboženskou válku nechme stranou.

Následuje dotaz, zda se má transformovat (1.) do „current region“ cílové *location* nebo (2.) do „minimal region“. Zde je bezpodmínečně nutno zvolit položku menu (1), tudíž „current region“, která odpovídá aktuálnímu (tj. výchozímu) regionu *location* Gauß-Krüger. Potřebnou dobu výpočtu lze snadno odhadnout, viz kap. 11.1. Proces probíhá na pozadí, v GRASSu tak můžete bez problémů řešit jiné úlohy. Jestliže máte nějakou naléhavější práci, lze GRASS i opustit (zavřít GRASS monitor!). Program `i.rectify` po ukončení transformace Vám pošle e-mail.

Po úspěšné transformaci satelitního snímku je záhodno přezkoušet jeho polohovou správnost (chybné zadání souřadnic či nepřesné označení vlíčovacích bodů). GRASS tedy spustíme a vybereme *location* Gauß-Krüger. Porovnání snadno identifikovatelných bodů, například dodatečně importovanou topografickou mapou nebo daty ATKIS⁶, Vám dává možnost zhodnotit přesnost transformace. Při této kontrole je vhodné daný výřez dostatečně zvětšit.

Pokud je skutečně patrná systematická chyba v poloze, tak je třeba vhodně pozměnit výchozí region (krajní hodnoty) *location* Gauß-Krüger. Vytvořit tedy novou, doufejme konečnou, *location* Gauß-Krüger a opakovat výše popsany proces vyhledání vlíčovacích bodů a transformace. Nepoužitou *location* Gauß-Krüger nejprve odstraňte⁷ (viz dodatek A.3.1).

Poznámka: Pokud by nedostačovalo volné místo – udržovat satelitní data krátkodobě v dvojnásobném množství (*location xy* a *location* Gauß-Krüger), musí se kanály transformovat jednotlivě. Po úspěšné transformaci pak můžete průběžně z *location xy* jednotlivé kanály mazat. To není ovšem zcela „košér“ řešení.⁸

11.1.3 Transformace malých výřezů snímků do georeferencovaného celku

V předchozím oddíle se hovořilo o transformaci scény jako celku. Pokud má být naproti tomu transformována pouze malá plocha výřezu nebo naopak nejsou známy souřadnice okrajových bodů satelitního snímku, musí se postupovat jinak. Je potřeba digitální podklad, na který se může výřez „přichytit“ (rastrová nebo vektorová mapa, například topografická mapa). Místo lineární transformace se v tomto případě nasazuje nelineární transformace s polynomem vyššího stupně s více než čtyřmi vlíčovacími body.

GRASS transformuje vždy jen výřez odpovídající nastavenému regionu v cílové *location* (při aktuálním nastaveném rozlišení). Takto lze velmi jednoduše provádět transformace jednotlivých výseků. Na rozdíl od předchozího oddílu tedy nastavíme v *mapsetu* region na zvolenou zájmovou oblast výřezu.

⁶Pozn.překl.: „Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem“ – volně dostupné topografické mapy v měřítku 1 : 25 000.

⁷Pozn. překl.: To není životně nutné – stačí nepřesně transformované snímky odstranit (`g.remove`) a znovu nastavit region (`g.region`).

⁸Pozn. překl.: „Košér“ je slabé slovo. Na podobný problém při dnešních velikostech hardisků pravděpodobně nenarazíte.

Tento typ transformace vyžaduje podle stupně použitého polynomu rozdílně mnoho operních bodů (označených jako vlíčovací body).

Při nelineární transformaci může být použit polynom 2. až x -tého stupně. Počet potřebných vlíčovacích bodů n závisí na p (stupeň polynomu):

$$n = \frac{(p + 1) \cdot (p + 2)}{2} \quad (11.1)$$

Pro transformaci při polynomu 3. stupně ($p = 3$) je tudíž zapotřebí minimálně $n = 10$ vlíčovacích bodů. Transformaci je přirozeně vhodné provést co možná nejpřesněji. Proto se pro polynom 3. stupně doporučuje kolem 20 vlíčovacích bodů. Všeobecně je obvyklá transformace s polynomem 3. stupně.

Potřebujete tedy *location* xy s nezpracovanými družicovými daty a *location* Gauß-Krüger, do které musíte naimportovat referenční data (pokud ještě nejsou k dispozici), například topografickou mapu nebo data ATKIS. Nejdříve spusťte GRASS s *location* Gauß-Krüger a zadejte okrajové souřadnice podle požadovaného výřezu (*g.region* nebo *d.zoom*). Rovněž je třeba nastavit rozlišení, jelikož je pro transformaci směrodatné. Každá mapa může mít totiž v GRASSu vlastní rozlišení. U dat LANDSAT-TM nastavíme 25 m.

Opusťte GRASS (Gauß-Krüger) a vyvolejte jej znovu tentokrát s *location* xy. Postupuje se stejně jako v předchozím oddíle až na označení vlíčovacích bodů. Podle toho, zda jsou zdrojem rastrová data (např. topografická mapa) nebo vektorová mapa (data ATKIS) je spuštěn odpovídající modul pro určení vlíčovacích bodů.

V modulu *i.points* můžete v GRASS monitoru zobrazit data z obou *locations*, nezpracovaná data (*location* xy), vpravo naopak referenční mapu. Nejprve tedy načtete do levé části monitoru nezpracovanou mapu (např. LANDSAT kanál 4 nebo barevnou syntézu). Potom si vyberte v pravé polovině okna druhou rastrovou mapu: V menu klikněte na „PLOT RASTER“, potom do pravé poloviny okna a tam zobrazte vybranou mapu. Pokud chcete místo toho použít jako referenční data vektorovou mapu použijte místo *i.points* – *i.vpoints*.

V předchozím oddíle byly zadány souřadnice v systému Gauß-Krüger pomocí klávesnice. V tomto případě jsou souřadnice vlíčovacích bodů určeny pomocí přímo myši. V levé polovině okna (satelitní snímek) a v pravé polovině (referenční podklad - rastrová či vektorová mapa). Nejprve označte vlíčovací bod v satelitním snímku a poté odpovídající bod v referenční mapě. Velmi nápomocná je funkce „ZOOM“. Tímto způsobem lze určit geografické vztahy mezi nereferencovaným satelitním snímekem a georeferencovanými daty. Polohovou přesnost můžete zkontrolovat pomocí „ANALYSE“ (jak je výše popsáno). Střední kvadratická chyba („rms-error“) by neměla přesáhnout 1/2 rozlišení rastrových dat (např. 12.5 m).

Je zapotřebí kolem 15–20 vlíčovacích bodů, které by měli být v ideálním případě rozmístěny rovnoměrně po celé ploše výřezu. Neprovádí se žádná další korektura textovým editorem, jelikož jsou body označeny přesně (měly by). Při specifikaci vlíčovacích bodů v levé polovině okna se doporučuje použít jako podklad rastrový snímek v barvách šedi (např. `tm4.grey`) nebo barevnou syntézu. Následující transformace se provádí automaticky s celou datovou sadou, která je součástí dané skupiny. Vlícovací body tudíž platí pro všechny kanály.

Transformaci provedete pomocí

```
GRASS:~ > i.rectify
```

Přitom je třeba nejprve zvolit stupeň polynomu („order“), tedy hodnotu 3. Dále následuje dotaz, zda se má transformovat (1.) do „current region“ cílové *location* nebo (2.) do „minimum region“. Zde bezpodmínečně zvolte položku menu (1), totiž „current region“, který představuje předem definovaný výřez v *location* Gauß-Krüger.

Po ukončení transformace Vám modul zašle e-mail. Počítač můžete mezi tím paralelně zaměstnat jinými (méně výpočetně náročnými) úkoly.

Po použití modulu `i.vpoints` je vhodné „vyčistit“ GRASS monitor pomocí

```
GRASS:~ > d.frame -e
```

11.2 Zlepšení kontrastu družicových snímků

Pokud nedisponujete 24bitovou grafickou kartou, mohou se satelitní snímky v GRASSu zobrazit odlišně než v prohlížeči obrázků jako např. `xv`⁹. Tedy jako velmi kontrastně chudé. To spočívá v tom, že většina prohlížečů obrázků provádí roztažení barevné škály zcela automaticky, tím působí snímky kontrastně i při 256 barvách.

Na tomto místě je třeba rozlišit:

1. modifikaci tabulky barev
2. modifikaci hodnot rastrových buněk

Běžnějším případem je pouhá modifikace tabulky barev (resp. roztažení histogramu). Hodnoty buněk obrazových dat tak zůstávají nezměněné. Jednotlivé kanály pak lze použít např. jako (optický) pracovní základ a pomocný prostředek např. pro transformaci dat (tj. všech kanálů družicového snímku). Pro tento účel jsou vhodné především kanály LANDSAT `tm4` a `tm5`, které jsou poměrně kontrastní.

⁹Pozn.překl. Či `GQView`.

1. Tabulku barev zvolené rastrové mapy, resp. obrazových dat můžete změnit pomocí

```
GRASS:~ > r.colors
```

Tabulka barev je tak přímo modifikována, eventuálně nově sestavena.

2. `d.histogram` a `d.rast`

... `histogram` zobrazuje zastoupení hodnot ve spektru od 0 do 255.

Pokud má satelitní snímek vypadat později stejně jako před modifikací jeho tabulky barev, měla by se před použitím modulu manuálně zhotovit kopie původní tabulky barev.

```
$ cd $LOCATION/colr
```

```
$ cp <tabulka> <tabulka.org>
```

Tabulka barev má tentýž název jako příslušný rastrový soubor. Později tak můžete zpětně vyvolat zálohu originální tabulky barev (ta nová je jednoduše přepsána):

```
$ cd $LOCATION/colr
```

```
$ cp <tabulka.org> <tabulka>
```

Rastrová mapa poté působí vizuálně stejně jako před modifikací tabulky barev.

Druhým případem je přímá modifikace hodnot rastrových buněk, která může být vhodná ve speciálních případech. Pro tuto činnost můžete použít moduly `r.stats` a `r.mapcalc`¹⁰. V této souvislosti však nebude toto téma dále rozebíráno.

11.3 Klasifikace družicových snímků

Při multispektrální klasifikaci jsou shluky pixelů stejné nebo podobné hodnoty přiřazeny k jedné třídě. Takto vzniká tématické členění. Hodnoty pixelů obrazových dat jsou stanoveny odrazem záření od zemského povrchu závislém na půdě, vegetaci, atd. Při konstantním sklonu svahu a expozici odpovídají příbuzné hodnoty pixelů v jednom kanálu všeobecně podobným parametrům odraženého záření. Při znalosti zájmové oblasti projektu lze tyto třídy přiřadit např. konkrétnímu využití půdy, popř. pokryvnosti. Za určitých podmínek je možno odhadnout geologické podloží a stav podzemní vody. Problematické jsou ovšem nejrozmanitější klimatické vlivy, které ovlivňují odraz záření od povrchu Země.

Všechny hodnoty pixelů z jednotlivých kanálů satelitního snímku jsou současně zkoumány co do homogenity „seskupování“. Výsledkem je větší počet tříd, které jsou přibližně homogenní (příjetí Gaußova normálního rozdělení pro každou třídu, [Jacobs–98]). Třída odpovídá využití půdy, popř. dalším fenoménům (vodní, lesní plochy, atd.). Podle vegetačních tříd a okamžiku

¹⁰Pozn. překl: Přímou modifikaci hodnot dovoluje speciální modul `d.rast.edit`.

zachycení scény družicového snímku lze stanovit fenologii¹¹ rostlin a tím i aktuální pokryv. Pro tyto metody jsou problematické „smíšené pixely“, ve kterých jsou zachyceny různé objekty (u okrajů polí, městských ploch, atd.). Omezené rozlišení senzorů zachycuje v těchto pixelech více objektů. Tyto pixely potom mění celkovou statistiku scény. To vede částečně k posunu hranice tříd a tím k menšímu počtu zařazených tříd. Jediným řešením je často před samotnou klasifikací aplikace masky problematických ploch (především městských oblastí).

Klasifikace družicových snímků je možná třemi metodami: neřízenou, řízenou klasifikací a kombinací obou, částečně řízenou klasifikací. GRASS nabízí všechny tyto tři postupy, které budou v dalším textu blíže popsány. První dvě varianty jsou založeny na `i.maxlik` (klasifikátor „Maximum Likelihood“) a jde o **radiometrickou klasifikaci**. Třetí metoda je potom **radiometrická/geometrická klasifikace**, založená na `i.smap` (klasifikátor „Sequential Maximum a Posteriori“).

Radiometrická klasifikace („spectral pattern analysis“) využívá spektrální informační obsah uložený v obrazových kanálech. Vysvětlena je blíže v následujících odstavcích. U kombinované radiometrické/geometrické klasifikace („spatial pattern analysis“) je dodatečně zavedeno testování hodnot sousedních pixelů. Přednost spočívá v tom, že například u ploch stejného využití je brán zřetel na podobnost hodnot sousedících pixelů. Místní inhomogenity se potom neprojevují tak rušivě. Výsledky jsou obecně podstatně lepší než u běžné radiometrické klasifikace. Nejprve ve výkladu přistoupíme na čistě radiometrickou metodu.

11.3.1 Radiometrické klasifikace

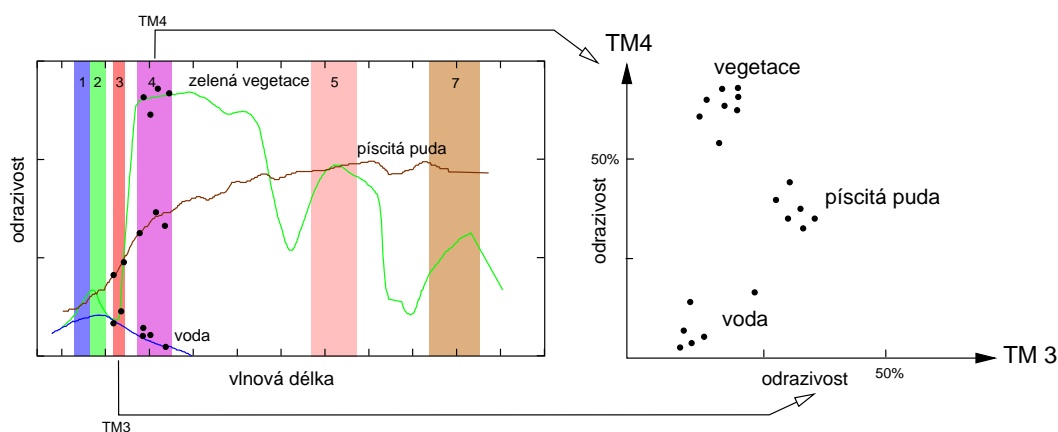
Neřízená klasifikace

Neřízená klasifikace („unsupervised classification“) představuje přiřazení rastrových pixelů k různým spektrálním třídám s automatizovaným postupem. Při zadání určitých parametrů se toto přiřazení provede zcela automaticky. V prvním kroku se zkoumá tvorba clusterů (seskupování hodnot zakládajících se na podobných statistických vlastnostech). Kolik je k dispozici podobných hodnot rastrových buněk (odpovídající barvám snímku) a kolik jich může být shrnuto k jedné hodnotě. Tento proces je analogický se sestavením legendy u mapy, kde se nejdříve zkoumá kolik má daná mapa vůbec signatur. Později, v druhém kroku, nastává přiřazení k prostorovým jednotkám. Iterativní clusterový algoritmus vypočte nejdříve střední hodnoty a kovarianční matici (modul `i.cluster`), provádí se tak vyhodnocení rozdělení četnosti rastrových hodnot v jednotlivých kanálech (dvou až více dimenzionálních). Výsledkem jsou ohraničené shluky bodů („mraky“), tedy ohraničení četnosti koncentrace (viz obr. 11.4). Každý „shluk“

¹¹Pozn.překl. Nauka o životních projevech živých organismů v souvislosti se změnami vnějšího prostředí, klimatu, ročního období apod.

charakterizuje určitou reflexi objektu a je sdružen jako třída (resp. cluster). Je v přímé souvislosti s reflexí objektů. Aby se mohlo provést vytvoření clusterů je zapotřebí nejméně dvou souborů obrazových dat. Po jednotlivých iteracích se mění střední hodnoty clusterů, protože po každé jsou jednotlivé pixely přiřazovány k nově tvořeným clusterům (algoritmus směřuje k dosažení maximální vzdálenosti mezi clustery).

Na základě takto získaných statistických hodnot nastává prostorové přiřazení jednotlivých pixelů (modul `i.maxlik`) na základě největší pravděpodobnosti jejich příslušnosti k dané třídě („Maximum Likelihood Diskriminant-Analyse“). Provádí se χ^2 test dvou satelitních obrazových kanálů v 2D (př. LANDSAT-TM) prahovými hodnotami až k dosažení požadované konvergence (stabilita přiřazení pixelů v jednotlivých iteračních krocích). Výsledkem je nový rastrový snímek, který je tématicky zjednodušen na základě vstupních obrazových kanálů (např. LANDSAT-TM kanály 1 až 7). Zahrnuty jsou pouze ty třídy zprostředkované přes `i.cluster`. Kromě toho vypočítá modul pro každý pixel stupeň konfidence, tedy pravděpodobnost se kterou byl tento pixel přiřazen k dané třídě. Tyto pravděpodobnosti jsou uloženy v další rastrové mapě („reject threshold map layer“), takzvané „zamítací mapě“. Vysoká pravděpodobnost přiřazení vede k vysoké hodnotě pixelu (odpovídá světlým hodnotám šedi). Chybně přiřazené pixely mají nízkou pravděpodobnost přiřazení a zobrazují se proto v tomto snímku jako tmavé. Ideální je tedy stejnoměrně světlý zamítací soubor (rastrová mapa). V dalších krocích mohou být např. chybně přiřazené pixely maskovány (modul `r.mask`) a poté odděleně zpracovány.



Obrázek 11.4: Rozdělení četnosti hodnot pixelů

Před klasifikací si můžete prohlédnout „shluky bodů“ skriptem

```
GRASS:~ > dcorrelate.sh kanal1 kanal2 [kanal3] [kanal4]
```

Přirozeně nejdříve spusťte GRASS monitor. Jako parametr můžete zadat dva až čtyři ka-

nály družicového snímku. Místa s rozdílnou charakteristikou pak budou prezentovány v různých barvách. Zobrazí se tedy základ, který se užívá pro „clustering“ proces.

Při neřízené klasifikaci postupujeme takto

- (a) Seskupíme sadu satelitních dat určených ke zpracování ve skupině snímků:

```
GRASS: ~ > i.group
```

1. Vytvoříme novou skupinu (uchovat názvy) a uvedeme všechny požadované kanály (označíme „x“).
 2. Stanovíme navíc podskupinu („subgroup“) – položku menu 5. Vybereme opět všechny kanály.
- (b) Poté následuje tvorba clusterů `i.cluster`: Je třeba uvést počet tříd, které mají být užity při clusterové analýze. Jde o počáteční hodnotu před prvním průběhem algoritmu („number of initial classes“, viz níže). Další parametry můžete ponechat. Jejich význam je následující (třída = cluster):

- *Minimum class size* (minimální velikost třídy): Minimální počet pixelů v jednom snímku potřebný k vytvoření třídy.
- *Class separation* (minimální dělení tříd): Vzdálenost mezi jednotlivými třídami při níž dojde během iteračním procesem ke spojení těchto tříd v jednu třídu. Čím je větší zadaná vzdálenost tím více tříd se spojí (běžné hodnoty jsou mezi 0.5 a 1.5). Při zvýšení této hodnoty je vhodné přenastavit „Maximum number of iterations“, tak aby mohlo být dosaženo hodnoty „Percent convergence“. Čím více je tříd spojeno, tím nižší je tato hodnota. Aby se tedy zvýšila konvergence je nutno více iterací.
- *Percent convergence* (procentuální konvergence): udává procento pixelů, které musí zůstat při jednotlivých iteracích stabilních. Potom nemění svůj příslušný cluster a tak může být celý proces ukončen.
- *Maximum number of iterations* (maximální počet iterací): Iterace se provádí s různými prahovými hodnotami, dokud χ^2 test nedosáhne přednastavené konvergence.
- *Sampling intervals* (shrnutí pixelů v řádcích a sloupcích): Pro zjednodušení výpočtu jsou pixely shrnuty do bloků. Pokud je výpočetní kapacita příliš nízká, zašle `i.cluster` na základě zvolených bloků, výstražný e-mail.

Jak konkrétně tedy postupujeme?

Modul `i.cluster` vyžaduje zadání následujících parametrů:

1. Vybereme skupinu a podskupinu („subgroup“).
2. Poté zadáme název souboru „result–signature“ (obsahuje vstupní informace pro `i.maxlik`): např. `tm89.result.sig`
3. V prvním průběhu lze „seed–signature“ přeskočit (při této volbě jsou zapracovány informace z předchozích průběhů nebo výchozí hodnoty při částečně řízené klasifikaci s `i.class`): `RETURN`.
4. Následuje název souboru „report–file“ (je později uložen v aktuálním adresáři a obsahuje statistické údaje pro vyhodnocení procesu): např. `tm89.report.txt`.
5. „Run in background?“, „no“.
6. Další formulář nám dovoluje specifikaci následujících parametrů: „Number of initial classes“: 20 (je třeba odhadnout – zda byla volba vhodná ukáže kontrola výsledků, např. při nedosažení konvergence). Ostatní parametry můžete ponechat. Dále pokračujeme `ESC`.

- (c) Po úspěšné clusterové analýze, eventuálně po změně parametrů, můžeme pokračovat aplikací statistického klasifikátoru „Maximum–Likelihood“:

```
GRASS:~ > i.maxlik
```

Na základě maximální pravděpodobnosti jsou určeny hodnoty pixelů podle příznaků (tříd) vytvořených při clusterové analýze:

1. Nejprve vybereme skupinu snímků.
2. *Result signature map*: Tento soubor je výsledkem clusterové analýzy. Obsahuje nalezené příznaky (název souboru koresponduje s (b.2)).
3. *Classified map layer*: Název nově vytvořeného souboru (klasifikovaný satelitní snímek), např. `landsat89.class`.
4. *Reject threshold map*: Tento rastrový soubor obsahuje „zamítací“ data, tedy lokalizovanou chybu, která vznikla při přidělení pixelu k vymezené třídě. Tmavé plochy, které se v rastrové mapě vyskytují, reprezentují pixely jenž nemohly být správně zařazeny. Popisuje tak do jisté míry kvalitu klasifikace. Čím rovnoměrnější a světlejší jsou hodnoty šedi (rastrovou mapu můžete později zobrazit pomocí `d.rast`), tím je nepatrnější chyba přiřazení.
Název souboru: např. `tm89.class.reject`

GRASS posléze neřízenou klasifikaci dokončí.

- (d) Grafickou prezentaci výsledků klasifikace můžete provést následovně:

1. Kontrola zamítací mapy:

např. `d.rast tm89.class.reject`

Jak již bylo uvedeno, čím vyšší je hodnota pixelu (světlejší odstín šedi), tím menší je chyba přiřazení. Pokud je výsledek kvalitativně špatný, musíte změnit počet tříd či jiné parametry a celý výpočet zopakovat (clusterovou analýzu a klasifikaci „Maximum Likelihood“).

2. Klasifikovaný satelitní snímek vizualizujeme `d.rast tm89.class`. Klasifikovaným plochám můžete nakonec manuálně přiřadit daný textový atribut (půdnímu pokryv či využití, atd.).

(e) Vhodné je upravit barevnou škálu (voda = modrá etc.), tj. přenastavit tabulku barev příkazem `d.colors`¹². Přehled vhodných barev se nachází v oddíle A.8.2. Na okraj, všechny definované barvy (dle X11 konsorcia) vypíše UNIXový příkaz: `showrgb`.

Řízená klasifikace

Řízená klasifikace („supervised classification“) je založena na použití definovaných trénovacích ploch (trénovací mapa). Jednotlivé třídy tak nevyplývají čistě ze statisticky zpracovaných obrazových dat, nýbrž z informací poskytnutých uživatelem. Trénovací plochy jsou v satelitním snímku ohraničeny a klasifikačním algoritmem (statistická analýza celkové scény) jsou vyhledány další plochy s podobnými vlastnostmi pixelů.

Při radiometrické klasifikaci jsou tak sestaveny histogramy pro jednotlivé kanály a dána možnost ovlivnit standardní odchylku pro přiřazení pixelů. Spektrální příznaky (třídy) jsou určeny z regionálních středních hodnot trénovacích ploch a příslušné kovarianční matice.

Trénovací plochy mohou být vektorizovány buď přímo v klasifikačním modulu `i.class` (první část) nebo je lze připravit externě (druhá část textu).

1. Při volbě **přímé vektorizace** trénovacích ploch postupujeme takto:

(a) Zahrneme snímky do jedné obrazové skupiny pomocí `i.group`:

1. Sestavíme odpovídající skupinu (zadat název) a začleníme všechny požadované kanály (označíme „x“).

2. Přes položku menu 5 určíme i podskupinu, také zde uvedeme všechny kanály.

(b) Vytvoříme vhodnou barevnou syntézu (např. ve skutečných barvách), která poslouží pro snadné označení trénovacích ploch, pomocí

```
GRASS:~ > i.composite
```

¹²Pozn. překl: Či alternativně použijte `r.colors`.

Přiřazení kanálu k základním barvám může vypadat takto (b = modrá, r = červená, g = zelená):

b = tm1

g = tm2

r = tm3

Barevná syntéza vznikne složením tří kanálů do jediného souboru a to přiřazením vstupních kanálů ke třem základním barvám. V dodatku jsou popsány další možnosti barevných syntéz závislé na specifickém účelu (viz oddíl A.8.3).

Jako „Number of color levels“ zadejte hodnotu 10. Menší počet „levels“ urychlí výpočetní dobu, barvy však potom nepůsobí realisticky. Barevná hloubka se určí na základě základních barev (R, G, B)

$$\text{barevná hloubka} = \text{level}^3 \quad (11.2)$$

Pro „level“ 6 dostaneme tedy 216 barev, „level“ 7 343 barev atd.

Poznámka: Pokud se při tvorbě barevné syntézy objeví hláška „WARNING: histogram. . .“, potom není kompaktní interní statistika vstupních dat. V tomto případě můžete modul `i.composite` ukončit `Ctrl + C` a vše napravit modulem `r.support`. Pro každý obrazový kanál („Edit header“: no, „update stats. . .“: yes, další dotazy: `RETURN`). Poté už bude `i.composite` pracovat bez dalšího upozornění.

- (c) Před klasifikací je vhodné maskovat zastavěné plochy a ulice například na základě dat ATKIS nebo vlastnoručně vektorizované mapy (`v.digit`). Tyto plochy totiž pokrývají velmi široké spektrum. Vyhnete se tak řadě případných problémů.

Maskování provedete následujícím způsobem:

Vektorová data je nejprve nutno převést do rastrového formátu (viz kap. 7.6). Přitom nastavte pro všechny relevantní vektorové elementy (ulice, zastavěné plochy) hodnotu 1, zbytek na hodnotu 0. Pokud jsou vektorová data rozdílně oštitkovány („labels“), je vhodné tyto změny provést na kopii mapy. Tak aby nebyla modifikována originální data. Modulem `r.mapcalc` jsou invertovány hodnoty nově vzniklé maskovací rastrové mapy družicových dat (číslo za čárkou definuje jaká hodnota bude pixelu přiřazena, příkaz je nutno zadat do jednoho řádku):

```
mapcalc > atkis.novy = if(atkis == 10, 0) + if(atkis == 20, 0)
                + if(atkis == 30, 0) + if(atkis == 40, 1)
```

Původní hodnoty štítků: ulice: 10, voda: 20 (linie), sídliště: 30, orná půda: 40 (polygony). Ve výsledku obsahuje rastrová mapa `atkis.novy` pouze liniové struktury a zastavěné plochy s hodnotou 0, zemědělské plochy mají hodnotu 1.

Satelitní data a vytvořené barevné syntézy touto mapu přenásobíme¹³:

```
mapcalc > komposit.novy = komposit.stary * atkis.novy
```

Takto jsou maskovány všechny ulice, vodní plochy a zastavěné oblasti a tudíž neovlivní výsledek klasifikace.

- (d) Po spuštění modulu pro klasifikaci zadáme následující parametry:

```
GRASS:~ > i.class
```

- *Result signature map*: Tento soubor obsahuje po výběru trénovacích ploch definice tříd. V případě, že zadáme název existujícího souboru (např. při přerušení práce) tak bude tento soubor přepsán. Vše je uloženo v čitelném textovém (ASCII) formátu v adresáři:

```
$LOCATION/group/<název_skupiny>/subgroup/<název_podskupiny>/sig/
```

- *Seed signature*: Umožňuje načtení již předem zpracovaných příznaků tříd.

Po spuštění modulu lze zobrazit dříve vytvořenou barevnou syntézu (např. ve skutečných barvách) jako „cell map to be displayed“. Při definování trénovací plochy (kde znáte její využití, popř. půdní pokryv) je nanejvýš vhodné využít funkce „ZOOM“. Vektorizaci začneme kliknutím na „DEFINE REGION“ a „DRAW REGION“. Modul pracuje na základě spektrálních příznaků právě platných trénovacích ploch. Velmi důležité je, nedefinovat žádné trénovací plochy vně rastrového snímku zobrazeném v GRASS monitoru, jinak může vzniknout potenciální nebezpečí pádu modulu. Aby mohlo být dosaženo dobrých výsledků, neměly by se při volbě např. trénovacích ploch (např. orné půdy), vektorizovat okraje ploch. Ty totiž často obsahují smíšené pixely (které např. zahrnují též okrajovou vegetaci). Nedoporučuje se také vybírat příliš malé trénovací plochy, protože tyto oblasti jsou v dalším výpočtu ze statistických důvodů ignorovány (`i.class` vypíše varování).

Po opuštění klasifikačního modulu jsou uloženy aktuálně zadané trénovací plochy (pro každou třídu tak lze zhotovit vlastní signaturu, modul `i.class` je nutno opustit po vektorizaci každé trénovací plochy!).

- (e) Následuje přiřazení k jednotlivým třídám:

```
GRASS:~ > i.maxlik
```

Na rozdíl od neřízené klasifikace (viz kap. 11.3.1) se využívají předem zvolené třídy,

¹³Pozn. překl: Masku lze nastavit i pomocí `r.mask`.

jako je „result signature map“. Zbývající parametry jsou stejné jako v předchozím oddílu.

2. Alternativní postup **externí vektorizace trénovacích ploch**: Vhodné v případě potřeby určit trénovací plochy na podkladě topografické mapy nebo jiných zdrojů (např. data z ARC/INFO; import).

Plochy („areas“) vektorizujeme modulem `v.digit` (viz kapitola 7). Poté převedeme vytvořenou vektorovou mapu (`v.to.rast`) do rastrového formátu. Přitom je velmi důležité, aby plochy získaly přidělenou kategorii („label“).

Alternativně můžete vektorizovat, resp. definovat trénovací plochy přímo pomocí `r.digit` (vhodná je podkladová rastrová mapa). Po spuštění modulu zadejte název budoucího souboru obsahující informace o plochách. V případě, že jsou tyto informace uloženy v externím formátu (např. ARC/INFO „ungenerate“), mohou být snadno importovány (viz dodatek A.4) a poté rasterizovány. Mapa s trénovacími plochami je vstupem pro `i.gensig`. Tento modul sestaví soubor příznaků na základě statisticky vyhodnocených ploch. Vlastní klasifikace je opět provedena pomocí `i.maxlik`. Modul `i.class` není tedy nasazen.

Částečně řízená klasifikace

Při částečně řízené klasifikaci v principu postupujeme obdobně jako u výše zmíněné neřízené klasifikace. Rozdíl spočívá v přihlídnutí k trénovacím plochám. Ty je nutno před aplikací `i.cluster` (viz neřízená klasifikace popsána v předchozím oddíle) sestavit pomocí `i.class` popř. `i.gensig` (v kombinaci s externí vektorizací). Poté spustíme modul `i.cluster` a jako „seed signature“ uvedeme výstup z `i.class` (tj. soubor „result signature“). Následující kroky už kopírují neřízenou klasifikaci.

11.3.2 Řízená geometrická klasifikace

GRASS nabízí ještě další řízenou klasifikační metodu. Použitý algoritmus této geometrické klasifikace je „SMAP – sequential maximum a Posteriori – estimation“. V tomto případě se neprovádí analýza, jak je popsána výše – pixelová, nýbrž maticově orientovaná. Tímto způsobem lze přihlížet k podobnostem sousedů ([Schowengerdt–97, str. 107], [Redslob–98, str. 123–127] a [Ripley–96, str. 167–168]). Tato kombinace tak vede v některých případech ke zřetelnému zlepšení výsledků klasifikace.

Postup při SMAP klasifikaci vypadá takto:

- (a) Zahrneme požadované kanály (`i.group`) do obrazové skupiny:

1. Vytvoříme novou skupinu (název) a zadáme všechny kanály (označit „x“).

2. Přes položku menu 5 nastavíme i podskupinu („subgroup“), také zde označíme všechny kanály.

(b) Následuje externí vektorizace trénovacích ploch (`v.digit` nebo `r.digit`), popř. import dat. Poté provedeme rasterizaci trénovací mapy pomocí `v.to.rast`. Podstatné je, že jsou později vykazovány pouze ty třídy, které mají trénovací plochy pokryté spektrální informací. Počet trénovacích ploch tak určuje množinu tříd. Zvolené trénovací plochy musí být dostatečně veliké, v opačném případě budou ignorovány.

(c) Vytvoříme soubor příznaků:

```
GRASS:~ > i.gensigset
```

Modul se nejprve dotazuje na mapu obsahující trénovací plochy, potom na skupinu („group“) a podskupinu („subgroup“) – `i.group`. Modulem sestavený „subgroup signature file“ odpovídá výše zmíněnému „result signature file“.

(d) A nakonec nasadíme klasifikátor:

```
GRASS:~ > i.smap
```

Znovu určíme skupinu („group“) a podskupinu („subgroup“) a poté i „subgroup signature file“. Následně na to je proveden výpočet.

Při dostačujícím počtu trénovacích ploch jsou výsledky tohoto algoritmu relativně lepší než u klasifikátoru „Maximum-Likelihood“. Srovnání naleznete v [McCauley–Engel–94].

11.3.3 Krátký přehled klasifikačních metod

Jak jste mohli zjistit, existují různé možnosti klasifikace multispektrálních dat. Na tomto místě si je ještě jednou shrneme:

	neřízená	radiometrická, řízená		radiometrická a geometrická, řízená
<i>Příprava</i>	<code>i.cluster</code>	<code>i.class</code> (monitor)	<code>i.gensig</code> (ATKIS etc.)	<code>i.gensigset</code>
<i>Výpočet</i>	<code>i.maxlik</code>	<code>i.maxlik</code>	<code>i.maxlik</code>	<code>i.smap</code>

Tabulka 11.1: Klasifikační metody v GRASSu

11.4 Transformace hlavních komponent

Satelitní data představují vícedimenzionální datovou sadu, která obsahuje jak vlastní odražený signál tak jisté poruchy. Jednou z často užívaných metod vyhodnocení satelitních dat je analýza

pomocí metody hlavních komponent (označovaná také jako *Principal Component Analysis* (PCA) nebo *Principal Component Transformation* (PCT)). V rámci přehledu si tuto metodu dále rozebereme.

Metoda hlavních komponent je algebraickou metodou založenou na variační analýze dat, při které je definována variance každé proměnné (datová matice obrazového kanálu) zprostředkovanými hlavními komponentami [Bahrenberg–92, str. 207]. Cílem PCA je výpočet stochasticky nezávislých faktorů. Pak lze transformovat datovou matici jako lineární kombinaci těchto faktorů do nové datové matice při obdržení celkové variance [Schowengerdt–97, str. 191]. Tyto hlavní komponenty představují obrazové kanály, které na rozdíl od původních dat nevykazují žádnou vzájemnou lineární závislost. Tvoří tak nový spektrální souřadnicový systém.

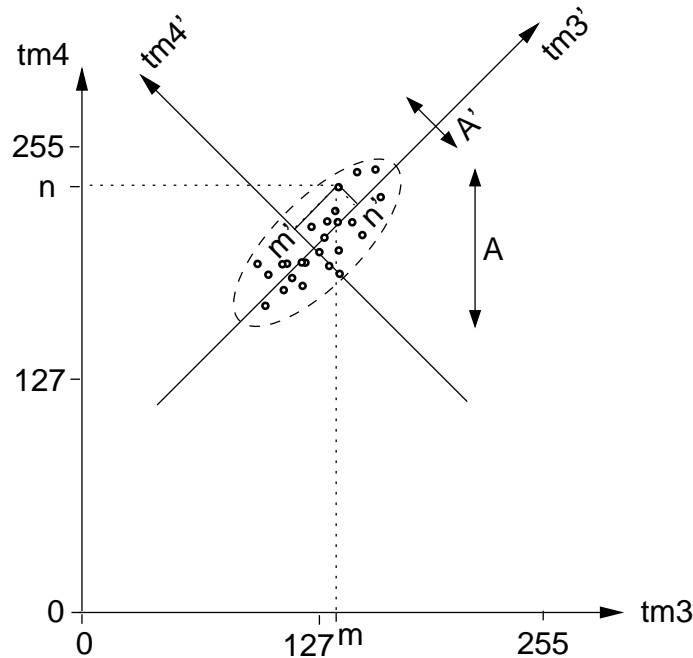
První hlavní komponenta přitom popisuje větší část celkové variance. Druhá hlavní komponenta znázorňuje část variance, která není popsána první hlavní komponentou (obě komponenty jsou vzájemně ortogonální) atd. Celkem je tedy při vícekanálové sadě obrazových dat vytvořeno aplikací PCA maximálně tolik nových kanálů jako je počet vstupních. Největší popsaná variance se ovšem nachází v prvních kanálech. Nejmenší naopak v posledním kanálu (např. nekorelovaný obrazový šum). Pro redukci větší části variancí postačuje jako vstupních proměnných často méně hlavních komponent. Tato metoda se obvykle využívá pro redukování satelitní obrazové scény na méně kanálů bez relevantních informačních ztrát a lze tak ušetřit místo na disku. Na obr. 11.5 je zobrazena redukce pro dva obrazové kanály.

Tak může být například redukována scéna satelitního snímku LANDSAT na tři hlavní kanály. Potom je umožněno zobrazení RGB syntézy (`d.rgb`) či barevné syntézy (`i.composite`). První hlavní komponenta obsahuje váženou sumu vstupních kanálů a zobrazuje střední rozdíly v odrazivosti. Druhá hlavní komponenta nese podstatné spektrální rozdíly, třetí potom drobné spektrální rozdíly (podle [Bähr–Vögtle–91]).

Metoda hlavních komponent je založena na výpočtu stupně korelace. Pokud pojmem vstupní data vektorově, tak se při výpočtu hledají nové vektory, které jsou co možná nejvíce korelovány s originálními vektory. Obrázek 11.6 zobrazuje v levé polovině standardizovanou vektorovou sadu (stejně hodnoty) a odpovídající vektory hlavních komponent. Tato vektorová data odpovídají v souřadnicovém zobrazení (vpravo na obr. 11.6) bodovým datům v souřadnicovém systému originálních dat. Pravá část obrázku dodatečně popisuje polohu nového souřadnicového systému hlavních komponent.

Tyto PCA vektory naplňují datovou matici, která rozšiřuje příznakový prostor PCA. Přičemž souřadnicový systém PCA je natočen oproti souřadnicovému systému originálních vstupních dat zcela obecně. Koeficienty korelace mezi hlavními komponentami a proměnnými (vstupní data) jsou označovány jako „Komponentladungen“. Suma středních „Komponentladungen“ ukazuje na vlastní hodnotu hlavní komponenty [Bahrenberg–92, str. 218]. Délka vektoru vychází

ze základu vlastních hodnot [Überla-68, str. 98]. Jednotlivé „Komponentladungen“ udávají, jaký podíl variancí právě platných proměnných připadá na hlavní komponentu. Pro zprostředkování celkové variance popisující hlavní komponentu je nutno vlastní hodnotu dělit počtem „Komponentladungen“.

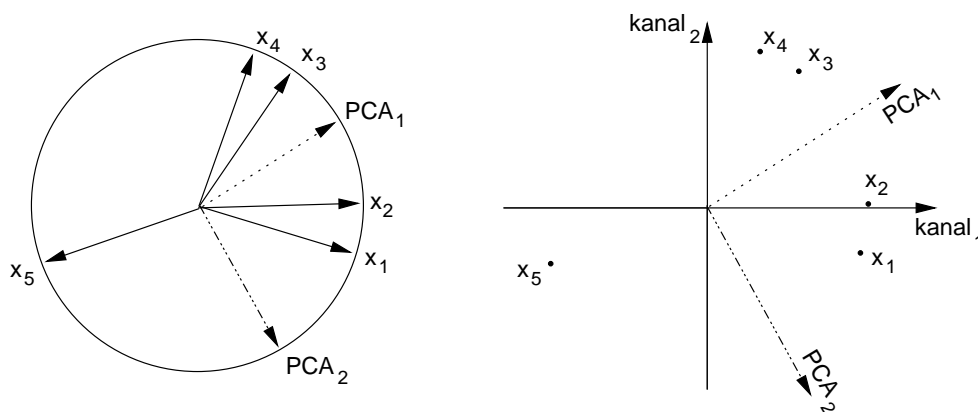


Obrázek 11.5: Metoda hlavních komponent vedoucí k redukci dat příznakového prostoru dvou kanálů satelitního snímku, amplituda A se redukuje na A'

Po aplikaci transformačního modulu je k dispozici pro další analýzu matice „Komponentladungen“ [koeficienty korelace, vlastní vektory] (podobně je tomu i v GRASSu po nasazení modulu `i.pca`). Výše uvedené „Ladungen“ jsou vypisovány po sloupcích.

Přednost metody hlavních komponent při vyhodnocení družicových dat vyplývá z vlastností použité transformace. Data jsou totiž nově seříděna na základě jejich variance. Počet výsledných kanálů je identický s počtem vstupních kanálů – v případě dat LANDSAT je tedy vytvořeno 6 kanálů PCA. První obrazový kanál zobrazuje největší podíl objasněné variance, nejmenší podíl je naopak v posledním kanálu. V prvních čtyřech až pěti kanálech se tedy nacházejí podstatné obrazové informace, poslední je naproti tomu naplněn hlavně nekorelovaným obrazovým šumem [Schowengerdt-97, str. 191].

Metoda hlavních komponent je závislá na charakteru dat. Tedy na rázu krajiny, vegetačním půdním pokryvu, ročním období, zvoleném výřezu, atd. Lze tak dosáhnout velmi rozdílných výsledků. Žádnou roli přitom nehraje překryt některých spektrálních intervalů (v případě LANDSAT-TM se nepatrně překrývají spektrální intervaly kanálů 1–3). Podobně je tomu



Obrázek 11.6: Zobrazení bodových dat jako standardizovaných datových vektorů x_1 až x_5 s prvními dvěma přidruženými ortogonálními komponentami – vektory PCA_1 a PCA_2 v polárním zobrazení (vlevo) a bodová data v kartézském souřadnicovém systému (vpravo). Levá část pozměněna dle [Bahrenberg–92, str. 215].

u korelace materiálu (stejné spektrální chování při odrazivosti materiálů v různých kanálech, viz [Schowengerdt–97, str. 187]). Například oblast na družicovém snímku, která je pokryta vegetací zcela homogenně – zde dochází k podobnému spektrálnímu chování a tudíž k prostorové korelaci mezi obrazovými body.

Transformaci hlavních komponent provedeme aplikací modulu

```
GRASS:~ > i.pca
```

Nejprve uvedeme kanály družicového snímku určené k transformaci (nejméně dva; pokud si přejete ukončit jejich zadání pokračujte `RETURN`). Poté zadáme prefix názvu pro výsledná transformovaná obrazová data PCA a volbu roztažení histogramu (standardně 256 barev). Výsledné snímky se tedy vytvoří na základě vstupních dat. Jejich počet odpovídá počtu zadaných kanálů. Zobrazíte-li všechny výsledné snímky vedle sebe, snadno rozpoznáte klesající informační obsah se vzrůstajícím pořadovým číslem kanálu PCA.

Další metodou je „kanonická transformace komponent“ s odpovídajícím modulem `i.cca`. V tomto případě se usiluje o maximální separaci mezi jednotlivými kanály.

11.5 Zlepšení rozlišení družicových snímků

Rozlišení snímků LANDSAT-TM můžete numericky zvýšit pomocí transformace jednotlivých modelů barev. Využijeme tak vyšší rozlišení panchromatických snímků SPOTu („Image fusion“).

Barevné informace pocházejí z kanálů **tm7**, **tm4** a **tm3**, geometrické rozlišení z panchromatického kanálu SPOTu (viz obr. 11.5). Po transformaci máme k dispozici tři kanály, které posléze složíme do jednoho rastrového souboru – barevné syntézy.

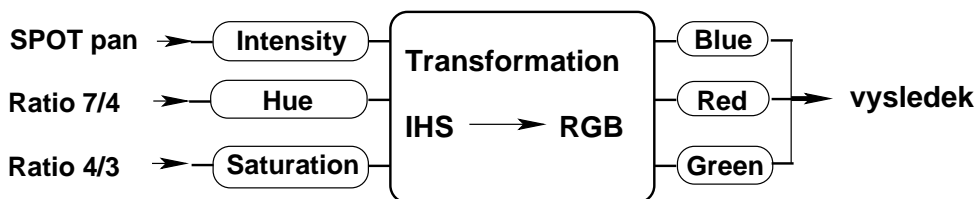
V GRASSu postupujeme následovně (metoda dle [Bähr–Vögtle–91]):

- (a) Družicové snímky je potřeba, jak je v předchozích kapitolách popsáno, podle požadavků importovat, popř. georeferencovat. Pro náš účel budou postačovat kanály LANDSATu **tm1** až **tm7** a panchromatický kanál SPOTu.
- (b) Před transformací modelu barev je nutno vytvořit podíl obrazů (ze dvou kanálů; viz oddíl A.8.3):

Pro vytvoření podílu **tm7/tm4** uijeme modulu **r.mapcalc**:

```
GRASS:~ > r.mapcalc
```

```
mapcalc > ratio7.4 = 1.0 * tm7 / tm4
```



Obrázek 11.7: Numerické zvýšení geometrického rozlišení satelitních snímků

(Pokud používáte GRASS 4.x, přenásobte výraz hodnotou 100. Tento trik vám umožní pracovat s hodnotami s desetinnou čárkou.)

Jako druhý podíl se vypočte **tm4/tm3**:

```
mapcalc > ratio4.3 = 1.0 * tm4 / tm3
```

Nyní můžete již **r.mapcalc** opustit „exit“.

- (c) V souvislosti s tím se provede samotná transformace modelu barev:

```
GRASS:~ > i.his.rgb
```

Nejprve zadejte názvy vstupních kanálů pro transformaci:

1. hodnota „hue“: `ratio7.4`
2. hodnota „intensity“: `spot`
3. hodnota „saturation“: `ratio4.3`

A poté názvy tří výstupních kanálů:

4. červený kanál: `red.ihs`

5. zelený kanál: `green.ihs`

6. modrý kanál: `blue.ihs`

Ve výsledku budou k dispozici tři RGB kanály (červený, zelený, modrý).

(d) Pro zobrazení jednotlivých kanálů jako barevné syntézy použijeme modul

```
GRASS:~ > d.rgb
```

Udáme složku červené (zde `red.ihs`), zelené (`green.ihs`) a modré (`blue.ihs`).

(e) V porovnání s originálními kanály LANDSAT-TM by se mělo rozlišení zlepšit. Eventuálně lze přistoupit na změnu kontrastu (viz oddíl 11.2).

11.6 Fourierova transformace a inverzní Fourierova transformace

Fourierova transformace je velmi zajímavým nástrojem radiometrické (spektrální) analýzy (např. pro „vyčištění“ obrazu). Případné šumy obsažené v satelitních datech lze rozpoznat ve Fourierově spektru ve tvaru pruhů. Tyto pruhy je možné v transformovaném snímku maskovat a poté aplikovat inverzní Fourierovu transformaci. Tím se tyto poruchy minimalizují či zcela odstraní. Názorné příklady najdete v [Lillesand–Kiefer–94, Jensen–96].

Fourierovou transformací se snímek převede ze svého geometrického znázornění (prostorového souřadnicového systému) do komplexního znázornění složkových četností výskytu¹⁴. Tyto četnosti jsou uloženy ve dvou souborech, obsahující reálnou a imaginární část četností výskytu v transformovaného snímku (viz obr. 11.8). Obě tyto části lze uložit do jednoho rastrového souboru.

Interpretace transformovaného snímku může být někdy velmi komplikovaná. K teorii uvedené v [Jensen–96] existuje celá řada dokumentace. Pro interpretaci se zcela běžně používá reálná část spektra. Pro inverzní transformaci jsou ovšem zapotřebí obě dvě spektra.

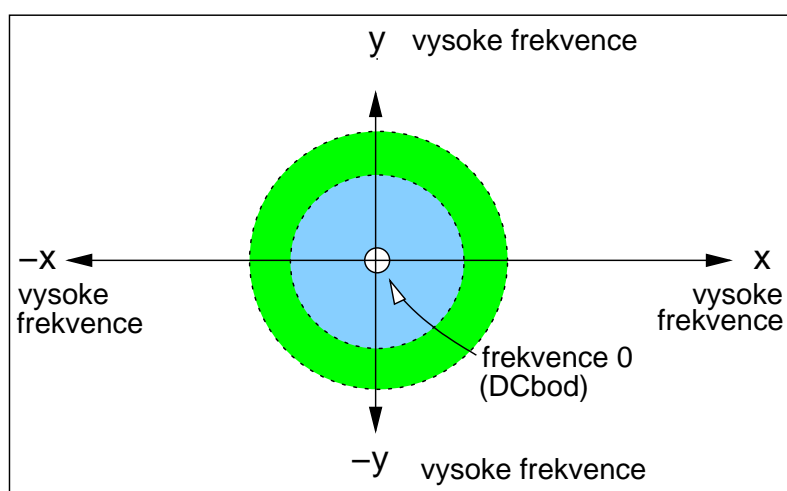
Četnosti jsou zobrazeny podél obou os. Nulový bod (*DC* bod = „direct current“) má četnost 0,0. Je souřadnicově umístěn v $(S/2 + 1, S/2 + 1)$, kde S odpovídá rozměru obrazových dat. Snímky musí být kvadratické a jejich velikost mocninou 2 (256×256, 512×512 etc.). GRASS snímky rozdělí automaticky, např. při rozměru rastrových dat 512×512 by ležel bod *DC* v $x = 257, y = 257$. Čím dále se vzdalujeme od *DC* bodu, tím jsou četnosti větší. Ty jsou kolem *DC* uspořádány symetricky. Z hlediska barevného zobrazení jas obrazového bodu udává četnost výskytu v originálních datech.

¹⁴Pozn.překl.: Tzv. frekvenčního souřadnicového systému.

11.6.1 Transformace a filtrování snímků

Při maskování obecně aplikujeme „binární maticový filtr“, to znamená – filtr reprezentovaný maticí o rozměru odpovídající snímku s hodnotami 0 a 1. Obě spektra jsou poté tímto filtrem přenásobena. Tam, kde jsou „jedničky“ zůstává informace zachována, při „nulách“ se ztrácí. Takto můžeme například snadno maskovat výše uvedené poruchové pruhy. Poté můžeme imaginární a reálnou část zpětně transformovat do „normálního“ snímku.

Tento binární maticový filtr sestavíme v GRASSu pomocí vektorizace. Zmíněné přenásobení následuje automaticky nastavením filtru jako masky, která je zohledněna při následující inverzní transformaci.



Obrázek 11.8: Rozdělení frekvencí ve Fourierově spektru

Poruchové pruhy tedy maskujeme. Pro zvýraznění obrazu existují následující standardní filtry (viz obr. 11.9, černá odpovídá hodnotě „1“, bílá hodnotě „0“):

- filtr s vysokou propustností (*high pass*): vyfiltrování nízkých frekvencí
- filtr s nízkou propustností (*low pass*): vyfiltrování vysokých frekvencí
- *band pass* filtr: vyfiltrování nízkých a vysokých frekvencí při propuštění středních frekvencí
- *cut pass* filtr: vyfiltrování středních frekvencí při propuštění nízkých a vysokých frekvencí

Konkrétně to znamená:

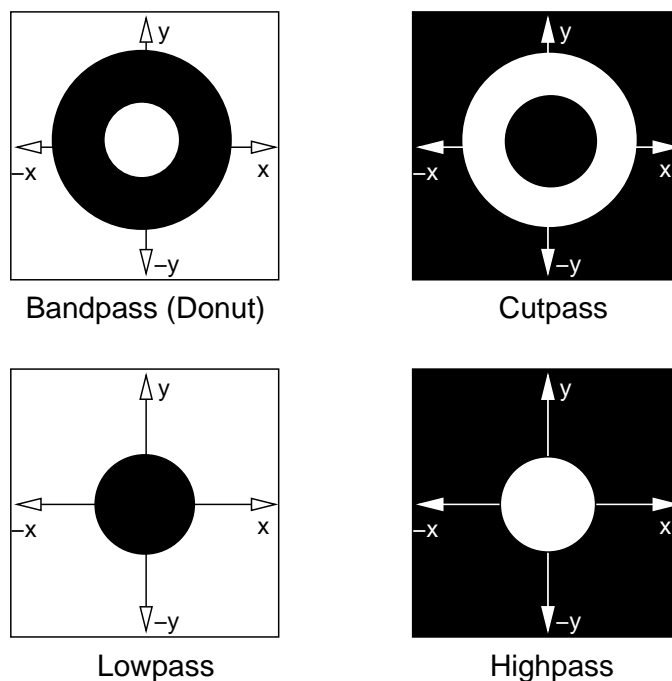
- filtr s vysokou propustností: zvýraznění hran
- filtr s nízkou propustností: zdůraznění ploch

- *band pass, cut pass* filtr: zesílení / zeslabení liniových prvků

Pro odstranění případných poruch tedy vektorizujeme plochy podélného tvaru. Je-li účelem zvýraznění obrazu musí být naopak kruhové (tak aby bylo dosaženo požadovaných frekvencí).

Nejprve vytvoříme transformovaný snímek:

```
GRASS:~ > i.fft
```



Obrázek 11.9: Standardní filtry pro zvýraznění obrazu při Fourierově transformaci

Jako první parametr zadáme název vstupního snímku, další název souboru reálné části spektra následovaný názvem imaginární části spektra. Vznikají tedy dva nové snímky. Reálnou část lze po výpočtu zobrazit pomocí

```
GRASS:~ > d.rast
```

Poruchy by měly být ve výstupních obrazových datech rozpoznatelné v podobě pruhů. Často jsou však velmi těžko identifikovatelné. Může se tedy velmi snadno vyskytnout problém, kdy je plocha snímku maskována nesprávně. Příklad, ve kterém jsou označena maskovaná místa, je vidět na obr. 11.10. Vybrány jsou pouze snadno identifikovatelné poruchy.

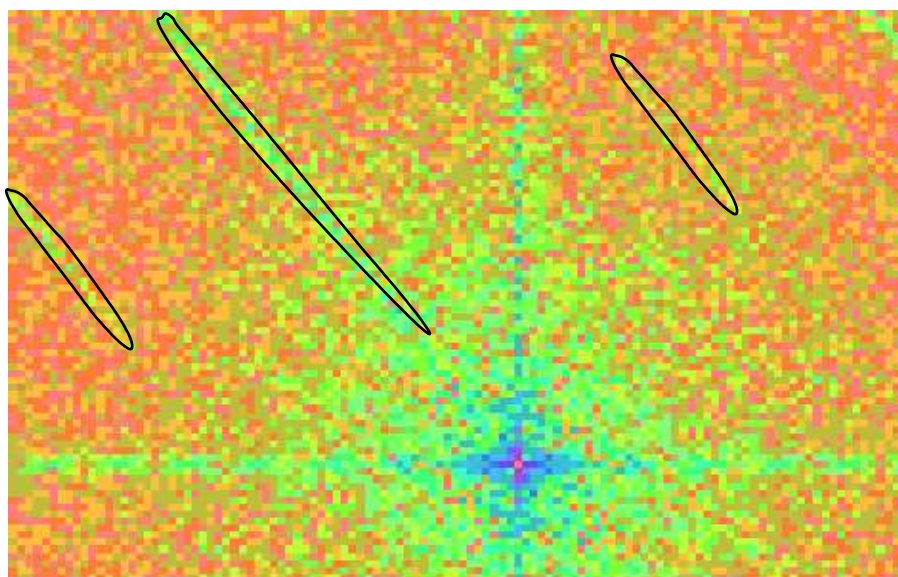
Po zobrazení reálné části můžeme začít s tvorbou filtru. K tomu použijeme modul¹⁵

```
GRASS:~ > r.digit
```

¹⁵Pozn. překl.: Na tomto místě je pravděpodobně vhodnější použít modul `v.digit`, který obsahuje řadu potřebných funkcí – např. „zoom“. Vzniklou vektorovou mapu poté rasterizujeme.

Filtr získá správný rozměr pouze pokud je aktivní region nastaven podle transformovaného obrazu.

Modul nám umožňuje vektorizovat s přímým výstupem do rastrovém formátu. V případě plochy zvolíme „A“ – „area“. Po uzavření plochy (pravé tlačítko myši) zadáme „category number“: zde tedy 0 nebo 1. Při „nule“ se plocha eliminuje, při „jedničce“ naopak obsah plochy vstupuje do pozdějšího výpočtu inverzní transformace (filtrem se totiž interně vynásobí reálná a imaginární část). Následuje dotaz na popisek („label“). Je celkem smysluplné napsat „jedna“, popřípadě „nula“. To abychom měli v budoucnu jistotu (např. při dotazování pomocí `d.what.rast`). Při opuštění modulu musíme zadat název výstupní rastrové mapy. Modul `r.digit` navíc dovoluje vektorizovat kruhy, linie a body (nekonečně krátké linie).



Obrázek 11.10: Reálná část spektra transformovaného satelitního snímku s označenými poruchami

Aby bylo možno vytvořit komplexnější filtry (například filtr s vysokou propustností) je často jednodušší pracovat obráceně. To znamená vektorizované plochy opatřit hodnotou 1. V souvislosti s tím vyvolat modul

```
GRASS:~ > r.mapcalc
```

a vytvořit inverzní filtr

```
mapcalc > dummy=filtr - 1
```

```
mapcalc > inverzni.filtr = dummy * (-1)
```

Mapu `dummy` můžete posléze smazat (`g.remove`).

Před samotnou inverzní transformací je třeba nastavit vytvořený filtr jako masku. K tomu použijeme modul¹⁶

```
GRASS:~ > r.mask
```

volba 2 – název filtru. V následujícím dialogu můžete využít alternativního postupu a stanovené hodnoty ploch (0 nebo 1) obrátit. Po nastavení této masky můžete provést inverzní Fourierovu transformaci.

11.6.2 Inverzní Fourierova transformace

Inverzní transformace je reprezentována modulem

```
GRASS:~ > i.ifft
```

Jako první zadejte název souboru s reálnou částí a poté i název souboru obsahující imaginární část spektra. Jako poslední název výstupního rastrového souboru.

Důležité je poté **masku**, která má stále platnost, **odstranit**. Pomocí

```
GRASS:~ > r.mask
```

a volby 1 masku odstraníte¹⁷ (původní filtr můžete v budoucnu opět použít). Po transformaci výsledný snímek zobrazíme na monitoru.

Toto téma je velmi komplexní. Uvedeme tedy odkaz na příslušnou dokumentaci zejména s ohledem na teoretický podklad (např. [Schowengerdt-97]).

11.7 Maticové filtry

Metoda filtrace obrazu je založena na „pohyblivém maticovém oknu“. Okno („moving window“) o určité velikosti se pohybuje ve směru horizontálním (tedy po řádcích). Do kalkulace jsou zahrnuty všechny rastrové buňky zachycených v tomto okně. Podkladem je modul `r.mapcalc`. Příklady využití filtrace obrazu:

- filtry s vysokou a nízkou propustností (zvýraznění, zmírnění rozostření obrazu)
- detekce hran – směrové a gradientové filtry („edge detection“)
- průměrná hodnota („averaging“)
- příprava pro binarizaci snímku

¹⁶Pozn. překl.: Nebo jednoduše vytvoříme kopii s unikátním jménem MASK:
`g.copy rast=inverzni.filtr,MASK`

¹⁷Pozn. překl.: Či přímočařeji: `g.remove rast=MASK`

Definovat filtr můžete celkem dvěma různými způsoby – aplikovat modul `r.mapcalc` nebo `r.mfilter`. Nasazení `r.mapcalc` je pracné, matici je nutno definovat pomocí relativních souřadnic: například levý horní roh v matici 3×3 je $[-1, 1]$, pravé střední pole $[0, 1]$. Více informací naleznete v tutoriálu „`r.mapcalc-analysis`“.

Druhou, jednodušší cestou je využití `r.mfilter` s definicí matice uloženou v textovém souboru. Stačí zadat název vstupního a výstupního rastrového souboru a cestu k definičnímu souboru filtru.

Příklad pro filtr prostého průměrování 7×7 , který ve svém výsledku potlačuje ostré přechody:

```
TITLE      7x7  Lowpass
MATRIX     7
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1
DIVISOR    49
TYPE S
```

Střední hodnota zůstává zachována, pokud suma filtrovaných hodnot odpovídá počtu řádků \times sloupců.

Filtry lze rozdělit na *sekvenční* a *paralelní*. U sekvenčních filtrů (TYPE S) se při výpočtu hodnoty střední buňky okna používají pozměněné hodnoty sousedních buněk. Naopak při aplikaci paralelního filtru (TYPE P) jsou pro výpočet použity pouze hodnoty buněk originálních dat. Jako paralelní je např. třeba nastavit směrové filtry. Bližší informace najdete v dokumentaci k modulu `r.mfilter`.

Ve výše uvedeném příkladu je každá buňka v „moving window“ vynásobena 1, všechny hodnoty posléze sečteny a děleny 49 (suma $7 \cdot 7 \cdot 1$).

Filtr s vysokou propustností, který lze využít pro zaostření snímku, můžeme definovat následujícím způsobem

```
TITLE      5x5  Highpass
MATRIX     5
-1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 24 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1
DIVISOR    25
TYPE S
```

V tomto příkladě má střední buňka okna váhu 24, ostatní buňky mají váhu -1. Suma prvků matice je nakonec vydělena 25 a takto vypočítaná hodnota uložena do nového souboru.

Nejprve tedy vytvoříme textový soubor obsahující definici filtru a ten potom aplikujeme modulem

```
GRASS:~ > r.mfilter
```

Zadáme název vstupního a výstupního souboru a cestu k textovému souboru s filtrem. Ten by měl být umístěn v aktuálním adresáři. Zbývající parametry můžeme přeskočit. Tento postup má však oproti `r.mapcalc` jednu limitaci. V definici filtru se mohou objevit pouze celá čísla. Pokud chcete využít racionální čísla nebo trigonometrické funkce zvolte raději `r.mapcalc`. Tento modul je také vhodný pro rychlou binarizaci dat (podmínka *if*).

Nastavit tabulku barev opět na stupně šedi můžete pomocí `r.colors`. Na okraj dodejme, že definiční soubor může obsahovat hned několik filtrů, které jsou při výpočtu použity sekvenčně.

12 Vytváření ortofotomapy z leteckých snímků

V posledních letech prodělává dálkový průzkum Země dynamický vývoj. I přesto nelze říci, že by tato metoda zcela nahradila konvenční letecké snímky. Obě technologie existují vedle sebe a slouží k různým úkolům.

Letecké snímky je možné vyhodnocovat částečně automaticky a to díky digitálnímu zpracování v GISech. GRASS tak může dokonce nahradit i velmi drahé fotogrammetrické přístroje, sloužící pro produkci ortofotomap.

12.1 Základy

Letecké snímky bývají používány k různým účelům, vedle vytváření tematických map mohou sloužit ve velkém měřítku pro určování ploch a vzdáleností (ve srovnání k metodám založených na satelitních datech). Další možnosti spočívají v aktualizaci mapových děl, mapování biotopů, zprostředkování zásakových oblastí pro dešťovou vodu a další projekty. V této části si ukážeme, jak pomocí GRASSu vytvořit z analogového (diapozitivu) leteckého snímku digitální ortofotomapu. Věnovat se budeme především pravoúhlým¹ snímkům. Tuto metodu lze ovšem úspěšně modifikovat a aplikovat i na snímky získané v jiném úhlu pohledu (např. z letecké archeologie).

Předpokládejme, že se letadlo pohybuje ideálně k fotografovanému území, fotogrammetrická komora tedy míří k povrchu Země pod nulovým pohledovým úhlem. Osa vedoucí středem objektivu se nazývá optickou osou (*optical axis, plumb line*). O normálním případě (pravoúhlý snímek) hovoříme až do odchylky 3° v každém směru [Löffler–94], v opačném případě jde o skloněný případ.

Nadir (*nadir, plumb point*) je bod na zemském povrchu, který se nachází na optické ose komory, tj. průsečík optické osy se zemským povrchem. V ideálním případě je odchylka od této osy nulová, nadir se potom nachází ve středu snímku. Letecký snímek je ve středovém promítání, i v případě že je letadlo mírně nakloněno.

Letecký snímek má oproti mapě (ortogonální projekce) několik odlišností: Díky středovému

¹Pozn. překl.: Tj. úhel pohledu je nulový.

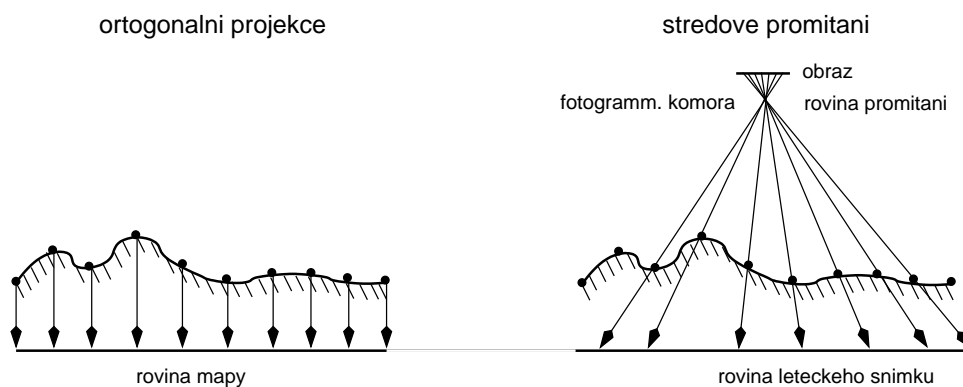
promítání není snímek zkreslený pouze ve svém středu, směrem k okrajům dochází ke stále většímu zkreslení [Hildebrandt–96]. Tato odchylka se zvětšuje s členitostí terénu (viz. obr. ??) a stoupáním letadla.

Střední měřítko snímku m_b (převrácená hodnota měřítkového čísla M) lze vyjádřit následujícím způsobem:

$$M = \frac{h_g}{c_k} \quad (12.1)$$

$$m_b = \frac{1}{M} \quad (12.2)$$

kde h_g [m] je výška nad zemí, závislá na reliéfu: Letová výška udávaná v metrech nad mořem se musí redukovat o nadmořskou výšku terénu. Konstanta komory c_k [mm] (identická s ohniskovou vzdáleností f) se dosazuje do vzorce také v metrech. M je pak měřítkové číslo snímku. Měřítko snímku m_b dostaneme jako převrácenou hodnotu M , viz. 12.2. Body nacházející se na snímku ve vyšších polohách jsou zobrazeny ve větším měřítku, než body v nižších polohách, např. v údolích [Hildebrandt–96]. Kromě toho je snímek díky středovému promítání zkreslen i horizontálně. Takto lze tedy určit střední měřítko v závislosti na typu reliéfu.



Obrázek 12.1: Obraz terénu na rovině mapy a leteckého snímku (podle [Albertz–91, str. 66], lehce pozměněno)

Je-li povrch zájmového území „hladký“, může být nezkraslený obraz přímo použit pro měření vzdáleností a ploch. Zkreslení je potom minimální a může být zanedbáno. Zda-li se jedná o tento případ lze zjistit ze vztahu výškových rozdílů na snímku k jeho měřítku SCHNEIDER 1975, [Bierhals–88]. Výškové rozdíly na snímku nesmějí být větší, než měřítko snímku dělené hodnotou 500.

$$\Delta h_{max} = \frac{M}{500}$$

Je-li například měřítko snímku 1 : 10 000, může být maximální rozdíl výšek 20 m ($10\,000/500 = 20$), tak aby mohlo být prováděno přímé měření ploch a vzdáleností. Pokud tomu tak není, je potřeba přistoupit k vytvoření ortofotomapy.

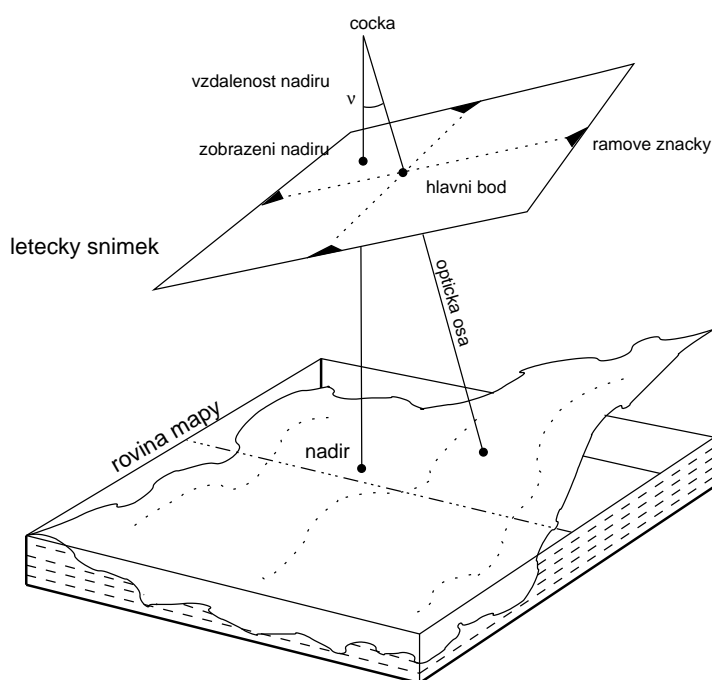
Pokud letadlo stoupá, je měřítko snímku v polovině náklonu k letadlu menší a v polovině směřující k povrchu větší. Nerovný terén pak vnáší další variace.

Již při lehkém stoupaní letadla není střed obrazu identický s nadirem. Střed snímku (hlavní bod, *point of symmetry, principal point*), získáme propojením jednotlivých rámových značek (*fiducial points, reseau marks*). Úhel mezi tížnicí a osou komory je označován jako vzdálenost nadiru (obr. 12.2). Nadir získáme spojením lícovacích linií ideálně pravoúhle stojících objektů na zemském povrchu.

Zakřivení Země je dalším faktorem, který ovlivňuje kvalitu leteckého snímku. Zde jej však můžeme na rozdíl od kosmických snímků zanedbat. Zmínit se také musíme o nerovnostech filmového materiálu, které mohou zavinit nepříjemné zkreslení.

Co tedy musí umět pořádný ortofoto modul?

- Vyrovnat případné naklonění letadla do horizontální roviny.
- Převést středové promítání na ortogonální a zároveň i přepočítat rozdíly v měřítku dané výškovými rozdíly.



Obrázek 12.2: Situace při leteckém snímkování (podle [Löffler-94, str. 89], pozměněno)

- Otočit snímek o 90° případně 270° na server, snímky jsou totiž většinou pořizovány při letech východ-západ a západ-východ (snímky jsou při stereoskopickém zpracování vedle sebe). Při přeletech server-jih se jedná samozřejmě o jiné hodnoty.

12.2 Od leteckého snímku k ortofotomapě

V GISu vám tedy nestačí pouze letecký snímek, ale také informace o reliéfu – soubor s geokordinovanými výškovými daty. Abychom mohli letecký snímek souřadnicově připojit, potřebujeme jako třetí „ingredienci“ topografický vztah, tedy mapu. Měřítko mapy by mělo vzhledem k leteckému snímku dostatečně veliké. Z mapy se budou totiž později odečítat referenční body, tak aby mohly být označeny v GRASS-monitoru. Snímek jako takový by měl obsahovat popisná data jako čas snímkování, výšku letu nad hladinou moře, stoupání a konstanta fotogrammetrické komory (konstanta komory). Střední měřítko zjistíme podle rovnice 12.2.

V principu musíme rozlišovat mezi pseudo-ortofotem a „pravým“-ortofotem. Pseudo-ortofoto se vytváří jednoduše, jelikož se u něj nekoriguje zkreslení budov. Křivost budov nebo jiných objektů se signifikantní výškou zůstanou nekorigovány. U pravých ortofotomap jsou budovy rozeznatelné pouze při pohledu ze shora a dále od středu snímku jsou zobrazeny především jejich pláště. K vytvoření pravých ortofoto snímků potřebujeme digitální model terénu s výškami budov, což může být provedeno např. přeletem s laserovým skenerem. Normálně máme ale k dispozici pouze digitální model terénu, neobsahující žádné výšky objektů. Proto se zpravidla (stále ještě) jedná o pseudo-ortofoto.

Nejdříve musíme v GISu specifikovat parametry použité kamery (měřické komory). Tato data bývají distribuována spolu se snímkem a nebo mohou být, pokud je kamera známá, vyčteny z literatury (např. [Hildebrandt–96]). Po zadání topografických referenčních bodů (*GCPs* – *ground coordinate points*) se v počítači provede transformace z xy-souřadnicového systému do některého ze zemských souřadnicových systémů (např. Gauß-Krüger²) – výsledkem je otočená a natažená ortofotomapa.

12.3 Provedení v GRASSu

Nejdříve je třeba letecký snímek zpracovat na skeneru umožňujícím skenování diapozitivů. To v případě, že je distribuován pouze v analogové formě. Diapozitivy je možné většinou skenovat až při použití speciálního nástavce.

Ze středního měřítka snímku (viz. vzorec 12.2) lze vypočítat, jaké rozlišení v dpi musí být na skeneru nastaveno, tak abychom dosáhli požadovaného geometrického rozlišení. Geometrické rozlišení R_g ve vztahu k měřítku získáme pomocí měřítkového čísla M a rozlišení skeneru R_s :

$$R_g[\text{cm}] = \frac{M}{R_s[\text{řádků/cm}]} \quad (12.3)$$

²Pozn. překl.: A nebo S-JTSK

Příklad:

Nechť měřítko naskenovaného leteckého snímku je 1 : 10 000. Měřítkové číslo M (dělitel) je tedy 10 000cm. Geometrické rozlišení leteckého snímku na půdě R_g (tj. rozměr rastrové buňky) je požadováno například 40cm. Požadované rozlišení skeneru R_s se dá vyjádřit ze vztahu 12.3:

$$\begin{aligned} R_s[\text{řádky/cm}] &= \frac{M}{R_g[\text{cm}]} \\ &= \frac{10000}{40\text{cm}} = 250 \frac{1}{\text{cm}} \end{aligned} \quad (12.4)$$

$$R_s[\text{dpi}] = \frac{M}{R_g[\text{cm}]} \cdot 2.54 \frac{\text{cm}}{\text{in}} = 250 \frac{1}{\text{cm}} \cdot 2.54 \frac{\text{cm}}{\text{in}} = 635\text{dpi} \quad (12.5)$$

V tomto příkladě tedy musíme nastavit při skenování rozlišení na 635dpi. Protože se počítalo se středním měřítkem snímku, dojde nepochybně k odchýlkám. Tyto vyrovnáme transformacemi a interpolací v ortofoto modulu GRASSu. Také myslete na to, že přesnost skenování např. 40cm rozhodně neznamená, že objekty této velikosti budou rozeznány. K identifikaci těchto objektů je potřeba dostatečné množství pixelů.

Při skenování musíme také rozhodnout, jestli budeme skenovat v 256 barvách (8bit) či ve větším barevném rozlišení. V úvahu je třeba vzít i požadavky na diskový prostor: Standardní letecký snímek o hraně 23cm zabere při skenování v rozlišení 1200dpi a 24bit barevné hloubce 300MB na jeden soubor. Po naskenování je vhodné přezkoušet programem na prohlížení obrázků (např. xv³), zda jsou rozeznatelné světlé značky uvnitř rámu. Ty jsou pro pozdější orientaci snímku vysoce důležité. Nastavte tak podle toho minimální rozlišení skeneru. V případě, že tyto body chybí, lze ještě pracovat s rohy snímku. Mimoto byste si měli opsat hodnoty pro výšku letu, konstantu kamery c a čas pořízení (rozeznatelné dobře pomocí „zoomu“).

12.3.1 Vytvoření *location* Gauß-Krüger

Nezpracovaný letecký snímek je nejprve transformován do *location* se souřadnicovým systémem. Tuto *location* je třeba předtím založit a poté do ní uložit mapu sloužící k souřadnicovému připojení leteckého snímku a digitální model terénu. V první fázi je tedy třeba tyto dvě mapy dostat do nové *location*. Jako rozlišení by měla být zvolena největší vyskytující se „přesnost“ (např. hodnota cílového geometrického rozlišení pro letecký snímek). Doporučujeme jako rozlišení (grid resolution) v této cílové *location* používat hodnotu větší než jedna. Pokud by totiž rozlišení bylo menší než jeden metr, musíte ho v GRASSu definovat v centimetrech. Více k zakládání *location* se dočtete v kapitole 4. Obecně se dá samozřejmě použít jakákoliv jiná projekce, než Gauß-Krüger.

³Pozn. překl.: Nebo např. GQiew

Po založení cílové *location* se importuje topografická mapa a digitální model terénu. Před importem musí být každé mapě v dané *location* nastaveno specifické rozlišení x (ve kterém je naskenována popřípadě digitalizována, např. v metrech). Je-li *location* definována v centimetrech, musí být samozřejmě přepočítáno. Rozlišení se před importem nastavuje:

```
GRASS:~ > g.region res=x
```

Následně lze pomocí `r.in.ascii`, `r.in.gif`, `r.in.tif`, `r.in.arctiff` (od GRASS 4.2.1) atd. mapu importovat. Po importu obsahuje mapa pouze rozložení pixelu jako souřadnice okrajů (s výjimkou importu pomocí `r.in.arctiff`). Proto musíme nakonec nechat proběhnout modul `r.support`, aby se korektně přiřadily okrajové souřadnice („Edit header:“ yes). Nyní lze naimportovanou mapu vizualizovat.

Výšková data se ukládají v ASCII souboru ve formátu zem. výška, šířka a hodnota výšky nad mořem. Mohou být naimportována modulem `s.in.ascii.dem` (GRASS 4.x) příp. `r.in.arc` nebo `s.in.ascii` (GRASS 5.0.x). Pokud souhlasí rozlišení výškových dat s rozlišením rastru v horizontálním směru, můžete výšková data přímo převést na rastrová modulem `s.to.rast`. Pokud je chcete interpolovat v jiném rozlišení, musíte jej nejdříve nastavit modulem `g.region` a následně vyinterpolovat model terénu (v rastrovém formátu) modulem `s.surf.idw` (GRASS 4.x) a nebo `s.surf.rst` (GRASS 5.0.x).

Před opuštěním *location* Gauß-Krüger je důležité nastavit cílové rozlišení požadované pro ortofoto. V našem příkladě je to 40cm. Kromě toho je vhodné v cílové *location* „nazoomovat“ na oblast, která má být použita pro transformační proces. Nastavení rozlišení provedete pomocí

```
GRASS:~ > g.region -d res=40
```

pro kontrolu lze nastavené hodnoty zobrazit

```
GRASS:~ > g.region -p
```

12.3.2 Založení *location* xy pro uložení leteckého snímku

Location xy bude obsahovat nezpracovaný letecký snímek. K jejímu vytvoření musíme znovu nastartovat GRASS. Jednotlivé letecké snímky lze naimportovat na jedno místo přes sebe do té samé *location*. *Location* xy má počátek v levém dolním rohu, severní a východní souřadnice jsou kladné. Rozlišení se nastavuje na 1 pixel pro oba dva směry.

Naskenované letecké snímky můžete importovat modulem `r.in.gif` (8bit), `r.in.tiff` (8/24bit) příp. `r.in.ppm` (24bit)⁴. *Location* nemusíte vůbec opouštět, právě z ní bude provedena i transformace.

⁴Pozn. překl.: Či „všemocným“ modulem `r.in.gdal`.

12.3.3 Vytvoření ortofota

Máme tedy k dispozici výškový model, topografickou mapu a naskenované letecké snímky ve dvou různých *locations*. Pro použití ortofoto modulu nejdříve nastartujte GRASS monitor (`d.mon`). Každý snímek se musí „přihlásit“ do skupiny snímků. K tomu vyvolejte modul `i.group` a založte novou skupinu. „Subgroup“ není potřeba.

Následně vyvolejte modul

```
GRASS:~ > i.ortho.photo
```

a zadejte jméno právě vytvořené skupiny. Poté se vám zjeví hlavní menu. Jednotlivé položky menu jsou zpracovány v daném pořadí. Práce s `i.ortho.photo` může být kdykoliv přerušena, všechna nastavení jsou totiž automaticky uložena.

1. Select/Modify imagery group

O tomto bodě již byla zmínka. Pokud je to nutné, můžete na tomto místě vybrat jinou skupinu snímků.

2. Select/Modify imagery group target

Také na zadání cíle transformace není nic nového: Vyberete *location/mapset*, dříve vytvořenou *location* Gauß-Krüger (nebo jakoukoliv vší *location* s danou projekcí). Tato položka menu odpovídá modulu `i.target` (viz. oddíl 11.1.2).

3. Select/Modify target elevation model

Zadejte název souboru s digitálním modelem terénu z cílové *location*.

4. Select/Modify imagery group camera

A nyní trochu fotogrammetrie – musíme definovat parametry použité komory. Pokud zatím neexistuje žádný soubor s těmito daty, zadejte nový název. Jako příklad použijeme kameru od firmy Zeiss, typ např. „rmk-top“, následně se objeví tato obrazovka:

```

Please provide the following information:
+-----+
Camera Name                               DBA SYSTEMS CAMERA_
Camera Identification                      -----
Calibrated Focal Length mm.               0-----
Point of Symmetry: X-coordinate mm.       0-----
Point of Symmetry: Y-coordinate mm.       0-----
Maximum number of fiducial or reseau marks 0-----
+-----+

```

Camera name nastavte např. na „Zeiss“ (případný text bude přepsán), *Camera Identification* potom na „RMK-TOP“. *Calibrated Focal Length* reprezentuje konstantu kamery, která by měla být poskytnuta spolu se snímkem (nebo ji lze vyčíst z příslušné literatury) (viz. strana 182). Kalibrovaná konstanta je specifická pro každý přístroj a udává ji výrobce. Typicky se používá hodnota 305,07 mm (zadávejte jako 305.07, po vzoru americké konvence). Jako souřadnice *Point of Symmetry* zadejte v obou případech 0, jedná se o počátek souřadnicového systému snímkových souřadnic. Pokud je v technické dokumentaci kamery uvedena nějaká odchylka (v milimetrech), zadejte ji také. Počet rámových značek (*Maximum number of fiducial or reseau marks*) se dá velmi snadno zjistit přímo ze snímku. Běžně se používají čtyři rámové značky umístěné uprostřed strany rámu.

Vyplněný formulář pak vypadá takto:

```

Please provide the following information:
+-----+
Camera Name                Zeiss _____
Camera Identification       RMK-TOP_____
Calibrated Focal Length mm. 305.07_____
Point of Symmetry: X-coordinate mm. 0_____
Point of Symmetry: Y-coordinate mm. 0_____
Maximum number of fiducial or reseau marks 4_____
+-----+

```

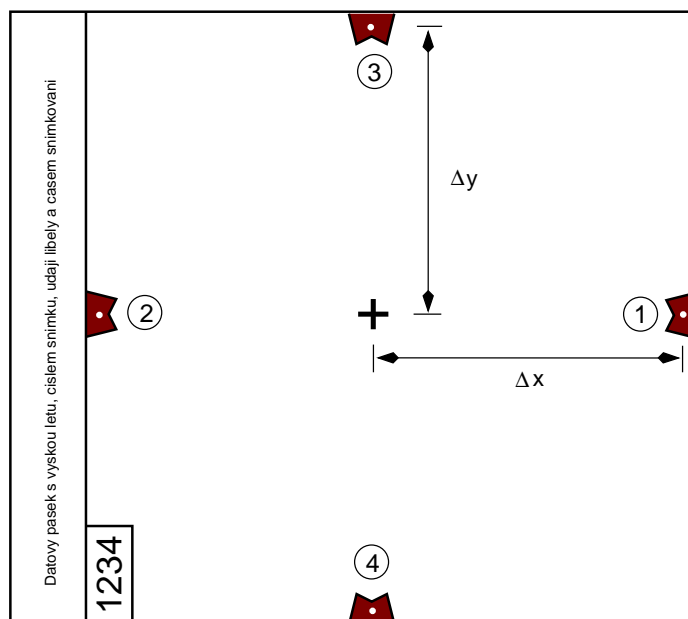
V dalším formuláři pak zadáme souřadnice rámových značek. Jako počátek se uvažuje *Point of Symmetry*, tedy střed snímku (příp. lehce posunutý střed dle parametrů dodaných výrobcem). Pořadí číslování je znázorněno na obrázku 12.3. V ideálním případě je rozměr snímku 23 cm×23 cm, značky se potom nacházejí 113 mm od středu snímku. Pokud tyto hodnoty nebyly dodány přímo výrobcem snadno si je zjistíme sami. Na obrázku 12.3 jsou znázorněny značky a odstup, který se má měřit. S ohledem na souřadnicový systém a jeho počátek vycházejí následující hodnoty (vše v milimetrech):

```

Please provide the following information:
+-----+
Fid#      Fid Id      Xf          Yf
1         1_____    113_____    0_____
2         2_____   -113_____    0_____
3         3_____     0_____    113_____
4         4_____     0_____   -113_____

Next: end__
+-----+

```



Obrázek 12.3: Rámové značky na leteckém snímku

Tímto jsou zachyceny všechny potřebné parametry fotogrammetrické kamery.

5. Compute image-to-photo transformation

Na tomto místě jsou spojeny snímkové souřadnice (v pixelech naskenovaného snímku v *GRASS-location*) se souřadnicemi leteckého snímku (analogové souřadnice v milimetrech).

Pokračujeme dále v GRASS monitoru ve volbě zpracovávaného (nedeformovaného) leteckého snímku. Parametry kamery se doplní automaticky. Ortofoto modul nyní očekává přiřazení rámových značek do tabulky k bodům na obrázku (digitalizace). Číslování těchto bodů tak může být v podstatě libovolné, musí se pouze správně přiřadit.

Funkcí „zoom“ si přiblížte značku č. 1 (pravý okraj obrázku), a označte střed – světlý bod. Pokud žádný světlý bod není vidět, bylo nastavené rozlišení při skenování příliš malé. V takovém případě musíte bohužel začít od začátku. Označte tedy bod na mapě a dvojklikem vyberte patřičný bod v tabulce. V textovém okně (xtermu) musíte tento bod, dává-li smysl, potvrdit klávesou **y** (yes). Bod se na monitoru zvýrazní zelenou barvou, a to za předpokladu, že je akceptován.

Tímto způsobem pak naložíte se všemi ostatními body. Položka v menu „Analyze“ Vám nakonec umožní spočítat tzv. RMS-error. Ta by se měla blížit nule, nanejvýš však může dosahovat hodnoty jedna. Nepřesně digitalizovaný bod lze pomocí dvojkliku myši na patřičném řádku v tabulce „Analyze“ deaktivovat a poté jej znovu, tentokrát korektně, digitalizovat.

Po úspěšném přiřazení okrajových souřadnic můžete pokračovat pomocí „Quit“ do hlavního

menu modulu `i.ortho.photo`.

6. Určení souřadnic nadiru

Pro správné geokoordinování leteckého snímku je důležité, znát přibližné souřadnice nadiru. Existují dvě možnosti:

1. Souřadnice se zprostředkují z **tištěné** topografické mapy (v systému Gauß-Krüger příp. v souřadnicovém systému cílové *location*).
2. Alternativně můžete použít položku menu č. 6 a zjistit souřadnice nadiru pomocí pravého tlačítka na **digitální** topografické mapě. Hlášku „*WARNING: No initial camera exposure station for group [xxx]*“ můžete ignorovat, protože vás zajímají pouze souřadnice. Po výběru zpracovávaného leteckého snímku si můžete pomocí „PLOT CELL“ a kliknutím do pravé poloviny monitoru nechat zobrazit topografickou mapu (tm). Při nazoomování tm a hledání přibližného středu obrazového souboru (průsečík spojnic okrajových bodů) vám pravděpodobně vystane menší nesnáz, obrázek je otočen o 90° . Nezapomeňte na to.

Souřadnice středu, které budeme považovat za souřadnice nadiru (platí pouze u pravoúhlých snímků), dostanete od modulu kliknutím pravým tlačítkem myši. Tyto souřadnice můžete např. pomocí funkce *copy-paste* vložit do okna terminálu a nebo je můžete prostě opsat. Pomocí „Quit“ pak opustíte modul.

Modul `i.ortho.photo` vykazuje velmi dobré výsledky, i v případě nepříliš precizního určení nadiru.

7. Compute image-to-photo transformation

Předtím, než použijete položku menu (6) pro digitalizaci vlíčovacích bodů, měli byste zadat parametry letu, tedy stoupání letadla a přibližné souřadnice nadiru.

Pozici kamery a souřadnice nadiru můžete zadat přes položku menu (7) (příklad):

- X: zeměpisná délka/East
- Y: zeměpisná šířka/North
- Z: výška letu nad hladinou moře (metadata leteckého snímku)

Další otázka se týká stoupání letadla. To je popsáno úhly Omega (roll), Phi (pitch) a Kappa (yaw). Podle [Hildebrandt–96] a [Schowengerdt–97] doplníme:

- Omega (roll): snížení příp. zvýšení polohy křídel (natočení kolem osy letadla)

- Phi (pitch): naklonění letadla ve směru letu (natočení kolem osy křídel)
- Kappa (yaw): potřebná rotace snímku, tak aby byl natočen k severu: pro natočení snímku k severu ve směru hodinových ručiček se zadává hodnota $+90^\circ$; proti směru hod. ručiček potom -90° .

Omega a Phi se dají určit pouze pomocí libely, proto zde nastavte hodnoty nula. Smysluplné hodnoty lze zjistit pouze u letů při kterých je zároveň měřena pozice pomocí GPS.

V dalším kroku se pokusíme urychlit výpočet, zadat přesnější hodnoty pro následující iterativní výpočet: Smysluplné hodnoty lze odvodit z RMS-error, v tomto příkladě bude pro X a Y nastavena hodnota 10 m.

Otázku *Use these values at run time?* ($1=yes$, $0=no$) zodpovíte 0, pocházejí-li vaše data z letů prováděných měření GPS, můžete nastavit 1 (dále se o této možnosti rozepisovat nebudeme).

```

Please provide the following information:
+-----+
Initial Camera Exposure X-coordinate Meters:      3556207_
Initial Camera Exposure Y-coordinate Meters:      5798907_
Initial Camera Exposure Z-coordinate Meters:      3100____
Initial Camera Omega (roll) degrees:              0_______
Initial Camera Phi (pitch) degrees:              0_______
Initial Camera Kappa (yaw) degrees:              90_______

Apriori standard deviation X-coordinate Meters:   10____
Apriori standard deviation Y-coordinate Meters:   10____
Apriori standard deviation Z-coordinate Meters:   10____
Apriori standard deviation Omega (roll) degrees:  0.01___
Apriori standard deviation Phi (pitch) degrees:   0.01___
Apriori standard deviation Kappa (yaw) degrees:   0.01___

Use these values at run time? (1=yes, 0=no)      0_
+-----+

```

Tímto jsme definovali pozici kamery a další iniciální parametry.

8. Compute ortho-rectification parameters

Po spojení nereferencovaného snímku v *location xy* (položka menu (5)), lze nastavit vlíčovací body. Tak abychom je mohli posléze referencovat. Použitelné výsledky dostaneme alespoň

s dvanácti vhodně rozmístěnými body ([Larson–Shapiro–Tweddale–91]). Příslušné výšky terénu, které jsou velmi důležité pro vytvoření ortofota, jsou automaticky převzaty z rastru obsahující výšková data.

Vyvolejte tedy položku menu (6) (nyní by se již nemělo objevit varování o chybějících informacích k pozici kamery) a v monitoru zvolte snímek, který se má zpracovat. Zobrazit topografickou mapu (tm) můžete přes „PLOT CELL“ a následným kliknutím na pravou polovinu monitoru. Podobně jako u `i.points` budete digitalizovat korespondující vlíčovací body pomocí funkce `zoom`. Pokud je takový bod označen na snímku i na tm, musíte jej nakonec potvrdit v okně terminálu. Na počátku vám asi bude činit potíže pootočení snímku o $\pm 90^\circ$ oproti tm, ale i na to se dá zvyknout.

Vzhledem ke generalizaci je velmi vhodné volit v topografické mapě body jako středy křížovatek, či středy samostatných objektů (např. značky stromu). U budov myslíte na to, že vidíte jak střechu, tak stěny – použít můžete, díky paralelní ose, pouze základy budov, nikdy posunutou střechu.

Pokud vytváříte „pravé“ ortofoto, neboť máte k dispozici digitální model s výškami budov, můžete ke geokódování použít i střechy budov.

V případě čtyř a více vlíčovacích bodů lze jejich přesnost zkontrolovat pomocí položky „Analyze“. V tabulce jsou uvedeny všechny vlíčovací body se svou střední polohovou chybou (RMS-error). Tato chyba se vyčísluje pro každý bod z aktuální rovnice transformace (závislé např. na kameře atd.). Hodnota je spočítaná pro cílové souřadnice a je uvedena v metrech nebo centimetrech podle nastavení v cílové *location*. Pokud má vlíčovací bod příliš velkou odchylku od teoretické hodnoty vypočtenou z transformační rovnice zvýrazní se v tabulce červenou barvou. Bod můžete deaktivovat pomocí dvojkliku v ANALYZE tabulce. Suma chyb RMS-error je akceptovatelná v závislosti na jednotkách cílové *location*, např. jeden metr, pokud má toto rozlišení i hrana buňky v cílové *location*.

Alternativně lze vlíčovacím bodům (např. metoda GPS) zadat i přesné souřadnice. Nejdříve musíte tento bod označit a nakonec v menu „input method“ zvolit místo „screen“ „keyboard“.

Volbou „Quit“ opustíte po digitalizování dostatečného počtu bodů (alespoň dvanáct) hlavní menu.

9. Ortho-rectify imagery files

Nakonec následuje deformace snímku. Zvolte položku menu (8). V další obrazovce zadejte jméno nového souboru vzniklého transformací snímku v cílové *location*. Pokud jste ve skupině snímků zvolili více souborů (položka menu (1)), obsahuje seznam přirozeně více souborů. Nastavené vlíčovací body jsou však platné pouze pro aktuálně zpracovávaný snímek, proto zadejte jméno pouze pro něj. Po zobrazení rovnice transformace („Computing equations...“) můžete pokračovat dále. Volbou „1. Use the current window in the target location“ se započne výpočet.

GRASS se po skončení výpočtu ohlásí e-mailem, výpočet běží na pozadí. Až do tohoto e-mailu můžete klidně GRASS opustit a opět jej vyvolat až později nebo v něm dále pracovat.

Typický výpočetní čas na PC s GNU/Linuxem 200 MHz/64 MB: 0.6 Mcell/min. GRASS tedy potřebuje pro naskenovaný snímek 2 500×2 500 bodů v 8bit v rozlišení 2,5 m devět minut. Na 9 000×7 500 bodů v cílovém při rozlišení 1 m potřebuje již celé dvě hodiny (0,55 Mcell/min).

Pokud vám přišel e-mail, můžete GRASS opět spustit s cílovou *location* a pracovat již s hotovým snímkem. Kvalitu práce můžete zkontrolovat překryvem s topografickou mapou.

13 Poznámky k programování v GRASSu

GRASS poskytuje na základě modulární struktury velký potenciál k programování. Rozlišuje se programování v shellu¹ (Pozn. překl.: tzv. „skriptování“) a programování v jazyce C. Od roku 1999 se navíc objevily také první trendy pro JAVA rozhraní².

Pro psaní skriptů nejsou nutné žádné explicitní znalosti programování. Jedná se spíše o automatizované použití modulů GRASSu ve spojení s dalšími UNIXovými nástroji. Zajímavým užitím této schopnosti GRASSu je také Internet-GRASS „GRASSLinks“. Založeným na aplikaci UNIX-Shell-Scripts (CGI-Scripts), které dynamicky generují webové stránky s využitím GRASS dat. Takto může být GRASS bez velikých znalostí GISu ovládán na dálku. Pro zobrazení ve webovém prohlížeči jsou vektorová data transformována na data rastrová.

Programování v jazyce C vyžaduje naproti tomu obsáhlé znalosti. V rámci tohoto textu je zmíněno pouze okrajově.

13.1 Programování v shellu

Příjemné rozšíření (také pro začátečníky v GRASSu) představuje možnost nechat jednotlivé výpočetní kroky zautomatizovat. Skripty je třeba psát jako UNIX-Shell skripty v ASCII formátu. Pomocí těchto skriptů lze vyvolat moduly GRASSu s odpovídajícími parametry a tak kupříkladu provést geostatistické výpočty zcela automaticky. UNIXový příkaz `$ history` umožňuje předem zadané příkazy prohlédnout popřípadě uložit („copy“-„paste“ pomocí levého nebo středního tlačítka myši v „xedit“ nebo jiném textovém editoru³).

Příklad potenciálního využití programování v shellu: Následujícím způsobem může být proveden výpočet všeobecných geostatistických parametrů rastrových obrázků (podle ALBRECHT 1992, lehce pozměněno). Uložte skript například jako „`statistika.sh`“; UNIXová přístupová práva je třeba nastavit pomocí `chmod u+x statistika.sh`.

```
#!/bin/sh
```

¹Pozn. překl.: Na tomto místě si dovoluji doporučit publikaci na toto téma: „Linux - Začínáme programovat“ a „Linux - Programuje profesionálně“, nakladatelství Computer Press

²<http://www.vtt.co.jp/staff/sorokin/jni> od Alexandra Sorokina

³Pozn. překl.: např. Emacs či Vim

```

#
# Univariální statistika pro GRASS rastrová data
#
if test "$GISDBASE" = ""; then

    echo "You must be in GRASS GIS to run this program." >&2

    exit 1

fi

eval `g.gisenv`
: ${GISBASE?} ${GISDBASE?} ${LOCATION_NAME?} ${MAPSET?}
LOCATION=${GISDBASE}/${LOCATION_NAME}/${MAPSET}

input="$1"

r.stats -1 input="$input" | awk 'BEGIN {sum = 0.0 ; sum2 = 0.0}
NR == 1{min = $1 ; max = $1}
    {sum += $1 ; sum2 += $1 * $1 ; N++}
    {
    if ($1 > max) {max = $1}
    if ($1 < min) {min = $1}
    }
END {
print " Pocet rastrovych bunek N =",N
print " Nejmensi hodnota      MIN =",min
print " Nejvyssi hodnota      MAX =",max
print " Variacni rozpety       v =",(max - ((min * -1) * -1))
print " Stredni hodnota       MEAN =",sum / N
print " Variance                S2 =",(sum2 - sum * sum / N) / N
print " Standardni odchylka    S =",sqrt((sum2 - sum * sum/N) / N)
print " Variacni koeficient    V =",(((sqrt((sum2 - sum * sum/N)
    * 100) / N)) / (sqrt(sum * sum/N)))
}'

```

Jako parametr se předává skriptu název souboru obsahující analyzovaná rastrová data, přičemž je nutné nejprve spustit samotný GRASS. Skript je v modifikované formě obsažen v GRASS 5 jako \$ univar. Zde je předán výstup modulu GRASSu přes „UNIX-piping“⁴ UNIXovému programu awk. V prostředí awk jsou prováděny odpovídající výpočty (viz. odstavec

⁴Pozn. překl.: tzv. „roura“

6.17).

Následující skript slouží k výpočtu významu plochy. Lze ho například použít k určení významu oblasti v hydrologii. K tomu vypočítáte s `r.watershed` spádové oblasti a maskujete všechny „basins“ kromě Vaší zájmové oblasti (`r.centroid` pracuje pouze s jednou plochou). Tento skript můžete uložit lokálně jako textový soubor nebo jej můžete stáhnout z Internetu⁵:

```
#!/bin/sh
# calculates centroid of raster area (center of gravity)
# Useful for watersheds etc.
#
# Markus Neteler neteler@geog.uni-hannover.de
# V 1.1 - 12. Feb. 2000

if test "$GISBASE" = ""; then
echo "You must be in GRASS to run this program."
exit
fi

TMP='g.tempfile pid=$$'
if [ $# = 0 ] || [ $1 = "" ]
then
    g.ask type=any element=cell unixfile=$TMP
    . $TMP
elif [ $1 = "help" ]
then
    echo "Calculates center of gravity (centroid) of raster area"
    echo "USAGE: r.centroid [raster map]"
    exit
elif [ $1 = "--help" ]
then
    echo "Calculates center of gravity (centroid) of raster area"
    echo "USAGE: r.centroid [raster map]"
    exit
else
    name=$1
fi
if [ ! "$name" ]
then
    exit
fi
```

⁵Najdete ho na <http://www.geog.uni-hannover.de/users/neteler/handbuch>

```

# example: calculate watershed (minimum size: 1000 cell units)
# r.watershed elevation=dgm25 basin=basin threshold=1000
# now select your watershed by masking:
# r.mapcalc MASK="if(basin == 6)"
# check it with: d.rast basin
# here we go for centroid calculation:
# centroid is
#
#           N
#  $x_c = 1/A * \sum_{i=1} (x_i * a_i)$ 
#           i=1
#
#           M
#  $y_c = 1/A * \sum_{i=1} (y_i * a_i)$ 
#           i=1
# with
# N: total number of cells in x direction
# M: total number of cells in y direction
# x_i: distance of cell center from left boundary
# y_i: distance of cell center from upper boundary
# a_i: area of ith cell

# calculate area
AREA='r.surf.area $name |grep plan |cut -d':' -f2 |awk '{printf "%.2f", $1}'
export AREA
MORETHANONE='echo $AREA| cut -d' ' -f2| wc -w'
if [ $MORETHANONE -gt 1 ]
then
    echo "ERROR: more than one area in this map!"
    echo "Use r.mask to masking area of interest"
    exit
fi

# determine resolution
EWRES='awk ' /e-w/ { print $3}' $LOCATION/WIND'
export EWRES
NSRES='awk ' /n-s/ { print $3}' $LOCATION/WIND'
export NSRES

if [ -f $LOCATION/./PERMANENT/PROJ_UNITS ] ; then
    UNITS='cat $LOCATION/./PERMANENT/PROJ_UNITS |grep units |cut -d' ' -f2'
else

```

```

    UNITS="cellunits"
fi

echo "Basin area: $AREA $UNITS^2"
echo "Resolution $EWRES, $NSRES"

echo "Calculating x_min and y_min of area..."
#calculate x_min
XMIN='r.stats -lgnq $name |cut -d ' ' -f1 | awk 'BEGIN{min = 0.0}
NR == 1{min = $1}
    {if ($1 < min) {min = $1}}
END{print min}'

#calculate y_min
YMIN='r.stats -lgnq $name |cut -d ' ' -f2 | awk 'BEGIN{min = 0.0}
NR == 1{min = $1}
    {if ($1 < min) {min = $1}}
END{print min}'

echo "Calculating centroid..."

# calculate x_c:
r.stats -lgnq $name |cut -d ' ' -f1 | gawk 'BEGIN{
    sum = 0.0 ; calc = 0.0 ; xmin2 = 0.0
    ewres = '$EWRES' ; nsres = '$NSRES'
    xmin = '$XMIN' ; area = '$AREA'}
NR == 1{xmin2 = xmin * 1.0 ; ewres2 = ewres * 1.0 ; nsres2 = nsres * 1.0}
    {calc = ($1 - xmin2) * ewres2 * nsres2}
    {sum = sum + calc}
END{printf "Center of gravity x_c: %.2f\n", sum/area + xmin2}'

# calculate y_c:
r.stats -lgnq $name |cut -d ' ' -f2 | gawk 'BEGIN{
    sum = 0.0 ; calc = 0.0 ; ymin2 = 0.0
    ewres = '$EWRES' ; nsres = '$NSRES'
    ymin = '$YMIN' ; area = '$AREA'}
NR == 1{ymin2 = ymin * 1.0 }
    {calc = ($1 - ymin2) * ewres * nsres}
    {sum = sum + calc}
END{printf "Center of gravity y_c: %.2f\n", sum/area+ymin2}'

echo ""

```

```
rm -f $TMP
```

Tento skript demonstruje jak lze užitečně spojit UNIXové příkazy a moduly GRASSu. Přes UNIX-„piping“ si vyměňují moduly informace, přičemž se na určitých místech vytváří dočasný textový soubor a v dalším kroku je znovu analyzován. Jednotlivé hodnoty a znakové řetězce mohou být uloženy také v proměnných. Když sami programujete, je záhodno zabudovat především co možná nejvíce pomocných výstupů (pomocí „echo \$PROMENNA“) tak, abyste mohli kontrolovat průběh programu.

Prospěšné jsou moduly `g.ask` (možnost uživatele pohodlně klást dotazy na analyzovaná GRASS data), popř. `g.findfile` (abyste přímo našli a zpracovali soubor v GRASS databance).

Další skripty jsou například popsány v ALBRECHT 1992 a SHAPIRO 1992. Kromě toho si můžete prohlédnout skripty obsažené přímo v GRASSu (po spuštění GRASSu změňte `$ cd $GISBASE/scripts`).

13.2 Zautomatizované použití GRASSu

GRASS může být řízen kompletně pomocí skriptů (a tedy zautomatizovaně). Tím, že nejprve nastavíte vhodně proměnné prostředí.

```
echo "MAPSET: innenstadt"           > ~/.grassrc5
echo "LOCATION_NAME: hannover"       >> ~/.grassrc5
echo "DIGITIZER: none"              >> ~/.grassrc5
echo "GISDBASE: /home/neteler/grassdata5" >> ~/.grassrc5

DIGITIZER=none
GISBASE=/usr/local/grass5
GISDBASE=/home/neteler/grassdata5
GISRC=/home/neteler/.grassrc5
LOCATION=/home/neteler/grassdata/hannover/innenstadt
PATH=$PATH:/usr/local/grass5/bin:/usr/local/grass5/scripts: \
    /usr/local/grass5/garden/bin

export DIGITIZER GISBASE GISDBASE GISRC LOCATION PATH
```

Nyní mohou být uvnitř tohoto shellu použity všechny GRASS moduly, které jsou zpřístupněny přes dané parametry. Všeobecně obdržíte seznam parametru daného modulu tím, že zadáte „help“ jako parametr, současně se zobrazí i jeho krátký popis.

Po nastavení těchto proměnných může být GRASS řízen pomocí CGI a PERL skriptů. Lze si také prohlédnout na Internetu obsáhlý příklad zakládající se na volném UMN Map serveru: GRASSLinks⁶ s kompletním Online-GIS s MapServer/GRASS.

13.3 Odkazy na programování v jazyce C pro GRASS

Všechny relevantní aspekty programování v jazyce C pro GRASS jsou popsány v „GRASS 5.0 - příručka o programování“ (GRASS DEVELOPMENT TEAM 2001). Na tomto místě bude pouze přehledně rozčleněno, jak jsou navrženy moduly GRASSu. Celkově se doporučuje prohlédnout si důkladně moduly, které jsou k dispozici (přes 400) a z toho vycházet. Tuto možnost poskytuje pouze „open-source“ GIS jako je GRASS. Principiální vytvoření modulu je pořád stejné, každý modul je uložen v seznamu GRASS zdrojového kódu.

Aktuální struktura vypadá takto:

GRASS GIS knihovna:

```
- man/           # Popisy modulů
- src/CMD/       # Interní skripty ke kompilaci
- src/include/   # Hlavičkové soubory
- src/libes/     # GIS knihovní rutiny
- src/display/devices # Zařízení GRASS monitoru
- src/fonts/     # Soubor fontů
- src/front.end/ # Interní rutiny pro interaktivní modus modulů
```

Moduly (standardní strom):

```
- src/display/   # Moduly pro zobrazení v GRASS monitoru
- src/general/   # Moduly pro manipulaci s daty
- src/imagery/   # Moduly pro zpracovávání obrazových dat
- src/mapdev/   # Moduly pro zpracovávání vektorových dat
- src/mics/      # Různé moduly
- src/paint/     # Moduly pro tvorbu mapy
- src/ps.map/    # Moduly pro vytvoření mapy v formátu PostScript
- src/raster/    # Moduly pro zpracovávání rastrových dat
- src/scripts/   # Skripty
- src/sites/    # Moduly pro zpracovávání bodových dat
- src/tcltkgrass/ # Grafické prostředí Tcl/Tk
```

Příspěvky externích institucí:

⁶<http://grass.itc.it/start.html>

-src.contrib/

Moduly zajišťující databázové vazby:

-src.garden/

Externí programy, které jsou pro GRASS zajímavé:

-src.related/

Moduly GRASSu, které jsou k dispozici, jsou vystavěny na „GRASS programming library“. Ta nabízí velké množství funkcí a člení se takto (v hranatých závorkách typický začátek slova pro právě platné knihovní rutiny):

- GRASS knihovna: Databanka rutin (správa GRASS dat), správa paměti, Parser (String-Analyse), projekce atd. [G_]
- Vektorová knihovna: správa vektorů ve formě polygonů, linií a bodů [Vect_, V2_, dig_]
- Rastrová knihovna: správa rastrových dat [R_]
- Knihovna bodových dat: správa bodových dat [G_]
- Knihovna pro zobrazení dat: grafické zobrazení dat v GRASS monitoru [D_]
- Driver knihovna: ovladače tisku
- Ke správě specifického zpracování obrazových dat [I_]
- Segment knihovna: k segmentačnímu zpracování dat [segment_]
- Vask knihovna: ovládání kurzoru atd.[V_]
- Rowio knihovna: paralelní řádková analýza rastrových dat

Tyto nabízené rutiny jsou z části velmi mohutné, nabízejí například možnost přímo vypočítat geodetické vzdálenosti z nabízených souřadnic bodů nebo dotazy na vektorové plochy (např. bod v polygonu).

Moduly se skládají ze zdrojového kódu napsaného v programovacím jazyce C (*.c), hlavičkových souborů (*.h) a „Gmakefile“. GRASS má svojí vlastní „make“ rutinu: \$ **gmake4.2**, popř. **gmake5**. Soubor „Gmakefile“ obsahuje informace o překládajících se souborech a použitých knihovnách (GRASS knihovny a UNIX knihovny). Má pevně danou strukturu, kterou je třeba zachovat. Jednoduchý příklad (důležité: použít tabulátor místo jednotlivých bílých znaků) má demonstrovat typickou strukturu:

```

PGM=i.sat.reflectance
HOME=$(BIN_CMD)

LIBES=$(IMAGERYLIB) $(GISLIB) $(VASKLIB) $(VASK)
DEPLIBS=$(DEPIMAGERYLIB) $(DEPGISLIB)
OBJ= main.o\
    open.o\
    atmos.o\
    sun_pos.o\
    correction.o\
    histogram.o\
    history.o

$(HOME)/$(PGM): $(DEPLIBS)
$(CC) $(LDFLAGS) -o $@ $(LIST) $(LIBES) $(MATHLIB) $(XDRLIB)

$(LIST): global.h
$(IMAGERYLIB): #
$(GISLIB): #
$(VASKLIB): #

```

Řádek „\$(HOME)/\$(PGM). . .“ definuje způsob kompilace pomocí proměnných, které jsou zde definovány. Zde nenastavené proměnné jsou v `grass5/src/CMD/head/head` definovány automaticky. Tento „head“ soubor je vytvořen skriptem „configure“ před první kompilací s ohledem na specifičnost platformy. Proměnná \$HOME udává, kam je kopírován binární soubor (tedy modul): do standardní cesty pro GRASS „command-line“ moduly `grass5/etc/bin/cmd`. Vlastní program se člení obvyklým způsobem tematicky, ukládá se do více souborů. Ty se odpovídajícím způsobem musí zapsat do seznamu v „Gmakefile“. K vlastnímu programování v jazyce v C nelze v rámci této příručky nic uvádět. Příkazy GRASS GIS-library lze uvést přímo ve zdrojovém kódu. Moduly mohou klást dotazy na parametry, což je umožněno díky, pro GRASS typické vlastnosti, parametrového programování. Krátký příklad rastrového modulu (soubor `main.c`):

```

/* Conversion of LANDSAT TM digital numbers to radiances
 * (c) 2000 Markus Neteler, Hannover, Germany
 */

```

```
#include "gis.h"
#include <stdio.h>
#include <strings.h>
#include <math.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int nrows, ncols;
    int row, col;
    int i;
    struct
    {
        struct Option * group, *date, *result;
    } parm;
    struct GModule *module;

    G_gisinit (argv[0]);

    module->description =
    "conversion of LANDSAT TM digital numbers to radiances." ;

    parm.group = G_define_option();
    parm.group->key = "group";
    parm.group->type = TYPE_STRING;
    parm.group->required = YES;
    parm.group->description = "Imagery group of images to be converted";

    frag.quiet = G_define_flag();
    frag.quiet->key = 'q';
    frag.quiet->description = "Run quietly";

    if (G_parser(argc,argv))
        exit(1);

    group      = parm.group->answer;
    open_files(); /* defined in the next file */
```

```
nrows = G_window_rows();
ncols = G_window_cols();

/* go rowwise and colwise through image */
for (row = 0; row < nrows; row++)      /* rows loop */
{
    for (col = 0; col < ncol; col++)    /* cols loop */
    {
        result_cell[col] = calc_new_pixel; /* next file */
    } /* end cols loop */

    G_put_d_raster_row (fd, (DCELL *) result_cell);
} /* end rows loop */

G_close_cell (fd);
exit(0);

}
```

Výpočet se děje v řádcích a ve sloupcích (v cyklech). Je smysluplné celkový modul rozložit na jednotlivé tematicky dělené soubory, aby se zjednodušilo udržování programu.

Literatura

- [Albertz-91] ALBERTZ, J. (1991): *Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern*. Eine Einführung in die Fernerkundung. Darmstadt
- [Albrecht-92] ALBRECHT, J. (1992): *GTZ-handbook GRASS*. Vechta
Internet: <http://grass.itc.it/gdp/>
- [Bähr-Vögtle-91] BÄHR, H.P. & VÖGTLE, T. (Hrsg.) (1991): *Digitale Bildverarbeitung*. 2. Aufl., Karlsruhe
- [Bahrenberg-92] BAHRENBURG, G. (1992): žádné další informace nejsou v originále „GRASS-Handbuch“ uvedeny!
- [Bahrenberg-Giese-Nipper-90] BAHRENBURG, G., GIESE, E. & NIPPER, J. (1990): *Statistische Methoden in der Geographie*. Band 1, Stuttgart
- [Bahrenberg-Giese-Nipper-92] BAHRENBURG, G., GIESE, E. & NIPPER, J. (1992): *Statistische Methoden in der Geographie*. Band 2, Stuttgart
- [Bartelme-95] BARTELME, N. (1995): *Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen*. Heidelberg
- [Bienlein-Dreschler-Fischer-Spitzer-96] BIENLEIN, J., DRESCHLER-FISCHER, L. & SPITZER, H. (Hrsg.) (1996): *Fernerkundung und Bildverarbeitung*. CENSIS-REPORT 1996. Universität Hamburg
- [Bierhals-88] BIERHALS, E. (1988): *CIR-Luftbilder für die flächendeckende Biotopkartierung*. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 5/88. Hannover, str. 77-104
- [Bill-96] BILL, R. (1996): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen*. Band 2, Heidelberg
- [Brandon-Kludt-Neteler-99] BRANDON, R.J., KLUDT, T. & NETELER, M. (1999): *Archaeology and GIS – The Linux Way. Using GRASS and Linux to analyze archaeological data*. Linux Journal, July 1999

- [Burrough–McDonnell–98] BURROUGH, P.A. & MCDONNELL, R.A. (1998): *Principles of Geographical Information Systems*. Spatial Information Systems and Geostatistics. Oxford
- [Buziek–95] BUZIEK, G. (Hrsg.) (1995): *GIS in Forschung und Praxis*. Hannover
- [CERL–93] CERL (1993): *GRASS 4.1 Installation Guide*.
Internet: <http://grass.itc.it/gdp/>
- [Desmet–Govers–96] DESMET, P.J.J. & GOVERS, G. (1996): *Comparison of Routing Algorithms for Digital Elevation Models and their Implications for Predicting Ephemeral Gullies*. International Journal of GIS, 10: 311-331
- [Fox–89a] FOX, J. (1989): *RIM Installers manual*. University of Washington
- [Fox–89b] FOX, J. (1989): *RIM Users manual*. University of Washington
- [Hake–Grünreich–94] HAKE, G. & GRÜNREICH, D. (1994): *Kartographie*. 7. Aufl., Berlin
- [Harmon–Shapiro–92] HARMON, V. & SHAPIRO, M. (1992): *GRASS tutorial: Image processing*. CERL, Champaign, Illinois.
Internet: <http://grass.itc.it/gdp/imagery/imagery.ps.gz>
- [Hildebrandt–96] HILDEBRANDT, G. (1996): *Fernerkundung und Luftbildmessung: für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie*. Heidelberg.
- [Hildebrandt–92] HILDEBRANDT, R. (1992): *Digitale und visuelle Interpretation von LANDSAT-TM und SPOT-Daten sowie Luftbildern in Hinblick auf die Geologie in der Region des Jebel Marra (Provinz Darfur, Sudan)*. Berlin
- [Imhof–65] IMHOF (1965): žádné další informace nejsou v originále „GRASS-Handbuch“ uve-
deny!
- [Jacobs–98] JACOBS, H. (1998): *Analyse fernerkundlicher Scannerdaten*. In: BÄHR, H.-P., TH. VÖGTLE (Hrsg.): *Digitale Bildverarbeitung*. Anwendung in Photogrammetrie, Kartographie und Fernerkundung. Heidelberg
- [Jensen–96] JENSEN, J.R. (1996): *Introductory Digital Image Processing. A remote sensing perspective*. 2nd ed., New Jersey
- [Jensen–Domingue–96] JENSON, S.K. & DOMINGUE, J.O. (1988): *Extracting topographic structure from digital elevation model data for geographic information system analysis*. Photogram. Engr. and Remote Sens. 54: 1593-1600
- [Johnston–98] JOHNSTON, C.A. (1998): *Geographic Information Systems in Ecology*. Methods in Ecology. Oxford

- [Larson–Shapiro–Tweddale–91] LARSON, M., SHAPIRO, M. & TWEDDALE, S. (1991): *Performing map calculations on GRASS data: r.mapcalc programming tutorial*. CERL, Champaign, Illinois
- [Lillesand–Kiefer–94] LILLESAND, TH.M. & KIEFER, R.W. (1994): *Remote sensing and image interpretation*. New York
- [Löffler–94] LÖFFLER, E. (1994): *Geographie und Fernerkundung*. 2. vydání, Stuttgart
- [Mandelbrot–87] MANDELBROT, B.B. (1987): *Die fraktale Geometrie der Natur*. Basel
- [McCauley–Engel–94] MCCAULEY, J.D. & ENGEL, B.A. (1994): *Comparison of Scene Segmentations: SMAP, ECHO and Maximum Likelihood*. IEEE Trans. on Image Proc. Vol. 6(2), pp. 1-4
- [Mitas–Mitasova–99] MITAS, L. & MITASOVA, H. (1999): *Spatial Interpolation*. In: P. LONGLEY, M.F. GOODCHILD, D.J. MAGUIRE & D.W. RHIND (Eds.): *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, pp. 481-492
- [Mitasova–Mitas–93] MITASOVA, H. & MITAS, L. (1993): *Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation*, Mathematical Geology No. 25, pp. 641-656
- [Mitasova–Hofierka–93] MITASOVA, H. & HOFIERKA, J. (1993): *Interpolation by regularized spline with tension: II. Application to terrain modeling and surface geometry analysis*, Mathematical Geology No. 25, p. 657-667
Internet: <http://skagit.meas.ncsu.edu/~helena/>
- [Mitasova–Hofierka–Zlocha–Iverson–96] MITASOVA, H., HOFIERKA, J., ZLOCHA, M. & IVERSON, R.L. (1996): *Modelling Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS*. International Journal of Geographical Information Systems, 10, 629-641
- [Neidig–Gerdes–Kos–91] NEIDIG, C.A., GERDES, D. & KOS, CH. (1991): *GRASS 4.0 map digitizing manual: v.digit*. CERL, Champaign, Illinois
- [Neteler–97] NETELER, M. (1997): *Introduction to GRASS GIS Software*. Madras (India)/Hannover
Internet: <http://grass.itc.it/gdp/neteler/>
- [Neteler–Mitasova–02] NETELER, M. & MITASOVA, H. (2002): *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*. Boston, Dordrecht.
Online supplement: <http://mpa.itc.it/grasstutor/>

- [Rase–98] RASE, W.D. (1998): *Visualisierung von Planungsinformationen: Modellierung und Darstellung immaterieller Oberflächen*. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Forschungen H. 89, Bonn
- [Redslob–98] REDSLOB, M. (1998): *Radarfernerkundung in niedersächsischen Hochmooren*. Diss. Inst. f. Landschaftspf. u. Natursch., Univ. Hannover
- [Research Systems–97] RESEARCH SYSTEMS, INC. (1997): *ENVI 3.0 Tutorial. The environment for visualizing images, Version 3.0*. Better solutions consulting, Boulder, Colorado
- [Ripley–96] RIPLEY, B.D. (1996): *Pattern recognition and neural networks*. Cambridge
- [Saurer–Behr–97] SAURER, H. & BEHR, F.J. (1997): *Geographische Informationssysteme*. Eine Einführung, Darmstadt
- [Schowengerdt–97] SCHOWENGERDT, R. (1997): *Remote sensing: Models and methods for image processing*. 2nd ed., Tucson, Arizona
- [Schowengerdt–98] SCHOWENGERDT, R. (1998): žádné další informace nejsou v originále „GRASS-Handbuch“ uvedeny!
- [Seel–95] SEEL, K. (1995): *Mitteilung in news://info.grass.user*
- [Shapiro–Westerveld–91a] SHAPIRO, M. & WESTERVELD, J. (1991): *GRASS 4.1 Programmer's manual*. CERL, Champaign, Illinois
- [Shapiro–Westerveld–91b] SHAPIRO, M. & WESTERVELD, J. (1991): *GRASS 4.1 User's manual*. CERL, Champaign, Illinois
- [Shapiro–Westerveld–92] SHAPIRO, M. & WESTERVELD, J. (1992): *r.mapcalc. An algebra for GIS and image processing*. CERL, Champaign, Illinois
- [Raymond–99] RAYMOND, E. (1999): *The Cathedral & the Bazaar*. Musings on Linux and Open Source by an accidental revolutionary. Cambridge
- [Überla–68] ÜBERLA, K. (1968): *Faktorenanalyse*. Eine systematische Einführung für Psychologen, Mediziner, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler. Berlin
- [Wadsworth–Trewick–99] WADSWORTH, R. & TREWICK, J. (1999): *Geographical Information Systems for Ecology. An Introduction*. Essex
- [Wischmeier–Smith–78] WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. (1978): *Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning*. Agriculture Handbook No. 537, Science and Education Administration, U.S. Dep. of Agriculture, Washington, D.C.

[Wood-96] WOOD, J. (1996): *The Geomorphological characterisation of Digital Elevation Models*. Diss., Department of Geography, University of Leicester, U.K.

Internet: http://www.geog.le.ac.uk/jwo/research/dem_char/thesis/index.html

A Dodatek

A.1 Často kladené otázky

Následující otázky a odpovědi by měli novým uživatelům pomoci předejít začátečnickým chybám. Člověk se často zarazí na maličkostech. V GRASSu se naštěstí vyskytují složitější problémy jen málokdy.

- *Nastavení velikosti GRASS-monitoru:* V konfiguračním souboru vašeho shellu (např. `.bashrc` nebo `.cshrc`) musí být nastaveny následující proměnné:

```
export GRASS_WIDTH=500
export GRASS_HEIGHT=600
```

Hodnoty si samozřejmě můžete uzpůsobit vlastním potřebám (ale nezapomeňte na podtržítka mezi slovy).

Tyto hodnoty lze změnit také pomocí grafického rozhraní TclTkGRASS („Config“ → „Options“ → „Display dimensions“)¹. Změna velikosti monitoru se projeví až po jeho restartu, otevřený monitor tak zavřete a znovu otevřete. Alternativně lze použít i skript `d.monsize`².

- *Velikost ovladače CELL:* Velikost ovladače CELL je nastavena stejným způsobem jako velikost standardního monitoru popsána v předchozí otázce.

- *WARNING: can't read range file for . . . :*

Problém: Tato hláška se objevuje u modulů, které používají `r.stats` ve verzích GRASSu 5. Statistika souborů není pravděpodobně korektní a stalo se to pravděpodobně tím, že rastry byly vytvořeny v GRASSu 4. Zavolejte modul `r.support`, „Edit headers:“ `no`, a u otázky „Update stats. . . :“ zadejte „yes“. Tím se znovu sestaví statistika mapy. Další otázku lze přejít `return`. Problém by tak měl být vyřešen.

¹Pozn. překl.: V GRASSu verze 5.3.x a vyšší byla zavedena nová verze TclTkGRASSu, ve které jsem uvedené položky bohužel nenašel.

²Pozn. překl.: V nových verzích se proměnné prostředí zapisují do souboru `$HOME/.grass.bashrc` (alternativně pro jiné shelly). Více na http://grass.itc.it/grass51/manuals/html57_user/variables.html

- *d.rast*:

1. Problém: Výstupem modulu *d.rast* na monitoru není vybraná mapa ale pouze bílý nebo černý flek.

Existuje hned několik možností, jak danou situaci řešit:

- (a) Máte správně nastavený region? Je možné, že se sice mapa vykreslila, ale pouze mimo monitor. Region nastavíte přesně podle rastrové mapy modulem
`GRASS:~ > g.region rast=rastr`
- (b) Po modulech *r.in.sunrast*, *r.in.gif* a *r.in.tiff* musíte zavolat *r.support*. Naimportovaná mapa potom získá správně nastavené okrajové souřadnice (musíte tedy vybrat obě položky menu modulu *r.support*).
- (c) Při vykreslování mapy se objevila hláška: „*Map in wrong projection*“. Pravděpodobně jste opustili GRASS a znovu jej spustili s jinou *location*. Přitom jste ale nezavřeli monitor, který si tak ponechal nastavení ještě z předchozí *location*. Monitor jednoduše zavřete a opět jej spustíte pomocí `$ d.mon`.

- *d.vect*:

Problém: Při pokusu zobrazit mapu pomocí *d.vect* se objevila hláška „WARNING: [vektor] in mapset [mapset] in different projection than current region.“

Pravděpodobně jste opustili GRASS a znovu jej spustili s jinou *location*. Přitom jste ale nezavřeli monitor, který si tak ponechal nastavení ještě z předchozí *location*. Monitor prostě zavřete a opět jej spustíte pomocí `$ d.mon`.

- *i.vpoints*:

Problém: Po opuštění modulu dojde občas k rušením při následném zobrazení rastrových nebo vektorových map.

Pro odstranění tohoto problému zavolejte modul `$ d.frame -e`, který monitor „vyčistí“.

- *s.in.ascii*

Problém: Chcete naimportovat soubor (např. výškový model terénu), ve kterém jsou souřadnice bodů uloženy ve formátu XYZ a dostanete hlášku ve smyslu „- line 44467 **invalid format **“.

Tato řádka se pravděpodobně odlišuje od ostatních. Otevřete soubor v nějakém textovém editoru a prověřte problémovou řádku. Pokud se jedná o poslední řádek, dejte pozor na to, aby neobsahovala žádné bílé znaky.

- *r.mapcalc*:

Problém: Nově vytvořený rastr obsahuje pouze jednu hodnotu.

Pravděpodobně obsahuje název nového souboru nějakou číselnou hodnotu. Tento název musíte uvést v uvozovkách a nebo do názvu vložit alespoň jedno písmeno. Jinak bude název souboru interpretován jako číselná hodnota.

- *r.mask:*

Problém: Modul `r.mask` lze ovládat pouze interaktivně. Jak ho použít ve skriptech?

Pokud chcete ve vašem skriptu nasadit masku, můžete k tomu využít

```
GRASS:~ > g.copy rast=moje_maska,MASK
```

- *v.digit:*

1. Problém: Při použití funkce „Bulk remaining labels“ (zbývající označ hromadně) nedojde k oštitkování žádných vektorů.

Použijte následující trik: Zdigitalizujete krátký prvek někde mimo, pak použijte funkci „Bulk renaming labels“ a tento vektor posléze odstraňte.

2. Problém: Po vyvolání `v.digit` se neobjevují žádné vektory, přestože byly před chvílí zvektorizovány.

Chyba bývá v úvodním formuláři k modulu `v.digit`, kde je v poli „map scale“ uvedena hodnota 1:0. Zadejte hodnotu odpovídající měřítku mapy.

- *v.in.arc:*

Problém: Modul odpírá import souborů z ARC/INFO.

Obvyklou chybou bývá, že soubory nejsou uloženy na odpovídajícím místě v databance GRASSu v podadresáři `$LOCATION/$MAPSET/arc` (viz. kapitola A.3).

- *v.in.dxf3d:*

Problém: S liniovými prvky pracuje modul správně, ale s polygony už nikoliv.

Řešení spočívá v použití modulu `v.line2area` po importu souborů DXF. Následuje `v.alabel`, který vzniklé vektory oštitkuje. Atributy můžete nakonec nastavit v modulu `v.support`.

- *v.to.rast:*

Problém: Převod vektorových dat na rastrová nevede k vůbec žádnému výsledku.

Vektorová data lze převést na rastrová pouze za předpokladu, že mají štítky. To můžete zařídit buď automaticky pomocí `v.alabel` nebo ručně ve `v.digit`.

A.2 Krátký popis důležitých příkazů v GRASSu

Následující přehled obsahuje přes 250 příkazů, které byly poskládány z různých publikací, příruček a on-line návodů. Vyčerpávající pomoc u většiny z nich získáte příkazem

```
GRASS:~ > g.manual prikaz_grassu
```

Krátkou nápovědu dostanete, použijete-li u každého modulu příkaz

```
GRASS:~ > prikaz.grassu help
```

Nápovědu lze prohlížet i online na adrese <http://grass.itc.it/gdp/>. Vedle zde popsáných modulů existuje samozřejmě množství dalších balíčků, zabývajících se analýzou povrchů, výpočtem erozí a zvláště pak hydrologickými simulacemi v GRASSu. Více naleznete na různých internetových adresách uvedených v kapitole 2.1.

A.3 Struktura databanky GRASSu

Data GRASSu jsou standardně uložena v domovském (HOME) adresáři v adresářovém stromu jako databanka GRASSu (*database*). Struktura může mít kupříkladu následující podobu:

```
/home/stefan/grassdata
    /grassdata/location1
    /grassdata/location1/PERMANENT/
    /grassdata/location1/mapset1/
    /grassdata/location1/mapset1/cell
    /grassdata/location1/mapset1/dig
    /grassdata/location1/mapset1/group/groupname/
    /grassdata/location1/mapset1/...

    /grassdata/location1/mapset2/
    /grassdata/location1/mapset2/...

    /grassdata/location2
    /grassdata/location2/PERMANENT/
    /grassdata/location2/mapset1/...
```

Adresáře označené jako *mapset* představují části projektu. V adresáři PERMANENT jsou uloženy základní informace o projekci a rozloha *location*. Měli byste si dvakrát rozmyslet provádět změny přímo v této adresářové struktuře. Potom se může lehce stát, že ztratí svoji konzistenci. Jedinou výjimkou je import dat z ARC/INFO do GRASSu (viz. kapitola ??).

Pokud na jedné *location* pracuje více uživatelů, platí následující pravidlo: Do *mapsetu* PERMANENT mohou zapisovat pouze ti uživatelé, kteří jsou zároveň majiteli alespoň jednoho dalšího *mapsetu* v dané *location*. Jejich výměnným adresářem je tak *mapset* PERMANENT. Další *mapsety* mohou patřit vždy jen jednomu z nich. Tím se může práce týmu dobře organizovat, a zamezí se tak konfliktům při změnách jednotlivých souborů. Bližší vysvětlení významu jednotlivých podadresářů najdete v [Albrecht–92] a v publikaci GRASS Programmers manual.

A.3.1 Mazání dat v GRASSu

Jednotlivé rastrové, vektorové a další soubory lze odstranit modulem `$ g.remove`. Použití modulu je zcela intuitivní. Pokud chcete některé soubory uchovat, můžete je exportovat např. modulem `$ r.out.tiff`, `$ r.out.ppm` a nebo `$ v.out.ascii`.

Pro smazání *mapsetu* můžete použít buď položku v menu TclTkGRASSu a nebo přímo vymažte odpovídající podadresář s daným *mapsetem* pomocí UNIXového příkazu „rm“ nebo správcem souborů.

Location lze smazat pouze mimo GRASS, který před tím musíte opustit. Použijte UNIXový příkaz

```
$ rm -rf <location>
```

který smaže celou *location* (-r rekurzivně, -f třeba i násilím). Při těchto parametrech je ignorována případná volba -i – mazat interaktivně (ptát se u každé položky, zda-li ji skutečně chcete smazat).

A.3.2 Kopírování databanky GRASSu

Při přenosu dat z dané *location* na jiný počítač nebo pouze do jiného adresáře je vhodné nejdříve data zabalit a dále pracovat s takto vytvořeným balíkem. Na cílovém stroji ho jednoduše rozbalíte.

Nejdříve se přesuňte do databanky GRASSu (předtím GRASS opusťte):

```
$ cd grassdata
```

Nyní zabalíme *location* balíčkovacím programem „tar“ do jednoho souboru:

```
$ tar cvf moje_location.tar moje_location/
```

Tento balík ještě můžete zkomprimovat:

```
$ gzip moje_location.tar
```

Balík získá koncovku „gz“ a měl by být o něco menší. Nyní můžete s balíkem dále manipulovat.

Na cílovém místě asi budete muset nejdříve vytvořit adresář „grassdata“. Tam nakopírujete tento balík, který následně rozbalíte:

```
$ gunzip moje_location.tar.gz
```

```
$ tar xvf moje_location.tar
```

V programu `tar` nezaměňujte volby „c“ a „x“. Volbou „c“ je balík přepsán („c“ – create)³. Po rozbalení *location* na cílovém počítači je připravena k další práci v GRASSu.

A.4 Konverze externích GISových formátů pro GRASS

K neodmyslitelné součásti mnohých projektů patří sloučení dat z různých GISů. GRASS nabízí několik modulů pro import dat (Idrisi, ERDAS, ARC/INFO, MOSS, etc. a ASCII). Nejjednodušším formátem je ASCII – pro rozhraní GRASSu (`r.in.ascii`, `v.in.ascii`, `s.in.ascii`). Některé GISy tento výměnný formát bohužel neovládají. Nicméně většinou umožňují provést export do formátu ARC/INFO. Ukážeme si, jak exportovat data z ARC/INFO, tzv. „coverages“, do formátu čitelném pro GRASS a jak je potom naimportovat do GRASSu. Hovořit budeme pouze o vektorových a bodových datech. Import a export rastrových dat totiž nebývá problematický (rastrová data ve formátu TIFF nebo SUN, případně ARC-ASCII-GRID, atd.).

A.4.1 Export z ARC/INFO

Export vektorových objektů

Konverze bodových a vektorových dat začíná v ARC/INFO. Mezi verzemi v DOSu a UNIXu jsou jen minimální rozdíly, na které bude poukázáno. Nejprve musíme otestovat, zda-li lze data vůbec číst. Coverage lze naimportovat do GRASSu pouze pokud se jedná o „polygon“ nebo „line coverage“. Tuto podmínku otestujeme tak, že se přepneme do nadřazeného adresáře a spustíme ARC/INFO příkazem `arc`. Požadovanou informaci pak získáme příkazem

```
arc> describe <coverage>
```

tedy např. `describe topo12`

Pokud je tato podmínka splněna (máme-li tedy co dělat s „line“ nebo „polygon coverage“), můžeme začít exportovat. Jestliže neznáme souřadnice coverages, můžeme se na ně dotázat tímto příkazem. Pokud se jedná pouze o „arcs“ a žádné „polygons“, začneme konverzi

```
arc> clean <coverage> <novacoverage>
```

³Pozn. překl.: Balit a komprimovat lze pomocí programu `tar` najednou, stejně jako rozbalovat:

```
$ tar -cvzf moje_location.tgz moje_location/
```

```
$ tar -xvzf moje_location.tgz
```

případně při použití jiného algoritmu komprimace

```
$ tar -czjf moje_location.tar.bz2 moje_location/
```

```
$ tar -xzjf moje_location.tar.bz2
```

Data budou odložena v novém „polygon coverage“.

Nyní použijeme příkaz „ungenerate“ a data uložíme ve formátu ASCII-ARC. Obecná syntaxe je:

```
UNIX: arc> ungenerate <Typdat> <coverage> <exportfile>
```

```
DOS: arc> ungen <Typdat> <coverage> <exportfile>
```

Nyní máme dvě možnosti, to podle toho o jakou coverage se jedná:

1. Export z liniových coverages

Exportovány budou pouze liniové vektory. Koncovka pro liniové soubory se ustálila na „lin“:

```
UNIX: arc> ungenerate line topo12 topo12.lin
```

```
DOS: arc> ungen line topo12 topo12.lin
```

Dále pokračujeme exportem atributů.

2. Export z polygonových coverages

Nejdříve se vyexportují polygony (příp. arcs). Coverage se jmenuje topo12 a jako koncovka se používá „pol“:

```
UNIX: arc> ungenerate line topo12 topo12.pol
```

```
DOS: arc> ungen line topo12 topo12.pol
```

Jako druhý krok se vyexportuje bodový soubor s koncovkou „lab“, který existuje pouze u „polygon coverages“:

```
UNIX: arc> ungenerate point topo12 topo12.lab
```

```
DOS: arc> ungen point topo12 topo12.lab
```

Dále pokračujeme exportem atributů.

Export atributů

V posledním kroku musíme ještě vyexportovat atributy (label text). Jelikož jsou tyto informace obsaženy v části INFO ARC/INFOa, postupujeme u verze pro UNIX a DOS odlišně:

1. V UNIXovém ARC/INFO musíme nejdříve nastartovat program INFO:

```
arc> info
```

Uživatel se bude jmenovat „arc“. Atributy budou do ASCII souboru uloženy následujícím postupem (požadována jsou velká písmena, proto je výhodné zapnout CapsLock):

```
ENTER COMMAND> SELECT TOP012.PAT
```

```
ENTER COMMAND> OUTPUT ../topo12.txt
```

```
ENTER COMMAND> LIST PRINT
```

```
ENTER COMMAND> Q STOP
```

Soubor topo12.txt vypadá např. nějak takto:

```
$RECNO AREA PERIMETER TOP012# TOP012-ID TOP012-NAME
```

```
1 -2.34543E+09 216,734.800 1 0
```

```
2 3.764578E+08 213,445.100 2 5 Nordstadt
```

```
3 26335673.000 43,567.120 3 6 Oststadt
```

```
4 5.684567E+04 233,235.400 4 2 Weststadt
```

atd.

Tím je export v UNIXovém ARC/INFO ukončen a můžeme jej opustit

```
arc> quit
```

2. V DOSovském ARC/INFO je postup trochu odlišný. Atributy jsou v PC-ARC/INFO uloženy ve formátu dBase. Potřebné informace obsahuje soubor „pat.dbf“ nacházející se v adresáři coverage. Musí být načtena do „dBase“ („use soubor.dbf“, a uložena jako externí soubor (jednotlivé hodnoty musí být odděleny mezerou) (**F2**)= Modul assist, který umožní exportovat soubor pomocí menu). Tento soubor může být následně zkopírován do UNIXu (pro GRASS) a zpracován textovým editorem (Emacs, Vim, atd.). Souboru chybí hlavička, která je v UNIXové verzi vygenerována automaticky. Tuto hlavičku tedy vytvoříme ručně a vložíme ji na první řádek souboru (na příkladu pro soubor toto12.txt):

```
AREA PERIMETER TOP012# TOP012-ID TOP12-NAME
```

Tím je export v DOSu z ARC/INFO ukončen a můžeme jej příkazem

```
arc> quit
```

opustit.

Problémem mohou být mezery v attributech, to pokud není použit žádný externí databázový program. Importní modul GRASSu v tomto případě akceptuje pouze první slovo. Jediným řešením je ručně zaměnit tato prázdná místa např. za pomlčky nebo jiné znaky.

Důležitá poznámka: GRASS je sám osobě, bez externí databáze, schopen pracovat pouze s jedním atributem na linii nebo polygon. Akceptován tak bude pouze první atribut a všechny další budou ignorovány.

A.4.2 Import do GRASSu

V GRASSu musí být přítomna *location* s odpovídajícími parametry, v opačném případě ji musíme založit. Tři soubory (s koncovkami .lib, .lab a .txt) vyexportované z ARC/INFO zkopírujeme do speciálního adresáře. Ten založíme v adresářové struktuře GRASSu v *location*, *mapsetu* a nazveme jej „arc“. Obecná struktura tedy vypadá takto:

```
/home/<uzivatel>/grassdata/<location>/<mapset>/arc/
```

Do tohoto adresáře tedy nakopírujeme ony tři soubory a vyvoláme modul `v.in.arc`. Pořadová čísla sloupců pro UNIX-ARC/INFO a PC-ARC/INFO jsou rozdílná, protože PC-ARC/INFO postrádá sloupec „\$RECNO“ (opět použijeme náš příklad se souborem „topo12“):

Pro soubory z UNIX-ARC/INFO platí (v jednom řádku):

```
GRASS:~ > v.in.arc type=polygon lines_in=topo12.pol points_in=topo12.lab  
text_in=topo12.txt vector_out=topo12 idcol=5 catcol=5 attcol=6
```

Pro soubory z PC-ARC/INFO zadáme (v jednom řádku):

```
GRASS:~ > v.in.arc type=polygon lines_in=topo12.pol points_in=topo12.lab  
text_in=topo12.txt vector_out=topo12 idcol=4 catcol=4 attcol=5
```

Pro „line coverage“ musíte pozměnit cíl. Modul `v.in.arc` je možné ovládat také interaktivně. Po načtení dat spusťte modul `v.support`, aby se zpracovaly chybějící informace:

```
GRASS:~ > v.support map=topo12 option=build
```

Nyní můžete se souborem pracovat např. v digitalizačním modulu `v.digit`. Dejte si pozor na to, abyste při vyplňování úvodního formuláře změnili hodnotu „Map's scale“ na něco jiného, než je 1:0.

Od této chvíle jsou vektorová a bodová data k dispozici pro další práci.

A.4.3 Export z IDRISI do GRASS přes ARC/INFO

Program IDRISI nabízí možnost exportovat data do formátu ARC/INFO. Následující oddíl ukáže, že import ARC-dat nepředstavuje žádný problém. Bohužel nepřekonatelnou překážkou je chybějící atributový soubor (label), který IDRISI neumí exportovat. Tato potřebná data lze ovšem dopočítat v ARC/INFO. Nejdříve tedy uložíme data z IDRISI do formátu ARC/INFO do aktuálního adresáře. Pak se spustí ARC/INFO a vytvoří se nová „coverage“ (příkazy jsou stejné pro UNIX i pro DOS) a soubor se naimportuje:

```
arc> generate testcover  
generate> INPUT soubor_idrisiexport
```

```
generate> line
generate> quit
arc> build testcover line
```

Další postup se liší v závislosti na operačním systému:

1. UNIX

Atributy jsou extrahovány modulem INFO:

```
arc> info
```

Uživatel se jmenuje „arc“ a pozor na velká písmena:

```
info> SELECT TESTCOVER.AAT
info> OUTPUT ../label.txt
info> LIST PRINT
info> Q STOP
```

Soubor Label, který je potřebný pro import do GRASS se nachází v aktuálním adresáři.

2. DOS

Ve verzi 3.x PC-ARC není obsažen žádný modul INFO. Data jsou uloženy ve formátu dBase. Proto opustíme ARC/INFO a přepneme se do adresáře s coverage. Spustíme dBase a pomocí

```
use aat.dbf
```

načteme soubor (klávesou **F2** se spustí modul „Assist“, štítky mohou být uloženy jako externí soubor (oddělit hodnoty mezerou)). V aktuálním adresáři se tak vytvoří nový soubor.

A.4.4 Import formátů ESRI SHAPE a E00

Od roku 1999 existují moduly pro import dat ve formátu ESRI:

- v.in.shape
- m.in.e00

První modul načte ShapeFile, druhý pak ARC/INFO E00 formát. Formát E00 má tu příjemnou vlastnost, že obsahuje také vektorovou topologii, oproti formátu SHAPE, který tuto vlastnost nemá. Pokud tedy váháte, v jakém formátu si budete data předávat, měli byste upřednostnit formát E00.

A.5 Přepočet souřadnic pomocí m.proj a transformace map pomocí r.proj/v.proj

Od verze GRASSu 5.0.x lze přepočítávat souřadnice mezi jednotlivými souřadnicovými systémy stejně jako transformovat rastrové a vektorové mapy. Pro přepočítávání souřadnic je k dispozici „souřadnicová kalkulačka“, která umí pracovat s přibližně 120 kartografickými zobrazeními. Přepočítávat můžete buď ručně jednotlivé páry souřadnic a nebo dávkově seznam souřadnic uložený v textovém souboru.

A.5.1 Přepočet souřadnic

V následujícím příkladě si ukážeme přepočet souřadnic ze systému UTM do systému Gauß-Krüger:

Začneme startem výpočetního modulu („souřadnicové kalkulačky“):

```
GRASS: ~ > m.proj
```

První položka menu („Conversion“) vyžaduje pro přepočet souřadnic definici zdrojového a cílového souřadnicového systému. Nejdříve se dotazuje na „INPUT PROJECTION“. V případě souřadnicového systému UTM zadejte `utm`, „INPUT projection ELLIPSOID“ je `wgs84`. Pro Německo platí zóna 32⁴. „Would you like to use South Hemisphere?“ `n` (no). Jednotkou „INPUT units“ jsou `meters`.

Následuje definice cílového souřadnicového systému: „OUTPUT PROJECTION“ je pro Gauß-Krügera `tmerc`⁵. „OUTPUT projection ELLIPSOID“ je `bessel`. „OUTPUT Central Parallel“ přepneme na `0N` (rovník), „OUTPUT Central Meridian“ záleží na poloze vašeho území. Pro Hannover je vztažný poledník 9° východní délky, tedy `9E`. „OUTPUT Scale Factor“ zůstane `1`. „OUTPUT False Easting“ opět závisí na vztažném poledníku, pro 9° východní délky to dělá `3500000`. „OUTPUT units“ jsou i zde `meters`.

Nyní `m.proj` vyžaduje první souřadnicový pár (v tomto příkladě pro systém UTM E: 32427882, N: 5833098). Jako „Easting“ zadáme `427782` (údaj zóny 32 se vynechává), „Northing“ je potom `5833098`.

`m.proj` přepočítá souřadnicový pár do souřadnicového systému Gauß-Krüger a výsledek zobrazí:

```
Universe Transverse Mercator -> Transverse Mercator Conversion:
  X_in (meters)   Y_in (meters)   X_out (meters)  Y_out (meters)
  -----
  427882.00      5833098.00     3427861.97     5834831.02
```

⁴Pozn. překl.: V případě České republiky jde o zónu 33 a částečně i 34.

⁵Pozn. překl.: Tj. transverzální Mercatorovo zobrazení.

Tímto způsobem lze provést libovolné převody.

Alternativou k manuálnímu zadávání párů souřadnic je automatické (tj. dávkové) zpracování souboru obsahující jednotlivé páry souřadnic. Na každém řádku je uvedena zem, délka, šířka a nadm. výška (v uvedeném pořadí, u systému UTM bez udané zóny). `m.proj` zpracuje takovýto dávkový soubor automaticky. Zajímavou aplikací může být automatická konverze souřadnic z GPS, tedy bodových a hraničních dat sebraných v terénu. Tyto data musí být nejprve separována od případných atributů. Což lze provést buď v tabulkovém procesoru⁶ či pomocí UNIXových nástrojů „cut“ a „paste“ (viz. část A.8.1).

Spusťte `m.proj` a v menu (2) „Input/Output Selection“ můžete přes položku (1) zvolit jako vstup – soubor (Option „File“). Přes položku (2) poté udáte název nového souboru, který bude obsahovat výsledné souřadnice (pokud zde žádný název souboru nezadáte, vypíšou se výsledné souřadnice na standardní výstup, tj. na obrazovku). Pomocí (3) se vrátíte zpět do hlavního menu modulu `m.proj`. Nyní vyberete (1) „Conversion“ a definujete zdrojovou a cílovou projekci, viz. výše.

Soubor obsahující souřadnice v UTM (zóna 32, WGS84) může vypadat např. takto:

```
427882 5833098
652226 5833098
652226 5620763
427882 5620763
```

Přepočten např. do Gauß-Krügerova souřadnicového systému (tmerc, bessel, 0N, 9E, Scale Factor: 1, False Easting: 3500000) dopadne takto:

```
427882.00      5833098.00      3427861.97      5834831.02
652226.00      5833098.00      3652268.28      5834831.01
652226.00      5620763.00      3652268.33      5622435.34
427882.00      5620763.00      3427861.94      5622435.36
```

Všimněte si, že `m.proj` netransformuje žádná data, ale pouze páry souřadnic. UNIXovým nástrojem „cut“ můžete oba první sloupce ze souboru jednoduše extrahovat.

Poznámka pro práci s daty ve stupních (např. Lat-Long. systém): Hodnoty můžete zadávat buď ve stupních, minutách a vteřinách, oddělené dvojtečkou a písmenkem pro světovou stranu (např. 52:35:00N a 9:20:22E) nebo v decimální podobě (severní a východní hodnoty pozitivní, jižní a západní negativní), oddělené desetinnou tečkou (např. -9.5 místo 9:30W). Směs obou, výše popsaných, systému neumí `m.proj` zpracovat.

⁶Pozn. překl.: Velmi dobrý tabulkový procesor naleznete v balíku *OpenOffice.org* [<http://www.openoffice.org>].

A.5.2 Automatická transformace rastrových a vektorových dat

Pro transformaci vektorových a rastrových dat jsou vedle `i.rectify` (na základě vlíčovacích, resp. identických bodů) určeny i moduly `v.proj` a `r.proj` (bez vlíčovacích bodů, založené pouze na zobrazovací rovnici). Takto lze automaticky převádět rastrová a vektorová data mezi různými projekcemi.

Tyto moduly jsou nyní zatíženy jedním omezením. Lze je použít pouze při transformaci celých *locations*. Zadáváte samozřejmě název mapy, kterou chcete převést. Pouhé mapové výřezy zatím převádět nelze. Pro úspěšnou konverzi to znamená, že zdrojová *location* smí být maximálně tak velká, jako je cílová *location*. Tak aby se mohly korektně spočítat okrajové souřadnice. Z datasetu obsahujícího celou Evropu nemůžete tedy do zvolené *location* převést pouze jednu zemi. Do nové *location* lze převést pouze celou Evropu. Tato *location* musí být minimálně tak velká, jako *location* původní. Obejít se do dá tak, že požadovanou zemi si vyříznete ještě v původní *location* a dále pracujete pouze s tímto výřezem.

Příklad: Mějme mapu geologického podkladu („geologie“) ostrova Naxos v geografickém souřadnicovém systému (Lat-Long) (*location*: „naxosll“, *mapset*: „naxosll“). Chceme ji převést do souřadnicového systému UTM. Pomocí `m.proj` si nejprve vypočteme okrajové souřadnice v UTM. Na základě tohoto výpočtu založíme novou *location* s požadovaným rozlišením. A nakonec můžeme tuto geologickou mapu „vytáhnout“ z původní *location* do nově vytvořené. Konverze je nastartována z nové *location*:

```
GRASS:~ > r.proj in=geologie out=geologie location=naxosll mapset=naxosll
```

Po nějaké době objevíme mapu geologie i v nové *location*. Obdobně lze použít i modul `v.proj`.

A.6 Definice postscriptových ovladačů v GRASSu

Vytvoření postscriptového ovladače je opravdu jednoduché. Musí se pouze definovat odpovídající velikosti papíru a rozlišení. Postscriptové mapy, které lze běžně pod UNIXy tisknout, jsou v GRASS vytvářeny příkazem `ps.map`.

Nyní si ukážeme definice pěti různých velikostí papíru. Ty jsou zapsány v pěti souborech s údaji o formátu, v pořadí `a0`, `a1`, `a2`, `a3` a `a4`. Tyto soubory musí být uloženy, pokud nebyly ještě vytvořeny, v adresáři

```
/usr/local/grass42/etc/paint/ps.devices
```

příp.

```
/usr/local/grass5/etc/paint/ps.devices7
```

⁷Pozn. překl: Tato cesta je samozřejmě závislá na tom kam jste GRASS nainstalovali. V tomto případě je to adresář `/usr/local/grass5`.

Adresář `../ps.devices` je potřeba v případě nutnosti založit. První řádek v souboru reprezentuje úroveň (level), název souboru naleznete nahoře:

```

printer-a0:
-----
level: 2
page width: 33.07
page height: 46.77
top margin: 0.5
bottom margin: 0.5
left margin: 0.25
right margin: 0.25
resolution: 300
-----

printer-a1:
-----
level: 2
page width: 23.39
page height: 33.07
top margin: 0.5
bottom margin: 0.5
left margin: 0.25
right margin: 0.25
resolution: 300
-----

printer-a2:
-----
level: 2
page width: 16.54
page height: 23.39
top margin: 0.5
bottom margin: 0.5
left margin: 0.25
right margin: 0.25
resolution: 300
-----

clc-a3:
-----
level: 2
page width: 11.69
page height: 16.54
top margin: 0.5
bottom margin: 0.5
left margin: 0.25
right margin: 0.25
resolution: 300
-----

clc-a4:
-----
level: 2
page width: 8.27
page height: 11.69
top margin: 0.5
bottom margin: 0.5
left margin: 0.25
right margin: 0.25
resolution: 300
-----

```

Rozlišení (resolution) může být u každé tiskárny jiné.

A.7 Řídící soubor pro ps.map: Příklad pro „bazina.psmap“

Tento soubor je příkladem pro vytváření map modulem `ps.map`. V přehledu jsou uvedena pouze některá klíčová slova.

```

raster <rastr>           # např. tk25-rast
vector <vektor>          # např. bazina-cesty-vec
  color 1 <barva>         # barva štítku 1: např. red
  color 2 <barva>         # barva štítku 2: např. green
  width 1                 # tloušťka linií: zde např. 1 pixel
  hcolor <barva>          # highlight-barva - není důležité
  hwidth <barva>          # - není důležité
  masked y                # vynechat (viz. r.mask), n pro
                           # "vykreslit vše"
  style 1                 # 1-9 místé číslo, čárkovaně, čerchovaně atd.:

```

```

#          např. 0011 vytvoří -- -- --
# bez udání stylu získáte souvislou linii
end
region <region>          # ekvivaletní s g.region (zobrazit pouze výřez)
  color <barva>
  width 1
end
grid 10000              # síť s roztečí 10 000 m
  color <barva>          # barva: např. black
  numbers 10 <barva>    # každý 10. řádek a sloupec sítě
                        #          je očíslován a v <barvě>
  font fontname style   # např. Helvetica, Helvetica bold, atd.
  fontsize fontname size #
end
outline                  # orámování rastrového souboru (pouze pokud je
                        #                               přítomen)
  color <barva>
end
colortable y            # tabulka barev jako legenda (pouze je-li,
                        #                               přítomen rastrový soubor)
comments <komentar>     # např. bazinacesty.comments
  where x y             # umístění v palcích od levého a spodního okraje
  font fontname style   # např. Helvetica, Helvetica bold, atd.
  fontsize fontname size # např. Helvetica 12
  color <barva>         # barva: např. orange
end
scale 1:25000          # měřítko
end
setcolor 6,8,9 <barva> # u rastrových dat nastavit 6,8,9tý odstín
                        #          na <barva> (změnit tabulku barev)
setcolor 10 <barva>    # ...může se objevit vícekrát
vlegend                # informace o měřítku, o souř. síti a regionu
                        #                               vektorových dat
  where x y            # umístění: např. where 5 2 - pět palců
                        #                               zleva, 2 ze shora
end
legend <east><north>    # umístění uživatelem definované legendy
  height 20            # barevný blok pro rastr: výška (v pixelech)
  width 20             # barevný blok pro rastr: šířka (v pixelech)
  vlen 20              # linka pro vektorová data: délka (v pixelech)
  textcolor <barva>   #
  textsize             # zadává se v geografických jednotkách

```

```

# (m nebo km)

textwidth # v pixelech
xspace # místo mezi symbolem legendy a textem (horiz.)
yspace # místo mezi jednotlivými symboly (vert.)
background <barva> #
border <barva> #
beginrast
  ramp label vertical # "vertical" nebo "horizontal", rampa
                    # vztažená na štítky
# NEBO!::
  catnum 1 Piskovec # přiřazený kategoriím
  catnum 3 Vapenec # atd.
end
beginvect
  vectname <soubor> Označení # vektorová data integrovaná v legendě
end
beginsite
  sitename <soubor> Označení # bodová data integrovaná do legendy
end
end
text <east> <north> <blabla># text <blabla> umístěný geograf. souřadnicemi
  color <barva>
  width 1 # šířka v pixelech
  hcolor <barva> # highlight-barva - není důležité
  hwidth 1 # - není důležité
  background <barva> # pozadí textu
  border <barva> # barva rámu
  size 500 # v metrech (velikost textu se mění s měřítkem)
  ref center # pozice textu vzhledem k souřadnicím
  opaque n # smí se vektor překreslit?
end
line <east> <north> <east> <north> # linie z bodu do bodu
  color <barva>
  width # tloušťka v pixelech
  opaque n # smí se překreslit vektor?
end
point # umístění bodů nebo ikon (ps.icons)
  color <barva>
  icon diamond # např. diamond
  size 15 # velikost v bodech
  masked n # pouze ve výřezu nebo všude
end

```

```

barscale <east> <north>      # umístění měřítka
  unit km                    # v rozlišení km nebo m
  length 2                   # např. 2 km, v rozlišení
  interval 1                 # čárka za interval (zde: km)
  style tick                 # (a) dash nebo (b) tick:
                             # (a) jako symbol jednotek, (b) průběžná linie
                             # s intervaly oddělenými čárkami
width 10                    # šířka měřítka v pixelech
color <barva>
textsize                    # v jednotkách (m nebo km), mění se s měřítkem
textcolor <barva>
font Helvetica
background <barva>
border <barva>
end
labels <label>              # vytvářejí se pomocí p.labels:
                             # např. bazinacesty.labels

```

A.8 Obecné poznámky

A.8.1 Použití UNIXových textových nástrojů pro přípravu GIS dat

UNIXové nástroje „cat“, „cut“, „join“, „head“, „more“, „paste“, „sed“, „tail“ (spolu s „awk“) nabízejí širokou škálu možností pro jednoduché zpracování textových souborů, především textových tabulek. Jelikož jsou data v GRASSu často uložena v takových tabulkách, ukážeme si nyní několik možností jejich zpracování. Často mohou tyto nástroje plně nahradit tabulkové procesory.

Jako příklad nám poslouží vybraná legenda datasetu SPEARFISH, dostupném na serveru „GRASS Europe“ (Universität Hannover). Soubor s legendou k mapě půd je textový ASCII soubor (kromě toho obsahuje i další data). V následujícím příkladě si ukážeme, jak tuto legendu lze jednoduše modifikovat. Výsledkem je opět textový soubor, který může sloužit jako podklad pro reklasifikaci mapy půd.

Nejdříve se budeme zabývat obsahem legendy. Legendu si zobrazíme příkazem:

```
$ more soils_legend.txt
```

(v programu „more“⁸ se listuje mezerníkem a pro konec seance slouží klávesa q, vyhledávat se dá naopak po stisknutí klávesy /)

```
0:no data:
```

```
1:AaB:Alice fine sandy loam, 0 to 6
```

⁸Pozn. překl: Lépe v programu `less` („less - opposite of more“).

```

2:Ba:Barnum silt loam
3:Bb:Barnum silt loam, channeled
4:BcB:Boneek silt loam, 2 to 6
5:BcC:Boneek silt loam, 6 to 9
6:BeE:Butche stony loam, 6 to 50
7:BhE:Butche rock outcrop complex, 25 to 50
8:BkD:Butche Satanta loams, 6 to 25
9:CBE:Citadel association, hilly
[...]

```

První sloupec obsahuje číslo polygonu, druhý zkratku půdního typu, ve třetím sloupci je uveden plný název půdního typu a nakonec i typické sklony svahu.

V prvním kroku zredukujeme legendu na číslo, zkratku a textový atribut. Sklon svahu lze odvodit daleko přesněji z digitálního modelu terénu datasetu SPEARFISH (program „cut“ umí z textového souboru odříznout požadované sloupce, výsledek se uloží do souboru nového):

```
$ cut -d',' -f1 soils_legend.txt > soils_legend2.txt
```

(volba `-d` reprezentuje oddělovač sloupců (delimiter) = čárka, volba `-f` = první pole (field))

Nový soubor si můžete opět prohlédnout programkem „more“ (nebo programem „cat“:

```

0:no data:
1:AaB:Alice fine sandy loam
2:Ba:Barnum silt loam
3:Bb:Barnum silt loam
4:BcB:Boneek silt loam
5:BcC:Boneek silt loam
6:BeE:Butche stony loam
7:BhE:Butche rock outcrop complex
8:BkD:Butche Satanta loams
9:CBE:Citadel association
[...]

```

V dalším kroku chceme mít v novém souboru uveden pouze textový atribut (výstup z programu „cut“ můžete přesměrovat do jiného souboru znakem „>“, jinak se vypíše pouze na obrazovku):

```
$ cut -d': ' -f3 soils_legend2.txt
```

```
Alice fine sandy loam
```

```
Barnum silt loam
Barnum silt loam
Boneek silt loam
Boneek silt loam
Butche stony loam
Butche rock outcrop complex
Butche Satanta loams
[...]
```

Všimněte si, že první řádek zůstal prázdný, protože pole „no data“ neobsahuje žádný atribut. Alternativně lze oba předchozí kroky provést díky „UNIX Piping“ najednou, bez nutnosti vytvářet nějaký mezisoubor:

```
$ cut -d',' -f1 soils_legend.txt | cut -d':' -f3
```

Kromě oddělovacího znaménka (libovolný znak) můžete „vyříznout“ také jakékoliv jiné místo. Zadaní zní např. takto:

```
$ cut -b1,2 soils_legend.txt
```

```
0:n
1:A
2:B
3:B
4:B
5:B
6:B
7:B
8:B
9:C
[...]
```

Pokud chcete vypsat pouze první čtyři řádky, použijete program:

```
$ head -4 soils_legend.txt
```

```
0:no data:
1:AaB:Alice fine sandy loam, 0 to 6
2:Ba:Barnum silt loam
3:Bb:Barnum silt loam, channeled
```

Naopak pro výpis posledních řádků zase slouží program „tail“:

```
$ tail -3 soils_legend.txt

53:WaA:Weber loam, 0 to 2
54:Wb:Winetti cobbly loam
55:water
```

I toto lze zkombinovat: Vypis pouze řádků 3 až 5 (opět použijeme UNIX Piping):

```
$ head -5 soils_legend.txt | tail -3

2:Ba:Barnum silt loam
3:Bb:Barnum silt loam, channeled
4:BcB:Boneek silt loam, 2 to 6
```

V UNIXu platí jedno pravidlo – počáteční nastavení čítače je 0 (to platí i pro řádky). Dále si přesměrujeme výstup do souboru:

```
$ head -5 soils_legend.txt | tail -3 > legenda_nova.txt
```

A pokud toužíte sloučit více souborů do jednoho, použijte program „cat“:

```
$ cat kus_legendy1.txt kus_legendy2.txt > legenda_kompletni.txt
```

Program „paste“ zase umožňuje horizontální (po sloupcích) spojování souborů, program „join“ umí naopak spojovat záznamy podle společného klíče. Pomocí programu „sed“ lze vyhledávat a nahrazovat textové řetězce, s „awk“ jde programovat automatické početní operace, např. pokud do něj přesměrujete tabulku čísel. Tyto nástroje jsou velmi mocné a díky „UNIX Piping“ z nich lze sestavit skripty, tvářící se jako celistvé programy.

Nápověda (manuálové stránky) těchto programů je dostupná příkazem `man <program>`.

A.8.2 Typické hodnoty barev pro topografické mapy

Uvedené hodnoty jsou vhodné pro ruční přiřazení barev, což může být důležité např. při klasifikaci satelitních dat. Mohou být také přiřazeny jednotlivým třídám barev, které souhlasí s digitálně šířitelnými topografickými mapami (např. CD-ROM od Landesvermessungsamt Niedersachsen).

V GRASSu lze tyto barvy přiřadit buď pomocí `d.colors` nebo `r.colors`.

Pomocí `r.reclass` lze jednotlivé signatury vypreparovat tak, že si z digitální podoby topologické mapy „vzobnete“ pouze odpovídající barevnou hodnotu. Tabulka barev rastrové mapy je uložena pod jménem „categories“. Mapu vrstevnic tedy získáte tak, že všechny barvy kromě (nejčastěji) hnědé nastavíte na hodnotu 0. Následně linie ztenčíte modulem `r.thin` a převedete na liniové vektory `r.line`. Naskenovanou mapu lze podobným způsobem redukovat na několik standardních barev. Zjednodušeně lze převést celé skupiny barev na jednu barvu pomocí `r.rescale`.

TK25	R	G	B
0 - no data	-	-	-
1 - Bílá	255	255	255
2 - Les, zelená	184	240	153
3 - Vodní plocha, světle modrá	192	230	255
4 - Vrstevnice, hnědá	179	102	26
5 - Příkopy atd., tmavě modrá	0	51	255
6 - Půdorys, černá	0	0	0
7 - Písmo, tmavě modrá	0	0	255
8 - Stromy, zelená	0	192	0
9 - Tmavě šedá	192	192	192
10 - Světle šedá	217	217	217
11 - Půdorys, Písmo, černá	0	0	0

A.8.3 Informace k satelitním datům LANDSAT-TM

Přehled jednotlivých LANDSAT-TM kanálů

Význam sedmi kanálů je následovný (podle [Seel–95], [Hildebrandt–92], doplněno podle [Buziek–95]):

1 Modrý (0.45-0.52 μm , rozlišení 30 m):

Vhodné pro studie v oblasti pobřeží, např. pronikání vody. Dále pro rozlišení území pokrytého a nepokrytého vegetací stejně jako pro odlišení listnatých a jehličnatých lesů.

Výsledky může ovlivnit vliv silného rušení (atmosférické difúzní světlo).

2 Zelený (0.52-0.6 μm , rozlišení 30 m):

Popisuje vitalitu rostlin. Poměr tm_2/tm_4 se používá pro hledání hornin obsahujících limonit a červených pouštních písků.

3 Červený (0.63-0.69 μm , rozlišení 30 m):

Vhodný pro hledání silnic a nekryté půdy. Mimo to se používá pro hledání hornin obsahujících železo a rovněž i struktur.

4 Infračervený NIR (0.76-0.9 μm , rozlišení 30 m):

Používá se pro odhad podílu biomasy. Rozlišování vodních těles a vegetace.

5 Krátkovlnné infračervené SWIR (1.55-1.75 μm , rozlišení 30 m):

Ukazuje obsah vody v rostlinách a půdě. Umožňuje rozlišit oblaka od sněhu. Dobře roz-

poznatelné jsou silnice, nekrytá půda a voda. Různé typy vegetace jsou velice kontrastní, pára jej nijak neovlivňuje.

6 Termické infračervené TIR (10.5-12.5 μm , rozlišení 120 m)

Měření tepelného záření (také v noci). Zobrazuje vegetaci zatíženou stresem, různou vlhkost půdy. Umožňuje hluboká měření v jezerech stejně jako nalezení hornin bohatých na křemík. Má menší rozlišení než ostatní kanály.

7 Krátkovlnné infračervené SWIR (2.08-2.35 μm , rozlišení 30 m)

Zvýrazňuje nepokrytou půdu, hodí se pro diferenciaci vegetace (je ale méně vhodný než kanál 5). Zvláštní geologické možnosti: absorpční pásy pro slídy a vápence.

Přehled barevných syntéz

Níže uvedený přehled různých barevných syntéz demonstruje množství vyhodnocovacích možností satelitních scén LANDSAT-TM (podle [Seel-95], více informací viz. [Löffler-94]). Zvažte, není-li před některými syntézami potřeba provést transformaci hlavních os (především pro syntézu v pravých barvách).

Barevné kombinace jsou v pořadí modrá, zelená a červená, což znamená B = první kanál, G = druhý kanál, R = třetí kanál. Eventuálně je potřeba provést transformaci hlavních os modulem `i.pca`.

- 123:** Pravý barevný snímek – jsou použity první tři kanály pokrývající interval viditelného světla.
- 234:** Citlivý na zelenou vegetaci (znázorněno červenou barvou), jehličnaté lesy jsou v tmavější odstínu než listnaté. Silnice a vodní plochy jsou dobře rozeznatelné.
- 243:** Zelená vegetace je zelená, ale jehličnany nejsou tak dobře patrné jako na syntéze 234.
- 247:** Asi nejlepší kombinace pro určení typu lesa. Dobře použitelné pro mapování těžebních ploch a silnic.
- 345:** Obsahuje hlavní obrazové kanály (VIS, NIR, SWIR). Zelená vegetace je znázorněna zeleně, SWIR ukazuje stres na vegetaci, silnice už jsou rozeznatelné hůře.
- 347:** Podobně jako kombinace 345, ale hodí se lépe pro zobrazení požáříšť.
- 354:** Působí jako barevný infračervený obrázek.
- 374:** Podobně jako 354.
- 457:** Ukazuje půdní druh (jílovitá, hlinitá, písčítá).

Snímky získané jako poměr různých LANDSAT-TM kanálů

Alternativní metodou k vytváření barevných syntéz pro šetření spektrálních vlastností povrchů je tvorba obrazových podílů (poměrů). Číselné hodnoty dvou rastrových buněk jsou navzájem vyděleny. Především u geologických případně pedologických šetřeních lze zjišťovat minerály, tedy v případě, že zemský povrch není pokrytý vegetací ([Research Systems-97]):

TM5/TM4: jílové minerály, vápenec, vegetace

TM3/TM1: oxidy železa

TM2/TM4: vegetace

TM3/TM4: vegetace

TM5/TM4: vegetace

Tyto rovnice můžete vyčíslit pomocí `r.mapcalc`.

Zajímavé mohou být také podíly v kombinaci s barevnou syntézou (nejdříve necháme `r.mapcalc` spočítat podíl, a pak provedeme kompozici pomocí `i.composite`:

TM5/TM4 → R

TM3/TM1 → G

TM2/TM4 → B

V tomto případě nalezneme jílové minerály a vápenec v barvě magenta, oxidy železa zeleně a vegetaci červeně.

B GNU Free Documentation License

Version 1.1, March 2000

Copyright © 2000 Free Software Foundation, Inc.

59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other written document “free” in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of “copyleft”, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

Applicability and Definitions

This License applies to any manual or other work that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. The “Document”, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as

“you”.

A “Modified Version” of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A “Secondary Section” is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (For example, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The “Invariant Sections” are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License.

The “Cover Texts” are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License.

A “Transparent” copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, whose contents can be viewed and edited directly and straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup has been designed to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. A copy that is not “Transparent” is called “Opaque”.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, \LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML designed for human modification. Opaque formats include PostScript, PDF, proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML produced by some word processors for output purposes only.

The “Title Page” means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, “Title Page” means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

Verbatim Copying

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

Copying in Quantity

If you publish printed copies of the Document numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a publicly-accessible computer-network location containing a complete Transparent copy of the Document, free of added material, which the general network-using public has access to download anonymously at no charge using public-standard network protocols. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

Modifications

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has less than five).
- State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- Preserve all the copyright notices of the Document.
- Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- Include an unaltered copy of this License.
- Preserve the section entitled "History", and its title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section.

You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.

- In any section entitled “Acknowledgements” or “Dedications”, preserve the section’s title, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- Delete any section entitled “Endorsements”. Such a section may not be included in the Modified Version.
- Do not retitle any existing section as “Endorsements” or to conflict in title with any Invariant Section.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version’s license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section entitled “Endorsements”, provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties – for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

Combining Documents

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the

combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections entitled “History” in the various original documents, forming one section entitled “History”; likewise combine any sections entitled “Acknowledgements”, and any sections entitled “Dedications”. You must delete all sections entitled “Endorsements.”

Collections of Documents

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

Aggregation With Independent Works

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, does not as a whole count as a Modified Version of the Document, provided no compilation copyright is claimed for the compilation. Such a compilation is called an “aggregate”, and this License does not apply to the other self-contained works thus compiled with the Document, on account of their being thus compiled, if they are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one quarter of the entire aggregate, the Document’s Cover Texts may be placed on covers that surround only the Document within the aggregate. Otherwise they must appear on covers around the whole aggregate.

Translation

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License provided that you also include the original English version of this License. In case of a disagreement between the translation and the original English version of this License, the original English version will prevail.

Termination

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

Future Revisions of This License

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright © YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation

License, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST. A copy of the license is included in the section entitled “GNU Free Documentation License”.

If you have no Invariant Sections, write “with no Invariant Sections” instead of saying which ones are invariant. If you have no Front-Cover Texts, write “no Front-Cover Texts” instead of “Front-Cover Texts being LIST”; likewise for Back-Cover Texts.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

Rejstřík

- /, 13
- /cdrom, 15
- /dev/cdrom, 151
- /dev/fd0, 151
- /dev/rmt0, 151
- /home, 13
- /lib, 13
- /usr, 13
- úhlová míra, 30
 - přepočet, 30
- časové komponenty, 35
- šetření reliéfu, 138
- 3D vizualizace, 102

- a:, 15
- adresářová struktura
 - UNIX, 12
- afinní transformace, 61
- agregace, 29
- algoritmus
 - cluster, 160
 - SMAP, 167
- animace v NVIZu, 128
- arcs, 25
- ASCII
 - export, 67
 - import, 55
- asociace, 29
- ATKIS, 165
- atribut, 22, 26

- barevná hloubka
 - 24 bit, 165
- barevná syntéza, 165
- bash, 11
- bg, 16

- bodová data, 22, 26
 - funkcionalita GRASSu, 4

- canonical component analysis, 171
- chmod, 13
- classification
 - supervised, 164
 - unsupervised, 160
- cluster
 - tvorba, 162
- color levels, 165
- colortable, 55
- cp, 14
- CVS, 8

- d.3d, 102
- d.area, 94
- d.colors, 164
- d.frame, 158
- d.his, 138
- d.histogram, 159
- d.mon, 47
- d.param.scale, 139
- d.rast, 175
- d.site.labels, 104
- d.vect, 92, 94
- d.vect.area, 94
- d.what.rast, 64
- d.what.vect, 94
- d.zoom, 65, 68
- D_cell, 111
- důležité odkazy
 - GRASS, 8
- data s pohyblivou desetinnou čárkou, 56, 71, 75
- databanka, 43
- DateTime-Library, 35

- datové formáty
 - export, 36
 - import, 36
- dcorrelate.sh, 161
- digitalizační prkno, 83
- diskrétní data, 21
- dokumentace
 - GRASS Documentation Project, 8
- doplňování jmen souborů a příkazů, 11
- družicové snímky
 - zpracování, 147
- edge detection, 177
- elipsoid, 46
 - Bessel, 46
 - Besselův, 32
 - Hayfordův, 32
 - Krassovského, 34
 - podporované GRASSem, 5
 - referenční, 148
 - WGS-84, 32
- ERS-1, 147
- export
 - ARC-GRID, 67
 - ASCII, 67
 - bodový formát, 68
 - MPEG, 67
 - PNG, 67
 - PPM, 67
 - TARGA, 67
 - TIFF, 67
 - výškových dat, 102
- expoziční, 94
- False Easting, 33, 46
- formát
 - BIL, 148
 - BSQ, 148
 - ERDAS/LAN, 148
 - GIF, 148
 - HDF, 148
 - PNG, 55, 67
 - Postscript, 107
 - ShapeFile, 41
 - SUN-Raster, 148
 - SUN-rastr, 55
 - TIFF, 55, 67, 148
- fraktální dimenze, 137
- g.manual, 58
- g.region, 59, 72, 91, 96
- Gaußovy křížky, 51
- gawk, 80
- generalizace, 29
- geometrie, 25
- geomorfologické vlastnosti, 73
- GIS
 - agregace, 34
 - geostatistika, 34
 - hybridní, 1, 27
 - koncepte vrstev, 27
 - multimediální, 29
 - objektově orientovaný, 28
 - Online, 1
 - síťově orientovaný, 28
 - simulace procesů, 34
 - určení, 34
- GNU General Public License, 3
- GNU/Linux, 9
- GPL, 3
- GPS, 98
- GRASS
 - důležité odkazy, 8
 - hardwarové požadavky, 7
 - otevření vizualizačního okna, 47
 - struktura příkazů, 43
- GRASS database, 43
- GRASS monitor, 47
 - 24bit, 48
- Grid resolution, 47, 49, 51, 58
- hraniční linie
 - vytvoření, 140
- i.cca, 171
- i.class, 166

- i.cluster, 160
- i.composite, 154, 164
- i.fft, 175
- i.gensig, 167
- i.gensigset, 168
- i.group, 61, 65, 154, 162, 164, 167
- i.ifft, 177
- i.image.mosaic, 70
- i.in.erdas, 150
- i.maxlik, 161
- i.out.erdas, 150
- i.pca, 171
- i.points, 62, 154, 157
- i.rectify, 61, 62, 65, 155, 158
 - výpočetní čas pro snímky LANDSAT, 148
- i.smap, 160, 168
- i.tape.other, 151
- i.target, 61, 65, 154
- i.vpoints, 157
- identické body, 62
- image-fusion, 171
- import
 - ARC/INFO, 167
 - BIL/BSQ, 150
 - ERDAS/LAN, 150
 - formát PNG, 56
 - formát TIFF, 58
 - HDF, 150
- import rastrových dat
 - bezešvý, 64
- Internet GIS, 1
- interpolace
 - bilineární, 71, 101
 - bodových dat, 104
 - IDW, 71, 101
 - kubická konvoluce, 101
 - nearest neighbor, 71
 - nejbližší soused, 101
 - rastrových dat, 93
 - RST, 101
 - splines, 71, 73
 - výškového modelu, 101
- join, 117
- klasifikátor
 - Maximum-Likelihood, 161, 163
- klasifikace, 159
 - částečně řízená, 167
 - řízená, 164
 - neřízená, 160
 - radiometrická, 160
 - radiometrická/geometrická, 160
- konstrukce pravoúhelníku, 79
- konstrukce vrstevnic, 73
- kontrast
 - satelitních dat, 158
 - změna, 158
- label, 92, 95
- LANDSAT-TM, 147
- Layer GIS, 27
- location, 42, 43, 50, 55
 - Gauß-Krüger , 43
 - xy, 155
 - založení, 43
- location xy, 149
 - počátek souřadnicového systému, 56
- login, 10
- ls, 12
- m.examine.tape, 151
- m.proj, 153
- man, 16
- mapa, 86
 - bezešvý import, 64
 - naskenovaná, 49, 86
 - zjednodušený import, 60
 - sestavení, 64
 - trénovacích ploch, 164
 - zobrazení, 59
- mapa expozice, 102
- mapa sklonových poměrů, 74
- mapová algebra, 24, 75
- mapová díla
 - ps.map, 107

- xfig, 108
- mapová díla NDR, 34
- mapová projekce, 30, 46
 - kartografické zobrazení, 30
 - podporované GRASSem, 5
- mapový výstup
 - formát PostScript, 107
- mapset, 42, 43, 149
- maska, 161
 - nastavení, 177
- maticové filtry, 177
- mcopy, 15
- mdir, 15
- mechanika
 - CD-ROM, 151
 - disketová, 151
 - tape, 151
- metadata, 81
- modely
 - funkcionalita GRASSu, 4
- mount, 15
- moving window, 75, 177
- mozaika, 79
- mv, 15
- myš
 - vektORIZACE, 86
- nápověda
 - online, 58
- nadmořská výška
 - výpočet, 79
- neatline, 88
- netpbm-tools, 50, 55, 67, 70
- no data, 78
 - NULL, 74, 78
- nodes, 24
- normalizovaný vegetační index, 70
 - NDVI, 70
- NVIZ, 102
- objekt, 24
 - dědičnost, 29
- objem
 - výpočet, 140
- obrazová data
 - inverzní, 176
 - vyčištění, 173
- obrazový formát
 - formát
 - SUN-rastr, 55
 - formát GIF, 67
- odražené záření, 159
- odstíny šedi, 159
- okno terminálu, 10
- Online nápověda, 58
- Open Source, 34
- openwin, 10
- overshoot, 88
- ovladač CELL, 109, 111
- půdní typ
 - odražené záření, 159
- přístupová práva, 13
- překrytí obrazu
 - vytvoření nových rastrových dat, 70
 - zobrazení, 59
- překrytí rastrových dat, viz překrytí obrazu, 59
- přesměrování dat, 17
- panning, 92
- paste, 118
- PCA, 169
- PCT, 169
- Permissions, 13
- Pipes, 17
- pixel, 23, 55
- plocha
 - trénovací, 166
- pnmcat, 70
- podíl obrazů, 172
- podskupina, 162, 164, 168
- poledník, 32
- polygon, 24
- polynom
 - stupeň, 157
- popisná data, 22

- ppmtogif, 67
- principal component analysis, 168
- ps.map, 107
- pstoedit, 109

- r.bilinear, 73, 102
- r.buffer, 69
- r.cats, 71
- r.clump, 81
- r.colors, 66, 67, 159, 179
- r.contour, 73, 97
- r.cross, 71
- r.digit, 175
- r.fill.dir, 141
- r.flow, 140
- r.grow, 140
- r.in.arc, 65
- r.in.bil, 152
- r.in.gdal, 56, 150
- r.in.tiff, 58
- r.info, 81
- r.line, 69, 97
- r.los, 141
- r.mapcalc, 66, 70, 75, 136, 165, 176
- r.mask, 161, 177
- r.mfilter, 179
- r.null, 74, 140
- r.out.arc, 67
- r.out.tiff, 111
- r.param.scale, 138
- r.patch, 66, 70
- r.poly, 69, 97, 104
- r.reclass, 79, 97
- r.resamp.rst, 73
- r.resample, 73
- r.slope.aspect, 74, 102, 138
- r.stats, 69, 79, 102
- r.sun, 135
- r.support, 56, 58, 81
- r.surf.area, 139
- r.surf.contour, 93
- r.surf.fractal, 137
- r.surf.idw, 72
- r.surf.idw2, 72, 95, 136
- r.thin, 68, 97, 140
- r.to.sites, 72, 98
- r.univar, 74
- r.volume, 140
- r.watershed, 138, 140
- rastrová buňka, 23, 55
- rastrová data, 22
 - export, 67
 - funkcionalita GRASSu, 3
 - hodnoty s pohyblivou desetinnou čárkou, 75
 - individuální rozlišení, 57
 - interpolace, 71, 93
 - konverze do bodového formátu (sites), 69
 - konverze na vektorová data, 68
 - spojení, 70
 - zjednodušený import, 60
 - zobrazení, 59
- rastrová datová struktura
 - reorganizace, 56
- rastrová mapa
 - bodově orientovaný dotaz, 144
 - import do location Gauß-Krüger, 57
 - import do location xy, 56
 - rozlišení, 59
 - vytvoření výřezu, 66
- rastrová plocha
 - hraniční linie, 69
 - konverze na linie, 69
- rastrový formát
 - formát PNG, 55, 60
 - formát TIFF, 55, 60
- redukce barev, 70
- reject threshold, 161
- result signature, 166
- rm, 15
- rms-error, 62, 155
- rozlišení, 22, 43, 47, 49
- rozlišení skeneru, 55
- roztažení histogramu, 158

- s.in.ascii, 70, 100–102
- s.out.ascii, 102
- s.surf.idw, 101, 104
- s.surf.rst, 72, 100, 136
- s.to.rast, 101, 102
- s.to.vect, 98
- s.voronoi, 104
- satelitní data
 - barevná syntéza, 164
 - formát obrazových dat, 148
 - import, 149
 - transformace
 - celý snímek, 152
 - výřezu, 156
 - zlepšení rozlišení, 171
- Scale Factor, 46
- seed signature, 166
- shade.rel.sh, 138
- showrgb, 164
- shutdown, 18
- sites, 26
- skenování, 50, 51
 - chyba při skenování, 49
- sklonitost, 94
- skupina snímků, 61, 154, 162, 164, 167
- sliver polygons, 94
- smíšené pixely, 166
- souřadnice
 - polohová chyba, 156
- souřadnicové systémy
 - podporované GRASSem, 5
- specializace, 29
- spectral pattern analysis, 160
- spojitá data, 21
- spojování, 70
- SPOT, 147
 - panchromatický kanál, 172
- standardní výstup, 67
- startx, 10
- stupeň konfidence, 161
- stupeň polynomu, 157
- subgroup, 162, 164, 168
- subgroup signature, 168
- syntéza, 165
- systém
 - Gauß-Krüger, 31, 45
 - UTM, 31, 152
- třída, 166
- tabulka barev, 55, 70, 164
 - kopírování, 67
 - kopie, 159
- TclTkGRASS, 41, 103
 - konfigurace, 41
 - spuštění, 47
- test χ^2 , 161
- Thiessenovy polygony, 104
- topologie, 25
- trénovací plocha, 164
- transformace
 - afinní, 61, 148, 153
 - Fourierova, 173
 - hlavních komponent, 168
 - kanonická, 171
 - IHS, 171
 - inverzní Fourierova, 173
 - modelů barev, 171
 - podíl obrazů, 172
 - přesnost, 65
 - polynom, 156
- Transverse Mercator, 46
- tvar profilu, 73
- ukončení práce v GRASSu, 48
- undershoot, 88
- UNIX-Pipes, 17, 67, 79
- určení výměry, 134
- uzel, 24
- v.alabel, 90, 91
- v.clean, 89
- v.cutter, 94
- v.digit, 92, 94, 96, 97, 99, 100, 167
 - rastrová mapa na pozadí, 86
- v.extract, 94

- v.geom, 98
- v.in.ascii, 96
- v.in.dxf, 91
- v.in.dxf3d, 91
- v.in.shape, 41
- v.line2area, 91
- v.out.ascii, 91, 96
- v.out.xfig, 109
- v.patch, 94
- v.prune, 69, 89
- v.reclass, 90
- v.spag, 89
- v.support, 73, 91, 92, 96, 97
- v.surf.rst, 93, 95
- v.to.rast, 93, 167
- v.to.sites, 100
- v.trim, 69, 88
- v.what, 94
- výřez
 - posun pohledu, 92
- výšková model
 - konstrukce vrstevnic, 102
- výškový model
 - digitální, 100
 - interpolace, 101
 - rozlišení, 101
 - syntetický, 137
 - tvorba vrstevnic, 92
 - vyplnění prohlubní, 141
 - vytvoření vektorových linií, 73
- výpočetní čas
 - transformace snímku LANDSAT, 148
- vektorizace
 - automatická, 69, 104
 - bodů v rastrovém formátu, 176
 - bodových dat (sites), 99
 - kruhu v rastrovém formátu, 176
 - linií v rastrovém formátu, 176
 - map, 86
 - plochy v rastrovém formátu, 176
 - podklad, 86
 - pomocí myši, 86
 - vrstevnic, 90
- vektorizace linií
 - nastavení barev, 87
- vektorová data, 22
 - dotazování, 94
 - export, 91
 - extrakce, 94
 - funkcionalita GRASSu, 3
 - import, 91
 - interpolace rastrových dat, 95
 - konverze do rastrového formátu, 93
 - konverze na rastrová data, 95
 - překrývání, 94
 - přiřazení štítků, 90
 - přiřazení atributů, 90
 - rasterizace, 92
 - reorganizace struktury, 91
 - topologie, 25
- vektorová linie, 24, 73
 - hraniční, 96
- vektorová plocha, 25
 - převod na linie, 96
- vertices, 24
- viditelnost
 - analýza, 141
- vizualizační okno, 47
- vizualizace dat
 - funkcionalita GRASSu, 4
- vlícovací body, 157
- voxel, 23
- vrstevnice, 73
 - automatická vektorizace, 97
 - ideální ekvidistance, 74
 - interpolace rastr. výškového modelu, 92
 - přiřazení výšek, 93
 - vytvoření rastrového výškového modelu, 102
 - zjednodušená vektorizace, 90
- vyhodnocení povrchu, 139
- vyplnění
 - bezodtokové prohlubně, 141
- vypnutí GRASSu, 48
- vztažený poledník, 46

webové odkazy

GRASS, 8

X-Window, 10

xfig, 108

xterm, 10, 16

xv, 50, 55, 60

založení location, 49

zamítací soubor, 161

zeměpisná šířka, 32

zeměpisná délka, 32

znak &, 16

zoom, 92

zoomování

 rastrové mapy, 68

zpracování obrazových dat

 funkcionalita GRASSu, 4

zvlnění profilu svahu, 94