

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Praha 2011

Anna Kratochvílová

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
OBOR GEOINFORMATIKA



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
GRAFICKÉ UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ PRO TVORBU
MAPOVÝCH VÝSTUPŮ V SYSTÉMU GRASS
GRAPHICAL USER INTERFACE FOR COMPOSING
HARDCOPY MAP OUTPUTS IN GRASS GIS

Vedoucí práce: Ing. Martin Landa
Katedra mapování a kartografie

Praha 2011

Anna Kratochvílová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

studijní program: Geodézie a kartografie

studijní obor: Geoinformatika

akademický rok: 2010/2011

Jméno a příjmení studenta: Anna Kratochvílová

Zadávací katedra: Mapování a kartografie

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Landa

Název bakalářské práce: Grafické uživatelské rozhraní pro tvorbu mapových výstupů v systému GRASS

Název bakalářské práce
v anglickém jazyce Graphical User Interface for composing hardcopy map outputs in GRASS GIS

Rámcový obsah bakalářské práce: Cílem bakalářské práce je návrh a implementace grafického uživatelského rozhraní (GUI) určeného pro tvorbu mapových výstupů v systému GRASS. GRASS obsahuje nástroje pro tvorbu mapových výstupů (např. modul ps.map), které jsou však určeny pro příkazovou řádku a neumožňují interaktivní tvorbu mapových výstupů. Navržené GUI bude

podporovat základní funkcionalitu modulu ps.map a bude integrováno v GUI GRASSu. Hlavním přínosem práce je rozšíření celosvětově používaného desktopového open-source GISu GRASS o možnost interaktivní tvorby mapových výstupů, což je jedna ze základních funkcionalit, které v tomto systému chybí a uživatelskou komunitou GRASSu je vysoce žádaná.

Datum zadání bakalářské práce: 18.1.2011

Termín odevzdání: 13.5.2011

(vyplňte poslední den výuky
příslušného semestru)

Pokud student neodevzdal bakalářskou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu bakalářskou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č. 111/1998. (SZŘ ČVUT čl. 21, odst. 4)

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

ZDE VLOŽIT ORIGINALNÍ ZADÁNÍ

.....
vedoucí bakalářské práce

.....
vedoucí katedry

Zadání bakalářské práce převzal dne: 18.1.2011

.....
student

Abstract

Cílem této bakalářské práce je vytvoření grafického uživatelského rozhraní (GUI) pro tvorbu mapových výstupů v systému GRASS. Mapové výstupy jsou vytvářeny modulem ps.map na základě textového souboru s instrukcemi. Nové GUI umožňuje interaktivní tvorbu mapových výstupů a tím ji uživatelům usnadňuje. GUI implementuje větší část funkcionality modulu ps.map a je napsáno pomocí grafické knihovny wxPython.

Text bakalářské práce se dále věnuje problematickým částem ps.map a zároveň obsahuje i porovnání vybraných programů pro tvorbu mapových výstupů z hlediska jejich funkcionality a GUI.

Klíčová slova: GIS, GRASS GIS, ps.map, GUI, wxPython, mapový výstup

Abstract

The aim of this bachelor thesis was to develop a graphical user interface (GUI) for composing hardcopy map outputs in the GRASS GIS. Hardcopy maps GUI allows to compose maps interactively to make it more comfortable for users. GUI implements most of the ps.map functionality and it is developed with the GUI toolkit wxPython. Additionally, this thesis deals with the problematic features of the module ps.map and it also includes the comparison of selected software for creating hardcopy map outputs in terms of their functionality and graphical interface.

Keywords: GIS, GRASS GIS, ps.map, GUI, wxPython, hardcopy map output

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Grafické uživatelské rozhraní pro tvorbu mapových výstupů v systému GRASS“ jsem vypracovala samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v seznamu zdrojů.

V Praze dne

.....

(podpis autora)

Poděkování

Ráda bych poděkovala především vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Martinu Landovi, za výběr zajímavého tématu a za pomoc při jeho zpracování. Dále děkuji ostatním členům *GRASS Development Teamu*, jmenovitě R. Szczepankovi za ikonky a H. Bowmanovi za úpravy modulu *ps.map*. V neposlední řadě jsem vděčná své rodině a blízkým za podporu, kterou mi poskytli.

Obsah

Úvod	9
1 Programy pro tvorbu mapových výstupů	10
1.1 Porovnání programů z hlediska funkcionality	10
1.1.1 ArcGIS	11
1.1.2 gvSIG	12
1.1.3 QGIS	12
1.1.4 GMT	13
1.1.5 GRASS GIS – ps.map	15
1.2 Porovnání programů z hlediska uživatelského rozhraní	17
1.2.1 Obecné zásady GUI	17
1.2.2 ArcGIS	20
1.2.3 gvSIG	23
1.2.4 QGIS	25
1.3 Shrnutí porovnání	26
1.3.1 Ukázky mapových výstupů	27
2 Systém GRASS GIS	28
2.1 Základní pojmy	28
2.2 GUI systému GRASS	29
2.3 Modul ps.map	30
2.3.1 Konfigurační soubor	31
2.3.2 Volba rozsahu zobrazovaného území	32
2.3.3 Nekonzistence a chyby v modulu ps.map	33
3 GUI wx.psmmap pro modul ps.map	37
3.1 Instalace wx.psmmap	37
3.2 Podklady a použité knihovny	37

3.3	Funkcionalita aplikace wx.psmap	38
3.4	Vzhled a ovládání wx.psmap	40
3.5	Problémy při tvorbě wx.psmap	41
3.6	Budoucí vývoj aplikace wx.psmap	44
Závěr		44
Seznam použitých zkratk		46
Použité zdroje		47
A Instalace systému GRASS		49
B Instalace wx.psmap		50
C Screenshoty aplikace wx.psmap		52
D Testovací mapové výstupy		53
D.1	Ukázka 1: ArcGIS	53
D.2	Ukázka 1: QGIS	54
D.3	Ukázka 1: wx.psmap	55
D.4	Ukázka 2: ArcGIS	56
D.5	Ukázka 2: wx.psmap	57

Úvod

Tvorba map v dnešní době není pouze věcí specializovaných pracovišť. Rozvoj geografických informačních systémů (GIS) natolik zjednodušil tvorbu mapových výstupů, že mapy, ať už jakékoli kvality, potkáváme na každém kroku. Různé formy map se staly moderním doplňkem v novinách, televizních zprávách, letácích a především na internetu; téměř každá informace má totiž vazbu na geografickou polohu.

Definice geografického informačního systému existuje mnoho a další časem pravděpodobně ještě vzniknou, jak se bude tato oblast vyvíjet. Někteří odborníci v definicích vyzdvihují význam složky datové, jiní zas analytické, v souvislosti s tématem této práce je ale důležité především kartografické znázornění dat.

GRASS GIS¹ patří mezi nejpoužívanější geografické informační systémy v kategorii svobodného softwaru. Je to mimo jiné výborný nástroj pro zpracování geografických dat a jejich analýzu, nicméně v tvorbě mapových výstupů nevyhovuje dnešním požadavkům. GRASS disponuje modulem *ps.map*², který vytváří mapové výstupy ve formátu *PostScript*³ (*PS*), nicméně není uživatelsky přívětivý z důvodu absence grafického uživatelského rozhraní (*GUI*). Úkolem této práce bylo tento nedostatek alespoň z části napravit poskytnutím komfortnějšího ovládání tohoto modulu přes GUI. Nové GUI *wx.psmmap* je napsané za pomoci grafické knihovny *wxPython*⁴ a tím navazuje na moderní wxGUI [7] systému GRASS.

Součástí práce bylo i studium funkcionality několika komerčních i nekomerčních programů z hlediska jejich kartografických výstupů. Soustředila jsem se spíše na konkrétní vlastnosti, které mne určitým způsobem zaujaly, než na kompletní rozbor funkcionality. Následuje i porovnání jejich GUI, která zásadně ovlivňuje použitelnost programů a také jejich oblíbenost. Vyšla jsem z obecných zásad tvorby GUI, doplněných jasnými příklady jejich nerespektování.

Věřím, že výsledky této práce přispějí ke zvýšení konkurenceschopnosti GRASSu v oblasti kartografických výstupů a usnadní práci novým i dosavadním uživatelům modulu *ps.map*.

¹<http://grass.osgeo.org>

²http://grass.osgeo.org/grass70/manuals/html70_user/ps.map.html

³http://partners.adobe.com/public/developer/ps/index_specs.html

⁴<http://www.wxpython.org>

1 Programy pro tvorbu mapových výstupů

Existuje poměrně velké množství programů umožňujících tvorbu mapových výstupů. Většinou tato funkcionality nestojí samostatně, ale je součástí většího GIS softwaru. Existující programy lze rozdělit podle mnoha kritérií, jedno z nejdůležitějších kritérií je určitě finanční dostupnost. Naštěstí v oblasti GIS existuje velký výběr open source programů, tedy programů, které mají mimo jiné tu vlastnost, že jejich použití není zpoplatněno. Zdaleka zde neplatí myšlenka, že *co je zdarma, je podezřelé a nefunguje*. Proprietární software sice často má v některých oblastech širší funkcionality, ale ta může být samostatně zpoplatněna, případně může být implementována méně efektivním způsobem (například u algoritmů). Další výhodou open source projektů je dostupnost zdrojových kódů, což sice běžné uživatele nezajímá, ale pro odbornou veřejnost to znamená možnost si postrádanou funkčnost vlastními silami dopsat. Jedním z dalších argumentů mluvících pro open source software je rychlá odezva v případě jakýchkoli problémů. Při volbě vhodného softwaru je tedy třeba zvážit mnoho faktorů. Pro velké projekty je často vhodnější si zakoupit proprietární software, který pokryje všechnu potřebnou funkcionality. Bohužel se dnes často stává, že se takový software používá i tam, kde by plně stačila open source varianta, a to jen kvůli neznalosti.

1.1 Porovnání programů z hlediska funkcionality

V rámci práce na GUI pro modul ps.map bylo vhodné se seznámit s funkcionalitou aspoň některých programů, které se používají pro mapové výstupy. Vzhledem k dostupnosti softwaru byl pro porovnání vybrán proprietární software *ArcGIS 10.0* a open source programy *gvSIG 1.10*, *Quantum GIS* verze *1.6.0-Copiapó*, *GMT* verze *4.5.1* a již zmíněný modul ps.map systému *GRASS*. Toto porovnání si neklade za cíl vytvořit kompletní seznam funkcionality programů, což by bylo téma pro samostatnou práci, cílem je pouze zdůraznit některé zajímavé možnosti, které programy nabízí. Detailněji je pak popsán modul ps.map, jehož možnosti bylo třeba prozkoumat do nejmenších podrobností.

1.1.1 ArcGIS

Tento software od firmy *ESRI*⁵ je jeden z nejpoužívanějších v České republice. ArcGIS⁶ se skládá z několika základních aplikací, pro tvorbu mapových výstupů slouží aplikace *ArcMap*.

Při práci v programu je třeba rozlišit dva módy – *Data View* a *Layout View*. *Data View* slouží pro běžnou práci s daty, zatímco *Layout View* je použit pro vytvoření mapového výstupu, zobrazuje výřez mapy na stránce. Tyto dva módy jsou propojené a změny se projevují v obou. ArcGIS podporuje pokročilé nastavení symbologie a vytváření kartogramů či kartodiagramů. Tato nastavení se pak promítají v legendě. V *Layout View* lze zobrazit vodící linky a mřížku pro přesnější pozicování a přidávat mapové elementy: legenda, měřítko grafické a číselné, směrovou růžici, titulky, text, dynamický text, rámeček, obrázek, jiný objekt (tabulku, graf). Možnosti nastavení vlastností pro jednotlivé prvky je velice široké, což umožňuje uzpůsobit mapový výstup svým představám. Při velkém množství dat je pro urychlení práce vhodné nevykreslovat objekty, ale zobrazovat je pouze jako šedé obdélníky s popisem (*Draft mode*), toto řešení je dostupné i v jiných programech. ArcMap dovoluje poměrně pokročilou práci s vektorovou grafikou, lze kreslit základní tvary, seskupovat je, zarovnávat, rotovat či měnit jejich hladinu.

Většinu výše jmenovaných funkcionalit mají i jiné takto specializované programy. Co již tak běžné není, je použití více datových rámců (*Data Frame*), například QGIS tuto funkcionalitu neposkytuje. Důsledkem je možnost umístit na stránku více mapových rámců (výřezů) zobrazujících *různá* data. Tato vlastnost se využívá, chceme-li například zobrazit centrum města ve větším měřítku a méně generalizované než je zbytek mapy.

Další zajímavou vlastností je tvorba šablon pro mapové výstupy a s tím souvisí i tzv. *Řízené mapové listy* neboli *Data Driven Pages*. Tímto nástrojem lze najednou vygenerovat sadu mapových výstupů. Například pro data obsahující okresy ČR lze velice jednoduše vytvořit sadu stejně vypadajících mapových výstupů zobrazujících jednotlivé okresy.

⁵<http://www.esri.com/>

⁶<http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>

1.1.2 gvSIG

GIS gvSIG⁷ je open source software šířený pod licencí *GNU General Public License*⁸ (GNU GPL). Je lokalizovaný do mnoha jazyků včetně češtiny a dostupný na všech běžných platformách (GNU/Linux, MS Windows, Mac OS X). Existuje i produkt gvSIG Mobile určený pro použití v mobilních zařízeních. gvSIG je napsán v programovacím jazyce Java, díky čemuž má mnoho aktivních vývojářů.

Projekt programu gvSIG se skládá ze tří hlavních částí – *View*, *Table* a *Map*, v poslední jmenované pak probíhá tvorba mapových výstupů. View je obdobou datového rámce v ArcGISu. Na stránku lze tedy umístit více mapových rámců, u každého se pak zvolí, který View bude zobrazovat. Podporované mapové elementy a možnosti symbologie jsou obdobné jako u ArcGISu, navíc umí gvSIG přímo vložit lokalizační mapku, to je sice u ArcGISu také možné, ale tato funkce není tak jednoduše přístupná. Drobné rozdíly oproti ArcGISu najdete v možnostech nastavení vzhledu jednotlivých elementů, které nejsou tak široké. Nicméně pro uživatele většinou není podstatné, jestli má na výběr mezi 50 nebo 100 různými směrovými růžicemi, když se navíc většina z nich pro běžné mapové výstupy nehodí. Co mne trochu zklamalo, byla legenda, jejíž vlastnosti se poměrně špatně nastavovaly. Pro více sloupců je potřeba ji nejprve rozložit na jednotlivé grafické elementy a pak s ní pracovat jako s vektorovou grafikou. Co se týče exportních formátů, gvSIG podporuje pouze PS a PDF⁹, zatímco ArcGIS má daleko širší výběr. To ale dnes není tak důležité vzhledem k existujícím grafickým editorům, které jsou schopné načíst a konvertovat velké množství formátů.

1.1.3 QGIS

Quantum GIS¹⁰ je rychle rostoucí GIS projekt psaný v C++/Qt, je opět šířený pod licencí GNU GPL. Pro tvorbu mapových výstupů slouží *Map Composer*, jehož funkcionality plně nedosahuje úrovně programů ArcGIS ani gvSIG, nicméně pro ne příliš sofistikované mapové výstupy je to výborný prostředek.

⁷<http://www.gvsig.org>

⁸<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

⁹http://www.adobe.com/devnet/pdf/pdf_reference.html

¹⁰<http://www.qgis.org>

Map Composer umožňuje sice vložit více mapových rámců, ale zobrazují pouze stejná data. Lze přidat standardní mapové elementy jako měřítko, legenda, text, atributovou tabulku, obrázek, jednoduché tvary. Směrová růžice se přidává v rámci obrázků. QGIS nabízí podobné volby symbologie a vytváření kartodiagramů, a i když ještě není v této oblasti na takové úrovni jako předchozí dva programy, výrazně v tomto směru od předchozích verzí pokročil. Legenda pro vektorové vrstvy se chová v QGISu standardně, ale pro rastr v podstatě nefunguje. Pro pozicování objektů je k dispozici mřížka s nastavitelnými parametry a volitelným přichytáváním. Dobře funguje i zobrazení souřadnicové sítě s popisky. Zajímavou vlastností je přidání atributové tabulky pro zvolenou mapovou vrstvu, z tabulky se dají vybrat pouze některé atributy a také lze vhodně záznamy seřadit. Podobnou funkcionalitu z porovnávaných programů poskytuje pouze ArcGIS.

1.1.4 GMT

GMT neboli *Generic Mapping Tools*¹¹ je software specializovaný na zobrazení dvou- a třírozměrných dat v mnoha kartografických projekcích, jejich analýzu a další zpracování (vzorkování, fitování, triangulace a jiné). Software GMT vznikl od roku 1998 pod licencí GNU GPL, skládá se z více podprogramů (přes 60), které jsou napsány v jazyce C. Je především určen pro unixové systémy, i když na operačním systému Windows jej lze za určitých podmínek také používat. Oproti výše zmíněným programům se GMT odlišuje jednak vysokou specializací na mapové výstupy a také způsobem ovládání. GMT je totiž ovládán pomocí příkazové řádky, kdy jednotlivé programy jsou typicky volány ve skriptu, což umožňuje automatizaci úkonů a zvyšuje efektivitu. Vzhledem k množství různých nastavení by bylo velice obtížné vytvořit použitelné GUI, které by nabízelo stejnou funkcionalitu. Existuje sice několik málo GUI, například *iGMT*¹², nicméně tyto projekty se příliš nerozvíjí. GMT je proto určen především pro inženýry a vědecké pracovníky, využíván je nejen v geografii, ale i v matematických, fyzikálních či medicínských výzkumech a také v komerční sféře. Naučit se ovládat tento software je relativně náročné, odměnou jsou ale efektní a originální mapové výstupy. Na stránkách GMT [19] je dostupný manuál, tutoriál a mnoho příkladů i s potřebnými daty.

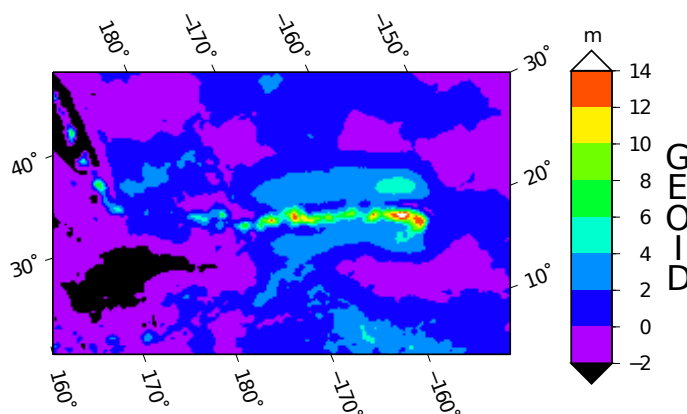
¹¹<http://www.soest.hawaii.edu/gmt>

¹²<http://geodynamics.usc.edu/~becker/igmt>

Popisovat veškerou funkcionalitu GMT je již nad rámec tohoto textu, variabilita mapových výstupů je tak vysoká, že zkušený uživatel dokáže s GMT vykreslit téměř cokoliv. Z nejčastěji používaných příkazů, které slouží přímo k vykreslování map a mapových elementů, zmíním například `grdimage` pro zobrazení rastrových dat, `psbasemap` pro mapový rámec a existují další jako `pslegend`, `psscale`, `pstext`. Jak názvy programů naznačují, hlavním výstupem z GMT je PostScript. V porovnání s mapovými výstupy z ostatních programů jsou výstupy z GMT zajímavější, obzvláště znatelné je to například pro legendu. Legenda v ArcGISu si bude i přes různá nastavení pořád podobná, s GMT tomu tak být nemusí (i když za cenu větší námahy).

Na ukázkou zde uvádím zkrácený příklad převzatý z [19, příklad č. 2].¹³ Jak je z ukázky patrné, nastavení parametrů příkazů není příliš čitelné. Výsledný mapový výstup je na obrázku č. 1.

```
#!/bin/bash
ps=./example_2.ps
makecpt -Crainbow -T-2/14/2 > g.cpt
grdimage HI_geoid2.nc -R160/20/220/30r -J0c190/25.5/292/69/4.5i \
-E50 -K -P -B10 -Cg.cpt -X1.5i -Y1.25i > $ps
psscale -Cg.cpt -D5.1i/1.35i/2.88i/0.4i -O -K -Ac \
-B2:GEOID::m: -E >> $ps
```



Obrázek 1: Ukázka mapového výstupu GMT

¹³Pro spuštění skriptu (na unixových systémech) předpokládám, že cesta k příkazům GMT je v proměnné PATH (vyhledávací cesty spustitelných souborů) a že je přítomný soubor `HI_geoid2.nc` v adresáři se skriptem.

1.1.5 GRASS GIS – ps.map

GRASS GIS¹⁴ (více v části 2 na straně 28) jakožto významný představitel open source geografických informačních systémů má v tvorbě mapových výstupů značné rezervy. Prakticky jediným vhodným nástrojem, kterým GRASS GIS v současnosti disponuje, je modul *ps.map*.¹⁵

Pro uživatele je základním rozdílem mezi *ps.map* a ostatními programy pro tvorbu mapových výstupů absence GUI. To je pro většinu uživatelů velký problém, částečně proto není tento modul příliš využíván. Mapový výstup je ovládán konfiguračním souborem, což je obyčejný textový soubor s instrukcemi, co se má kam vykreslit. Po technické stránce je tento modul podrobněji popsán v části 2.3.

Dalším výrazným rozdílem je oddělenost tvorby mapového výstupu od zbytku programu. To se projevuje tím, že je nutné explicitně uvést všechny mapové vrstvy, které se mají zobrazit, a také nastavit jejich vzhled, nehledě na mapové vrstvy aktuálně zobrazované v GUI GRASSu. Modul *ps.map* nevytváří tematické mapy přímo, lze si ale pomoci modulem *d.vect.thematic*, který umí vygenerovat příslušnou část konfiguračního souboru.

Mapový výstup *ps.map* obsahuje většinu běžných prvků jako legenda, měřítko apod. Možnosti nastavení jejich vzhledu nejsou tak široké jako u jiných podobných programů, což v některých případech není na závadu. Od ostatních programů se odlišují také tím, že se v jednom mapovém výstupu může daný mapový prvek objevit pouze jednou.¹⁶ Toto omezení vadí především u mapového rámce (viz následující část).

Mapový rámec Nevýhodou modulu *ps.map* je chybějící podpora pro více mapových rámců. V jednom mapovém výstupu lze tak zobrazit pouze jednu oblast.¹⁷ Dalším omezením je vykreslení maximálně jedné rastrové mapy (případně složené 3

¹⁴<http://grass.osgeo.org>

¹⁵V současné době je vyvíjen modul *ps.output*, který rozšiřuje možnosti *ps.map* a možná jej v budoucnu nahradí, nicméně zatím je k dispozici jen v GRASS AddOns (http://grass.osgeo.org/wiki/GRASS_AddOns#ps.output).

¹⁶Výjimkou jsou například instrukce *text*, *point*, *line* a *rectangle*.

¹⁷Toto omezení se dá obejít vložením EPS souboru s mapou, ale to není dostatečně komfortní řešení.

vrstvy jako RGB). Vektorových map lze nicméně přidat libovolný počet. Lze u nich nastavit vzhled (symboly, styl čáry, barevnost, výplň, ...) a také například omezit zobrazené prvky atributovým dotazem.

V mapovém rámci lze dále zobrazit zeměpisnou síť (*grid*), popisky (*labels*) nebo zvýraznit uložený region s menším rozsahem.

Legenda Vzhled legendy ps.map se v zásadě příliš neliší od ostatních programů pro mapové výstupy. V podstatě jediným podstatnějším rozdílem je fakt, že ps.map striktně rozlišuje rastrovou a vektorovou legendu. Jde o dva oddělené objekty, což není obvyklé a asi ani žádoucí řešení. Vzhled rastrové legendy závisí na typu dat, je buď spojitá, nebo rozdělená podle kategorií, to je běžné i v ostatních programech.

Měřítko Je třeba odlišit grafické a číselné měřítko, opět jde o dva odlišné objekty. U grafického měřítka sice modul nabízí pouze dva různé styly, což není takové množství jako např. u programu ArcGIS, nicméně stojí za zmínku způsob, jakým se určuje velikost měřítka. Jeho délka je totiž určena délkou zadanou v mapových jednotkách. Obdobný způsob sice ArcGIS, QGIS i gvSIG umožňují také, ale zvláště v případě ArcGISu je pro uživatele těžké se v nastavení vyznat a vybrat to správné. U ps.map proto můžeme považovat jednoduchost nastavení za výhodu, pro většinu mapových výstupů navíc jednoduchý vzhled grafického měřítka postačuje.

Samostatné číselné měřítko modul nenabízí. Je totiž součástí prvku mapinfo, který obsahuje informace o aktuálním zobrazovaném regionu, zobrazované zeměpisné síti a měřítku, viz obr. č. 2. Mapinfo nemá v ostatních programech obdobu, snad kromě ArcGISu, kde lze podobně zobrazit informace o souřadnicovém systému pomocí automaticky generovaného textu (*Dynamic text*).

SCALE:	1 : 103030
GRID:	10000 meters
	4928010
REGION:	589980 609000
	4913700

Obrázek 2: Mapinfo

Směrová růžice Směrová růžice v modulu ps.map není k dispozici, což je velkou nevýhodou, jelikož určení severu je v mapových výstupech obvyklé. Tento problém

lze řešit buď přidáním obrázku ve formátu *EPS*¹⁸, nebo lze šipku vytvořit složením z jiných grafických objektů (postup lze najít na webové stránce [8]).

Další možnosti Modul dále umožňuje kreslit základní tvary jako obdélník, linii a bod. K mapovému výstupu lze připojit hlavičku, kde jsou uvedeny základní informace o mapě. Text hlavičky je uložen v externím souboru, používá speciální formátovací značky pro vložení aktuálního data, názvu rastru, *lokace* (viz část 2.1) apod. Jinak mapový výstup může samozřejmě obsahovat jakékoli množství textu, ten lze různě barevně zvýrazňovat. Texty lze modulem *ps.map* umisťovat na konkrétní pozici zadáním mapových souřadnic, což ostatní programy nepodporují.

1.2 Porovnání programů z hlediska uživatelského rozhraní

Uživatelé komunikují s programem vždy přes určité rozhraní. V dřívějších dobách komunikace probíhala přes příkazovou řádku (*CLI* – Command Line Interface) nebo přes textové uživatelské rozhraní (*TUI*), dnes tento způsob ustupuje ve prospěch grafického uživatelského rozhraní (*GUI*). Každý způsob má svá pro a proti, například používání příkazové řádky může být velice efektivní, ale pouze pro odborníky. Naopak *GUI* umožňuje používání programu běžným uživatelům a pokud je dobře navrženo, rychle si program osvojí a rádi ho používají. Pro některé oblasti, jakou je například i GIS, je *GUI* velice potřebné, protože je třeba zobrazovat data a manipulovat s nimi interaktivně.

1.2.1 Obecné zásady GUI

GUI je dnes natolik samozřejmou součástí aplikace, že jej mnoho uživatelů považuje za program samotný a neuvědomuje si, že jde pouze o rozhraní. Pokud je *GUI* navrženo špatně, může být samotný program sebelepší a přesto jej nebude chtít nikdo používat.¹⁹ Navrhnout dobře vypadající a funkční *GUI* není vůbec jednoduché a to především u rozsáhlých programů se širokou funkcionalitou.

Následuje několik obecných zásad, které by se při tvorbě *GUI* měly dodržet, obzvláště jde-li o větší projekt. Tyto zásady jsou převzaty z knihy [2] a okomentovány.

¹⁸http://partners.adobe.com/public/developer/en/ps/5002.EPSF_Spec.pdf

¹⁹Naopak to samozřejmě platí také.

Zaměřit se na uživatele, jejich znalosti a potřeby. Při návrhu GUI se musí brát v úvahu, jaká je cílová skupina uživatelů, jejich počítačová gramotnost a znalost oblasti, které se program týká. Dále je třeba porozumět činnostem, které uživatelé v současnosti provádí a vědět, jak často jsou vykonávány.

Nejprve si rozmyslet celkové uspořádání. Nemá smysl navrhovat GUI, když není jasné, jakou funkcionalitu bude uživatelům nabízet. U větších projektů je vhodné začít s konceptuálním modelem popisujícím uspořádání dat, manipulace s nimi, interakce s uživatelem, a až následně přemýšlet, jaký vzhled má aplikace mít.

Vžít se do role uživatele. Software by neměl nutit uživatele, aby přemýšlel, jak to vývojář programu myslel. Je třeba používat termíny, kterým uživatelé rozumí a ne na ně mluvit výrazy běžnými mezi programátory. Vžít se do role uživatele znamená i zvolit rozumnou hranici mezi zpřístupnění veškeré funkcionality programu a složitostí jeho ovládání. I velice obsáhlý software může být ovladatelný, pokud se použijí vhodné prostředky: průvodce nastavením, zakrytí pokročilých nastavení, použití vhodných implicitních hodnot či nabídka vzorových řešení (šablon).

Běžné činnosti musí být jednoduše dostupné. Je důležité rozlišit, kolik uživatelů danou činnost provádí a jak často. Obecně platí, že čím častěji je daná funkcionalita potřebná, tím méně kliknutí myši by měl uživatel vykonat. Zároveň čím více uživatelů danou funkcionalitu používá, tím nápadnější by měla být, aby ji všichni uživatelé byli schopni nalézt. Proto je potřeba se v návrhu GUI daleko více zabývat běžným pracovním úkonům než okrajové funkcionalitě.

Neodvádět pozornost uživatele od svých vlastních úkolů. Špatně navržená GUI uživatele nutí přemýšlet, jak je ovládat, místo toho, aby se věnovali své práci. Smysl jednotlivých ovládacích prvků a nastavení by proto měl být zřejmý.

Ulehčit uživatelům osvojování nového softwaru. Mimo jiné to znamená neklást uživatelům překážky, například v podobě nejednoznačných popisků a

symbolů. Tvůrci softwaru by měli v rozumné míře dbát na jednotnost a konzistenci ovládání programu, tím se učení usnadní. Další potřebnou vlastností je bezpečnost, tedy pokud uživatel udělá chybu, mělo by být snadné situaci napravit. Uživatelé tak mohou s klidem zkoumat další funkcionalitu a nemusí se bát, že něco zkazí.

Podstatné je dodávat informace a ne pouze data. Pokud program zobrazuje data, kterých si kvůli špatnému umístění nebo nedostatečnému zvýraznění nikdo nevšimne, nepřináší uživatelům vlastně žádné informace. Zároveň není vhodné při zobrazení nových informací výrazně měnit stávající situaci na obrazovce počítače, jako například pozici kurzoru či oken. To uživatele pouze dezorientuje a znejistí.

Reagovat a informovat. Pokud aplikaci trvá vykonání některého příkazu delší dobu, je nutné uživatele informovat, že skutečně vykonává jeho příkaz, a také případně sdělit, jak dlouho to ještě potrvá. U delších procesů je vhodné nabídnout jejich předčasné ukončení. Pokud uživatel neví, co se s programem děje, zkouší klikat na všechna možná tlačítka, což zaneprázdněné aplikaci nepomůže. I když je aplikace poměrně pomalá, může být vnímaná jako rychlá, pokud dává uživateli vědět, co se právě děje.

Testovat, vyhodnotit, opravit. Některé chyby se dají zjistit, až když s programem začnou uživatelé pracovat. Testování je třeba provést samozřejmě před uvolněním softwaru. Pokud je tedy vývoj programu časově omezen, je nutné počítat i s časem stráveným nad vyhodnocením testování a následnými opravami.

Následující porovnání GUI výše zmíněných GIS programů shrnuje jejich celkovou ovladatelnost a vzhled. Kromě toho upozorňuji na několik chyb v GUI, na které jsem při testování softwaru narazila, abych mohla uvést konkrétní případy porušení obecných zásad. Snažila jsem se hodnotit nezávisle na tom, že s některými z programů mám zkušenosti, nicméně vždy také chci vyjádřit svůj osobní názor.

1.2.2 ArcGIS

ArcGIS je software se širokou funkcionalitou, jeho GUI tedy muselo být řešeno velice pečlivě, aby byl program ovladatelný. Tento nelehký úkol se víceméně zdařil, tomu napovídá i obrovský počet uživatelů ArcGISu. Typickými prvky GUI jsou modální dialogy (nelze pracovat s programem, dokud s dialogové okno neukončí), panely nástrojů (*toolbar*), záložky pro navigaci v dialogu (*tab*) a místní nabídka na pravé tlačítko myši (*context menu*). ArcGIS zvolil pro své GUI uspořádání označované jako *SDI* (*Single Document Interface*). To znamená, že operační systém s jednotlivými okny aplikace zachází samostatně, okna používají vlastní panely nástrojů a nemají své „rodiče“, více viz [16].

GUI ArcGISu celkově trpí problémem vyplývajícím z jeho široké funkcionality. Nezkušenému uživateli asi bude chvíli trvat, než se jej naučí ovládat, protože bude přehlcn všemi možnými nastaveními. Osobně jsem se při porovnávání funkcionality v kapitole 1.1.1 potýkala s problémem, že jsem se domnívala, že ArcGIS určitou funkcionalitu nepodporuje, protože jsem ji nenalezla. Až v návodu na internetu [18] jsem zjistila opak.

Zde je uvedeno několik problémů, na které jsem při testování narazila:

Mnoho úrovní dialogových oken Z některých dialogových oken lze vyvolat další a tímto způsobem se lze dostat v jejich hierarchii velice hluboko, zejména při nastavování vzhledu symbolů. Uživatel může být dezorientován několika úrovněmi dialogových oken, proto by zanoření nemělo přesáhnout dvě úrovně.

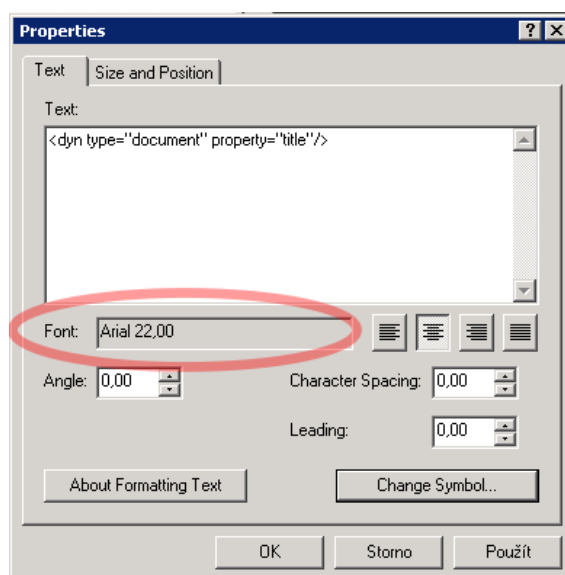
Dvě řady záložek Některá dialogová okna (například *Data Frame Properties*) mají dvě řady záložek, což není vhodné řešení. Při označení záložky z horní řady se celá řada přesune dolů, což uživatele může překvapit a tím odvést jeho pozornost od původního záměru. Pokud je záložek tolik, že se nevejdou do jedné řady, je třeba zamyslet se nad použitím jiného ovládacího prvku.

Implicitní chování kolečka myši Přibližování a oddalování mapy lze ovládat kolečkem myši, nicméně otáčení kolečka od sebe vyvolá oddálení, což u většiny podobných programů funguje přesně opačně. To je nepříjemná vlastnost, zvláště

když vykreslování trvá poměrně dlouho. Jak jsem zjistila, toto nastavení lze změnit, mnohé uživatele ale možná nenapadne toto nastavení hledat.

Složitě nastavení písma Typickým příkladem porušení zásady, že běžné činnosti musí být jednoduše dostupné je dialogové okno pro nastavení vlastností písma u vkládaného textu, viz obrázek č. 3. Obvyklým požadavkem je nastavení fontu a jeho velikosti, naopak volba úhlu rotace a velikosti mezer mezi znaky se často nepoužívá. Tyto požadavky dialog vůbec nerespektuje, pokud uživatel chce změnit velikost fontu (a to chce téměř pokaždé), musí kliknout na tlačítko *Change Symbol...*, které otevře další dialogové okno s nastavením. Popisek tlačítka je matoucí, protože uživatel nechce měnit symbol, ale font. Toto důležité tlačítko navíc poněkud zaniká v celkovém rozvržení, je ve stejné úrovni jako ne příliš důležité tlačítko nápovědy. Tvůrci si tohoto problému evidentně byli vědomi, jelikož se snaží situaci napravit jemným zvýrazněním důležitého tlačítka. Na tomto dialogu lze demonstrovat ještě jednu drobnou chybu, a tou je nesprávné použití textového pole (*text box*, *edit field*) místo popisku (*label*). Vyvolává totiž dojem, že font lze takto editovat.

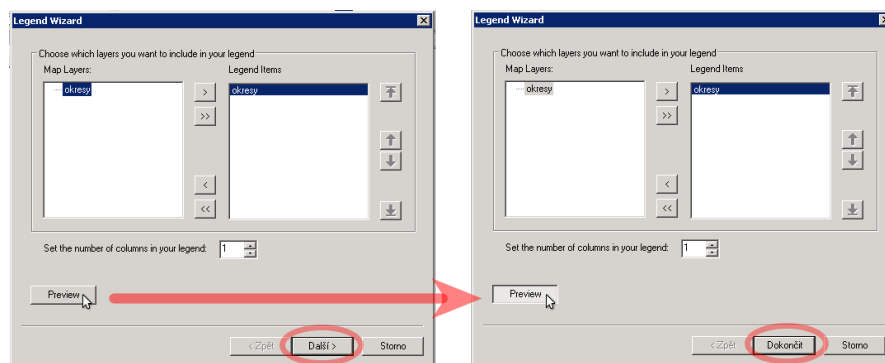
Řešení problému složitě nastavení fontu nemusí být obtížné, stačilo by dát uživateli možnost nastavit font a velikost přímo v tomto dialogu a tlačítko *Change Symbol...* nahradit *Advanced settings...*



Obrázek 3: ArcGIS: Příklad špatně navrženého dialogu

Průvodce nastavením legendy Nastavení legendy je poměrně složité, proto ArcGIS při vkládání legendy spustí průvodce nastavením, což je určitě vhodné řešení. Má ale některé chyby. Pokud v kterémkoli kroku zmáčknete tlačítko *Náhled* (*Preview*), zobrazí se legenda a kromě toho se také změní tlačítko *Další* na *Dokončit*. Uživatel si pak klade otázku, proč musí nejprve zmáčknout nesouvisející tlačítko *Náhled*, aby mohl zbytek průvodce nastavením přeskočit. Proč nemůže být tlačítko *Dokončit* přítomné neustále?

Koncept průvodce nastavením má ještě jednu chybu. Pokud chcete vytvořenou legendu vzápětí měnit, otevře se dialog se záložkami, které ovšem strukturou a použitými názvy příliš neodpovídají průvodci nastavením, což vede ke zmatení uživatele.



Obrázek 4: ArcGIS: Neočekávané chování průvodce nastavením legendy

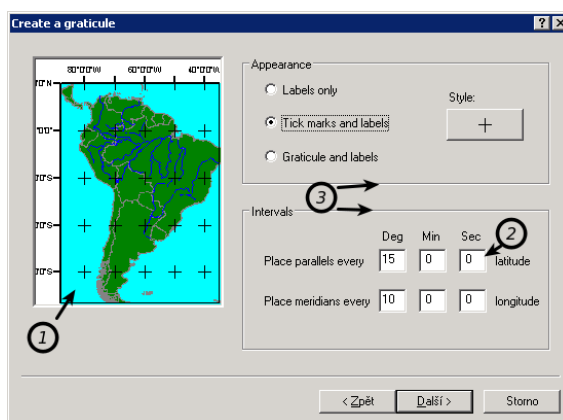
Průvodce nastavením zeměpisné sítě U průvodce nastavením zeměpisné sítě jsem narazila na chybu, která se projeví, když se chce uživatel vrátit k předchozím krokům. Průvodce totiž obnoví implicitní hodnoty, takže uživatel, který se chtěl jen podívat o krok zpět, aby se ujistil o správném nastavení, musí vše nastavovat znovu. Na tento problém jsem v ostatních průvodcích nenarazila.

ArcGIS má GUI velice propracované, proto bych chtěla několik detailů vyzdvihnout:

Místní nabídka (*Context Menu*) Nabídka vyvolaná zmáčknutím pravého tlačítka myši, která je v ArcGISu hojně využívána, je efektivním nástrojem, díky

kterému se uživatel rychle dostane, kam potřebuje. Navíc orientaci v nabídce usnadňují postranní ikonky, díky kterým uživatel hned pochopí, co funkce znamená.

Rozvržení ovládacích prvků Většina dialogových oken má uspokojivé rozvržení jednotlivých ovládacích prvků a zároveň je i správně používá. Obecně platí, že rozvržení musí respektovat, zda prvky spolu souvisí či ne. Příklad na obrázku č. 5 ukazuje jedno z možných správných řešení, které má následující výhody: 1) obrázek zobrazuje vliv různých přepínačů a tím usnadňuje uživateli volbu; 2) vhodné rozdělení a popis textových polí jasně uživateli sděluje, v jakém formátu má co kam zadat; 3) vhodně použité rámečky vizuálně sdružují související ovládací prvky.



Obrázek 5: ArcGIS: Příklad vhodného rozvržení a použití ovládacích prvků

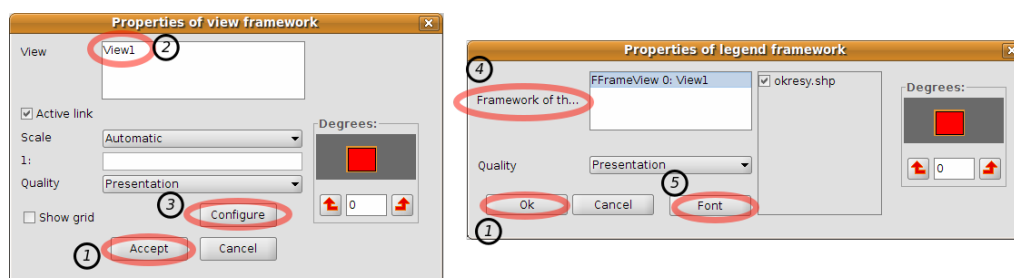
Použití panelů nástrojů Funkcionalita ArcGISu je přístupná nejlépe pomocí různých panelů nástrojů (*toolbar*). Výhoda je, že pokud uživatel určitou funkcionalitu nepotřebuje, může panel zavřít a ten pak zbytečně nepřekáží. Zároveň se panely dají různě posouvat, jsou součástí lišty nebo mohou stát samostatně.

1.2.3 gvSIG

Na rozdíl od ArcGISu zvolil gvSIG typ rozhraní *MDI* (*Multiple Document Interface*), vyznačující se jedním rodičovským oknem. To vlastní jednotlivé dokumenty (v prostředí gvSIGu výše zmiňované Map, View, Table) jako své potomky, kteří sdílí společný panel nástrojů. MDI může být obtížnější na ovládání, záleží na konkrétní

implementaci, více viz [17]. V případě gvSIGu je problémem například měnící se panel nástrojů v závislosti na aktivním okně, což je značně matoucí.

U GUI programu gvSIG je patrná mírná nekonzistentnost ve vzhledu dialogových oken. Některá dialogová okna se nápadně podobají těm v ArcGISu. Na první pohled je to patrné v dialogu nastavujícím vlastnosti vrstev, v záložce symbologie. Tato podoba ale není na závadu, uživatel se tak při použití nového programu nemusí nic učit. Většina ostatních dialogových oken už ale podobná není. Na obrázku č. 6 jsou patrné některé drobné chyby, které vysvětlím: 1) nekonzistence v popisu tlačítek – stejná funkce ale jiný popis; 2) při otevření dialogového okna je sice uvedena nabídka možností, ale žádná není vybrána, uživatel si toho nevšimne; 3) ukázka nevhodného rozložení ovládacích prvků, lze jen těžko předpokládat, že tlačítko *Configure* patří k zaškrtačkovému poli *Show grid*; 4) uživatel netuší, co si má za tři tečky doplnit; 5) opět nevhodné rozložení ovládacích prvků, nastavení fontu nesouvisí s ostatními tlačítky v řadě.



Obrázek 6: gvSIG: Nekonzistence a chyby ve vzhledu dialogových oken

Další věcí, se kterou jsem nebyla příliš spokojená, je panel nástrojů. Při přesouvání jednotlivých částí nereagoval, jak bych čekala. Navíc ovládáním pohledu („zoomování“) se zabývalo tolik podobných tlačítek, že ve výsledku jsem netušila, které zvolit. To by nevadilo, kdyby šlo přibližovat kolečkem myši, což ale nefunguje. Jak je vidět na obrázku č. 7, dvě naprosto stejné ikonky mají různé významy (první ručička pohybuje se zobrazovanými daty ve výřezu, druhá pohybuje celou stránkou). Navíc zobrazená kontextová nápověda je evidentně chybná.



Obrázek 7: gvSIG: Část panelu nástrojů

Celkově není GUI navrženo špatně, na druhou stranu mne nenapadá, co bych na něm vyzdvihla. Drobné nedostatky a dokonce i překlepy bohužel trochu kazí celkový dojem. Z estetického hlediska není GUI silnou stránkou programu, nicméně to je pouze můj osobní názor.

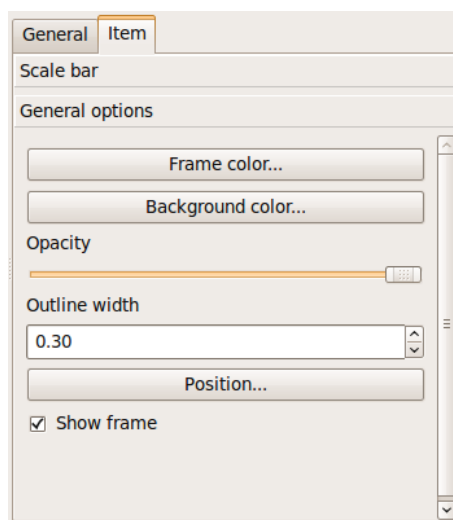
1.2.4 QGIS

GUI programu QGIS nepůsobí složitě i díky tomu, že QGIS nenabízí takové množství různých nastavení. Stejně jako ArcGIS používá uspořádání SDI, což zlepšuje přehlednost. V rámci porovnání se zaměřím převážně na GUI pro tvorbu mapového výstupu – Map Composer. Je tvořen samostatným oknem a má vlastní panel nástrojů, sdílí ale data a jejich symbologii. Tím se liší od ArcGISu i gvSIGu, které mají tvorbu map v různé míře integrovanou v okně aplikace. Částečné oddělení od zbytku programu má své výhody a nevýhody, mne osobně vyhovuje více než plná integrace, protože zjednodušuje ovládání. Když chce uživatel vytvářet mapový výstup, nezajímá ho většinou jiná funkcionality a spíše mu ostatní panely nástrojů překáží.

Zatímco u programů ArcGIS a gvSIG se vlastnosti jednotlivých mapových elementů nastavují v samostatných dialogových oknech, QGIS soustřeďuje nastavení do dvou záložek, v první je obecné nastavení a obsah druhé se dynamicky mění podle vybraného mapového elementu. Aby se všechny volby do záložky vešly, jsou volby rozčleněny do jednotlivých panelů, které se podle potřeby odkrývají a zakrývají, viz obrázek č. 8. Tento ovládací prvek nemá ustálený název a pro některé uživatele může být nezvyklý. Mne osobně přijde velice užitečný, protože ušetří mnoho místa a zároveň jsou volby dostupné a přehledně uspořádané pod sebou. Neuškodilo by však větší zvýraznění jednotlivých položek.

Map Composer používá k ovládání pohledu na mapu pouze tři tlačítka na panelu nástrojů a postranní lišty. I když je ovládání méně komfortní, má tu výhodu, že se uživatel nemusí dlouze zamýšlet nad tím, které z mnoha podobných tlačítek s lupou je to správné.

GUI QGISu je poměrně jednoduché i proto, že program neposkytuje tak široké možnosti. Pro mnoho uživatelů to však může znamenat i výhodu, jelikož není třeba provádět tolik voleb. Z estetického hlediska mi GUI QGISu vyhovuje ze všech výše



Obrázek 8: QGIS: Hlavní ovládací prvek

jmenovaných programů asi nejvíce, což je sice nepodstatné kritérium při volbě softwaru, ale hezké GUI dokáže zpříjemnit jeho používání.

1.3 Shrnutí porovnání

Je důležité, aby software pro mapové výstupy splňoval poměrně konzervativní kartografické zásady, a na to nejsou potřeba desítky různých nastavení. Příliš široké možnosti v nastavení mají několik důsledků. GUI musí být nutně složitější, aby pokrylo veškerou funkcionalitu, je tedy náročnější ho navrhnout. Například v případě ArcGISu, který je z vybraných programů s GUI nejrozsáhlejší, se GUI dá považovat za poměrně dobře navržené. Dalším důsledkem rozsáhlých nastavení je fakt, že podněcují nezkušené uživatele, aby vyzkoušeli a použili všechna dostupná nastavení, což posléze vede k překombinovanému a nevkusnému výsledku. To hrozí hlavně u programů s GUI, nastavování přes příkazovou řádku u GMT totiž vyžaduje větší soustředění.

Při rozhodování, který software zvolit, je dobré se zamyslet nad tím, jaká funkcionalita je potřebná a kolik financí a času lze investovat. Některé programy jako GMT (či proprietární software *OCAD*²⁰) jsou specializované na tvorbu mapových výstupů, v některých jiných oblastech GISu by ale pravděpodobně nedostačovaly. Také je

²⁰<http://www.ocad.com/en/index.htm>

nutné zvážit, v jakém formátu jsou dostupná data, programy pracují s daty v různých formátech a konverze jsou sice běžnou součástí funkcionality programů, ale ne vždy proběhnou bez problémů. Jedním z dalších faktorů je kvalifikovanost uživatelů – práci s ArcGISem zvládne i méně zkušený uživatel, naopak u GRASSu a GMT je vhodná alespoň částečná znalost z oblasti GIS a informačních technologií.

1.3.1 Ukázky mapových výstupů

V příloze D, v částech D.1 až D.3 jsou k nahlédnutí mapové výstupy vytvořené v programech ArcGIS, QGIS a ps.map (prostřednictvím nového GUI wx.psmmap). Výstupy jsou vytvořeny s podobnou kompozicí a ze stejných dat (ukázková data z digitální vektorové geografické databáze ArcČR 500 dostupná z [13]). Výstupy jsou vytvářeny tak, aby si byly co nejvíce podobné, ale zároveň, aby ukázaly alespoň některé rozdíly mezi programy. Tyto mapové výstupy jsou velice jednoduché a mají za cíl pouze demonstrovat vzhled základních mapových prvků jako legenda, měřítko a textový popis. Výstupy obsahují jednu rastrovou a několik vektorových vrstev. Jejich zobrazení se v podstatě neliší. Největší rozdíl lze pozorovat u legendy. Jak bylo již zmíněno v části 1.1.3, QGIS se nedokáže vypořádat s rastrovou legendou. Grafické měřítko je u všech výstupů podobné, pouze QGIS neumožňuje vynechat popisky nad segmenty měřítka. Číselné měřítko u modulu ps.map bylo nahrazeno objektem mapinfo (viz 1.1.5). Směr na sever není ve výstupu z wx.psmmap dostupný. U výstupu z programu ArcGIS je přidána orientační mapka, ta u ostatních výstupů nelze jednoduše vytvořit a tudíž chybí. Text je záměrně uveden v anglickém jazyce, protože ps.map češtinu nepodporuje.

V příloze D.4 a D.5 je ukázka vizualizace dat *ZABAGED*, laskavě poskytnutých ČÚZK²¹ (*Český úřad zeměměřický a katastrální*). Použila jsem již hotový mapový výstup vypracovaný v rámci předmětu Topografická a tematická kartografie [15] v programu ArcGIS a podobný výstup jsem vytvořila prostřednictvím wx.psmmap. Bylo vynecháno několik vrstev, které buď nebyly podstatné, nebo je nešlo adekvátně zobrazit (lanovka), a také číselné měřítko z výše zmíněných důvodů. Legendu jsem nevyhotovovala, její vzhled by byl podobný jako v ukázce D.3. Titulek a tiráž jsou v anglickém jazyce, viz výše. Výsledek ukazuje, že s pomocí modulu ps.map

²¹<http://www.cuzk.cz>

(prostřednictvím wx.psmapi) lze dosáhnout mapových výstupů kvalitativně srovnatelných s ArcGISem.

2 Systém GRASS GIS

GRASS GIS (*Geographical Resources Analysis Support System*) je jedním z nejrozsáhlejších *Free Software*²² geografických informačních systémů, publikovaných pod licencí GNU GPL. Obsahuje více než 400 programů pro správu prostorových dat, zpracování obrazových dat leteckých a družicových snímků, analýzu a vizualizaci dat rastrových a vektorových. Mnoho dalších modulů je aktivně vyvíjeno v rámci *GRASS AddOns*²³, aby mohly být v budoucnu součástí hlavní distribuce GRASSu. GRASS GIS je napsán v jazyce C/C++ a je multiplatformní.

GRASS GIS je projektem s dlouhou historií [1]. Byl vyvíjen od roku 1982 laboratoři v USA (*USA-CERL*²⁴) pro vojenské účely. Koncem 80. let poskytl CERL zdrojové kódy veřejnosti a GRASS se během několika let rozšířil po celém světě. Vývoj převzaly *Baylor University* v Texasu, *Universtät Hannover* a další instituce pod souhrnným názvem *GRASS Development Team*. V roce 1998 byla uvolněna verze GRASS 4.2.1 a v současnosti je poslední uvolněnou verzí GRASS 6.4.1²⁵. Vývoj nyní probíhá na nejnovější verzi GRASS 7, která sice ještě není plně připravená k uvolnění, ale je funkční.

Pro více informací o vývoji, funkčnosti a použití GRASS GIS nahlédnete do knihy [1] nebo na oficiální webové stránky <http://grass.osgeo.org>. Postup instalace pro operační systém *GNU/Linux*, distribuci *Debian* a *Ubuntu* lze najít v příloze A nebo detailněji na webových stránkách [12].

2.1 Základní pojmy

Jelikož jsou v dalším textu použity některé pojmy specifické pro GRASS, je třeba je alespoň trochu přiblížit čtenářům bez předchozích znalostí systému GRASS. Tyto

²²<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>

²³http://grass.osgeo.org/wiki/GRASS_AddOns

²⁴<http://www.cecer.army.mil>

²⁵http://grass.osgeo.org/announces/announce_grass641.html

pojmy (čerpáno z návodů na cvičení [14]) souvisí především se strukturou dat, kterou GRASS používá. Pro podrobnější informace náhledněte do [1].

Database neboli databanka představuje adresář (často bývá nazýván *grassdata*), který obsahuje veškerá data, s nimiž GRASS pracuje.

Location neboli lokace je adresář nacházející se v databance. Určen je souřadnicovým systémem a územním rozsahem. Jedna lokace většinou odpovídá jednomu projektu.

Mapset je soubor map (rastrové, vektorové, ...) v rámci jedné lokace. Jedna lokace obsahuje minimálně jeden mapset s názvem *PERMANENT*, který slouží jako zdroj dat pro další mapsety, které jsou pracovní. Tyto mapsety zpravidla odpovídají jednotlivým uživatelům, případně různým analýzám.

Region určuje územní rozsah ve tvaru obdélníku a také rozlišení u rastrových map. Jde o klíčový pojem, protože při práci v GRASSu je třeba nastavení regionu často řešit. Rozlišujeme výchozí region (pro celou lokaci) a aktuální (výpočetní) region. Téměř veškeré manipulace s rastrovými daty se pak týkají aktuálně nastaveného regionu. K nastavení regionu slouží modul *g.region*, který umožní nastavit region podle konkrétní mapy, přímým zadáním hraničních souřadnic, nebo z již uloženého regionu (*named region*).

2.2 GUI systému GRASS

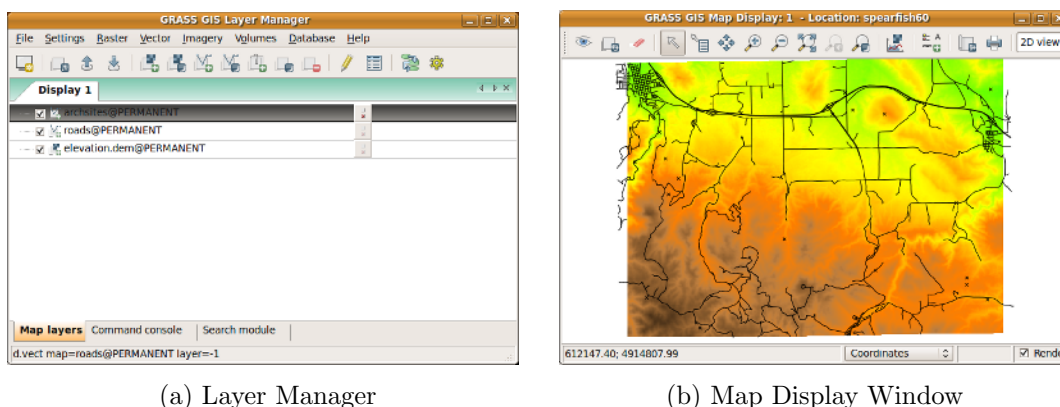
Původně byl systém GRASS GIS ovládán pouze z příkazové řádky, ostatně v dobách jeho vzniku nemohla být o něčem jiném ani řeč. Nicméně postupem času vzrůstal ze strany uživatelů tlak na vytvoření GUI. První GUI nazývané *TCLTKGRASS* bylo napsáno v roce 1999 v programovacím jazyce *Tcl* s využitím knihovny *Tk*²⁶. Nástupcem byly v dalších verzích GRASS 6 *Display Manager* a poté *GIS Manager*, stále napsané pomocí *Tcl/Tk*. Vzhledem k omezením *Tcl/Tk* bylo rozhodnuto přepsat GUI pomocí modernější knihovny. Po zvážení různých aspektů (přenositelnost, dostatečná funkcionality, oblíbenost u vývojářů) byl vybrán *wxPython*²⁷, který

²⁶<http://www.tcl.tk>

²⁷<http://www.wxpython.org>

obaluje knihovnu *wxWidgets*²⁸, implementovanou v C++. Nové GUI GRASSu je tedy napsáno v programovacím jazyce Python²⁹. Více informací o vývoji GUI systému GRASS lze najít v [7].

Nové grafické uživatelské rozhraní *wxGUI* bylo vyvíjeno od roku 2006 a je dostupné od verze 6.4. Skládá se ze dvou hlavních komponent – *Layer Manager* a *Map Display Window*, viz obr. č. 9. Layer Manager spravuje mapové vrstvy, umožňuje spouštět GRASS moduly a zobrazuje výstup programů. Map Display Window především zobrazuje mapové vrstvy a ovládá pohled (přiblížení, posunutí). Většina modulů se ovládá prostřednictvím dialogů generovaných z XML popisu jejich rozhraní, některé mají své samostatně vytvořené dialogy.



Obrázek 9: Dvě hlavní komponenty wxGUI v GRASS 7

Alternativou vlastního GUI systému GRASS, je již zmiňovaný program QGIS. Díky úzké spolupráci obou programů, lze QGIS používat i jako GUI pro GRASS a mnoho uživatelů si tento způsob oblíbilo.

2.3 Modul ps.map

Modul *ps.map* je v současnosti nejvhodnější prostředek pro tvorbu mapových výstupů v GRASSu. Další alternativou je zobrazit si potřebné mapové vrstvy v mapovém okně (Map Display Window) a upravit jejich vzhled, případně zobrazit i legendu či měřítko. Zde jsou možnosti poměrně omezené, navíc lze výstup uložit pouze jako

²⁸<http://wxwidgets.org>

²⁹<http://python.org>

rastrový obrázek a celkově tento způsob není příliš vhodný pro tvorbu mapového výstupu.

Modul `ps.map` lze jako většinu modulů používat z příkazové řádky GRASSu nebo prostřednictvím GUI, které je vytvořeno stejným způsobem jako u většiny ostatních modulů, dovoluje tedy zadat parametry příkazu v dialogu. V tomto případě ale spouštění prostřednictvím GUI neskýtá mimořádnou výhodu, jelikož v zásadě většinou stačí zadat jméno již připraveného konfiguračního souboru a souboru výstupního, což je pro mnohé uživatele pohodlnější prostřednictvím příkazové řádky. V příkazové řádce vypadá spuštění `ps.map` takto:

```
ps.map input=/konfiguracni/soubor.txt output=/vystupni/soubor.ps
```

Jak již bylo zmíněno v části 1.1.5, modul vytváří mapový výstup na základě konfiguračního souboru, což je obyčejný textový soubor s instrukcemi. Vytvořit tento soubor je většinou poměrně pracné, umísťování mapových prvků na vhodnou pozici se často neobejde bez vedlejších výpočtů, což ke komfortu používání příliš nepřispívá. Z toho je zřejmé, že v současnosti `ps.map` využívá pouze poměrně úzká komunita uživatelů GRASSu. Nové GUI *wx.psm* přímo vytváří konfigurační soubor, na základě něhož poté `ps.map` vygeneruje mapový výstup. Není pak třeba se konfiguračním souborem zabývat, což může zpříjemnit používání tohoto modulu, a tím i rozšířit řady jeho uživatelů.

2.3.1 Konfigurační soubor

Konfigurační soubor má poměrně jednoduchou strukturu. Skládá se z instrukcí, které musí být na samostatných řádcích. Instrukce mohou obsahovat další dílčí instrukce umístěné opět na samostatných řádcích. Tyto víceřádkové instrukce musí být ukončeny instrukcí `end`, která musí být uvedena i na konci celého konfiguračního souboru. Dílčí instrukce je možné ve většině případů vynechat a pro nastavení dané vlastnosti se použije implicitní hodnota. Komentáře lze zapisovat pomocí znaku `#`, prázdné řádky jsou ignorovány. Pořadí instrukcí většinou nehraje roli s výjimkou instrukcí `vpoints`, `vlines` a `vareas`, které vykreslují vektorové vrstvy. První uvedená vektorová vrstva bude vykreslena nejvýše. Více napoví ukázka jednoduchého konfiguračního souboru na straně 32.

Příklad jednoduchého konfiguračního souboru

```
paper a3
end
raster soils           # příklad jednorádkové instrukce
border y               # příklad vícerádkové instrukce ...
    color 255:0:0
    width 3
end                   # ... ukoncene instrukci end
vpoints archsites
    symbol basic/diamond
    size 10
end
end                   # konec instrukci
```

Význam jednotlivých instrukcí je popsán v manuálové stránce k modulu, která je dostupná buď prostřednictvím GUI nebo na webových stránkách [4].

2.3.2 Volba rozsahu zobrazovaného území

V konfiguračním souboru lze nastavit velikost mapového rámce, čímž je myšlen obdélník s vykreslenou rastrovou či vektorovou mapou. K nastavení slouží jednorádková instrukce **maploc**, která umístí levý horní roh rámce na dané místo a volitelně nastaví i šířku a výšku mapového rámce. Rozměry lze nepřímou ovlivnit také instrukcí **scale**, která na základě měřítka upraví rozměry rámce.

Nehledě na zadané rozměry rámce a měřítko, modul **ps.map** vykresluje stále stejný územní rozsah, který je dán tzv. *výpočetním regionem*. Proto je třeba před vlastním generováním mapového výstupu nastavit výpočetní region tak, aby odpovídal území, které chceme zobrazit. K tomu slouží modul **g.region**³⁰. V konfiguračním souboru tedy nelze rozsah území ovlivnit. Modul **ps.map** tedy nejprve zjistí požadované rozměry a měřítko z konfiguračního souboru (jsou-li uvedeny) a následně se je pokusí aplikovat na rozměry současného výpočetního regionu. Pokud by se mapový

³⁰http://grass.osgeo.org/grass70/manuals/html70_user/g.region.html

rámec při požadovaném měřítku nevešel na daný formát papíru, modul měřítko upraví. Podobně upraví rozměry mapového rámce, aby poměry stran odpovídaly výpočetnímu regionu.

Nové GUI wx.psmmap řeší volbu zobrazovaného území ve vlastní režii, není tedy třeba volat modul g.region a zároveň se nemění současný výpočetní region pro ostatní moduly, více v části 3.5.

2.3.3 Nekonzistence a chyby v modulu ps.map

Při tvorbě GUI bylo nutné prozkoumat chování modulu ps.map o něco detailněji, než je nutné pro jeho běžné užívání. Vycházela jsem především z manuálové stránky [4] a vlastního experimentování s modulem. U některých problémů jsou uvedeny odkazy na hlášení o chybách (*bug report*) na vývojářské stránce GRASSu [10] využívající systém pro správu projektů *Trac*³¹.

Modul nepodporuje češtinu Modul ps.map nepodporuje češtinu, což je dáno použitým kódováním. Ps.map očekává konfigurační soubor v kódování *Latin-1* (přesněji ISO-8859-1), které není pro češtinu použitelné kvůli některým chybějícím znakům s diakritikou. Navíc některé texty (například jednotky u grafického měřítka) jsou v angličtině a nedají se libovolně změnit. (hlášení #1349)

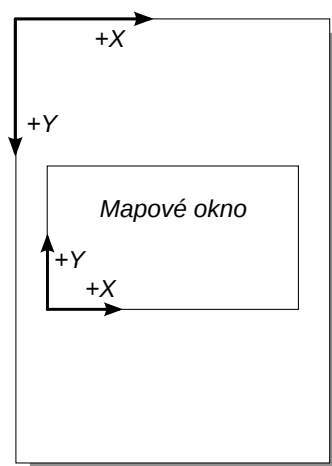
Souřadnicové systémy a jednotky Jedním z nejnejpříjemnějších problémů, se kterými bylo třeba se při tvorbě GUI vypořádat, byla nekonzistence v jednotkách a souřadnicových systémech. Modul ps.map totiž pro umístění jednotlivých prvků (jako legenda, text, měřítko) používá dva různé systémy, viz obr. č. 10.

První z nich – souřadnicový systém papíru – má počátek v levém horním rohu, kladná osa x směřuje doprava a osa y směrem dolů (tedy odpovídá systému obvyklému v počítačové grafice). Je-li poloha určena v tomto systému, očekávanou jednotkou je inch³².

Druhý souřadnicový systém – systém mapového rámce – má počátek souřadnic v levém dolním rohu mapového rámce s pravotočivou orientací os obvyklou v mate-

³¹<http://trac.edgewall.org>

³² česky palec, odpovídá 2,54 cm



Obrázek 10: Souřadnicové systémy používané modulem ps.map

matice. Souřadnice lze v tomto systému zadávat dvěma způsoby. Buď v procentech výpočetního regionu nebo přímo v souřadnicích mapy. Například, při souřadnicích [100%, 0%] je objekt umístěn v pravém dolním rohu mapového rámce, ať už je mapový rámec na papíře umístěn kdekoli. Alternativně bychom toho samého umístění dosáhli zadáním mapových souřadnic bodu položeného co nejvíce na východ a jih v rozsahu výpočetního regionu. Oběma způsoby lze dosáhnout i umístění objektu mimo mapový rámec, a to zadáním záporné hodnoty nebo hodnoty větší než 100 u procent, případně mapových souřadnic mimo výpočetní region.

Různé způsoby určení polohy mají své opodstatnění. V některých případech je výhodné umístit popisek k určitému místu, jehož mapové souřadnice známe, a jeho poloha vzhledem k papíru není podstatná. Pozicování pomocí procent je vhodné například pro nadpis mapy, který chceme umístit přesně doprostřed nad mapový rámec.

Problém nastává v případě, když chce uživatel určit polohu objektu relativně k papíru a tento objekt podporuje umístění pouze relativně k mapovému rámci, případně naopak. Bylo by proto vhodné, aby všechny objekty podporovaly umístění všemi těmito způsoby. Uživatel by si pak mohl vybrat, který z nich je pro danou situaci nejvhodnější.

Referenční bod objektu Modul ps.map u většiny objektů nepodporuje volbu referenčního bodu, tedy bodu objektu, ke kterému se vztahuje zadaná poloha. Výjim-

kou je text, u nějž si lze vybrat jeden z devíti referenčních bodů. Je zřejmé, že u textu má tato volba smysl, u ostatních objektů je otázka, zda by tato vlastnost byla využívána. U ostatních objektů je referenční bod dán a nelze jej měnit. Uživatelé však může překvapit, že není u všech objektů stejný. Ve většině případů se poloha vztahuje k levému hornímu rohu objektu, nicméně grafické měřítko (instrukce **scalebar**) má referenční bod ve středu. Bylo by vhodné tento přístup sjednotit, na druhou stranu nejde o nijak zásadní problém.

Volba barev V mnoha instrukcích se vyskytuje nastavení barvy. Bohužel velká část instrukcí omezuje výběr barev tím, že vyžaduje zadat barvu ve formě jejího jména, tedy např. *aqua*, *black*, *blue*,... Některé jiné instrukce však umožňují zadat barvu i ve tvaru R:G:B. Bylo by proto logické, kdyby RGB podporovaly všechny instrukce.³³ (hlášení #192)

Jednořádkové a víceřádkové instrukce Instrukce **border** (ohraničení mapového rámce) a **colortable** (rastrová legenda) mohou být jednořádkové i víceřádkové, což mimo jiné znamená, že někdy je **end** za příkazem vyžadováno a někdy naopak následovat nesmí. Záleží, zda za zmíněné instrukce do stejného řádku napíšeme **y** nebo **n**, tím ji lze zapnout a vypnout.

```
border n      # jednoradkova instrukce – nesmi nasledovat end

border y      # viceradkova instrukce – musi nasledovat end
      width 2
end
```

Je nepříjemné, že si uživatel musí být vědom tohoto chování, jinak by se mu mohlo snadno stát, že napíše instrukci **end**, kde být nemá, a **ps.map** to bude považovat za konec souboru a další instrukce bude ignorovat. Navíc u **colortable** nemá možnost zapínání a vypínání valného smyslu, když tuto instrukci neuvedu, legenda se prostě nevykreslí.

³³Tyto problémy jsou již v současnosti vyřešené, alespoň pro instrukce, které **wx.psmap** podporuje.

Mapinfo Mapový element *mapinfo*, se v některých případech špatně vykreslí. Problém nastává, když jej uživatel chce umístit nalevo od mapového rámce. Modul *ps.map* přesune *mapinfo* tak, že se vertikálně zarovná k mapovému rámci, neboli převezme *x*-ovou souřadnici rámce. Dalším problémem je špatné barevné vykreslení barvy pozadí a ohraničující linie. Barvy se nevykreslí, když je *mapinfo* mimo mapový rámec. Do budoucna bych navrhovala *mapinfo* přepsat do takové podoby, aby umožnil zobrazit své jednotlivé části samostatně (číselné měřítko, rozsah, síť), tím by se zvýšila jeho použitelnost. (hlášení #1333, #1350)

Nekonzistence u instrukce *vlines* U instrukce *vlines*, která přidává liniovou vektorovou vrstvu, lze použít dílčí instrukci *rgbcolumn*. Ta vykreslí linii barvou uvedenou ve zvoleném sloupci atributové tabulky na příslušném řádku. Podobně lze použít dílčí instrukci *cwidth*, která ovlivňuje šířku vykreslené linie. Šířka je pak určena zadanou hodnotou pronásobenou číslem kategorie (sloupec *cat* v atributové tabulce), do níž linie patří. V tomto případě si tedy uživatel nemůže zvolit, podle jakého atributu se bude šířka řídit, což v prvním případě jde. Bylo by vhodné tento přístup sjednotit. (hlášení #1356)

Nepřesnosti v dokumentaci Manuálová stránka [4] k modulu *ps.map* je poměrně podrobná a vyčerpávající, přesto lze narazit na některé nepřesnosti. Například u instrukce *text* je k popisu dílčí instrukce *width* napsáno:

width of the lines used to draw the text to make thicker letters

Prakticky však tato instrukce ovlivňuje šířku rámečku kolem textu.

Popis instrukce *colortable* (vytváří rastrovou legendu) je místy matoucí. Jsou totiž dva typy rastrové legendy, což záleží na typu dat (*CELL* – celočíselný rastr a *FCELL*, *DCELL* – rastr s reálnými hodnotami). Některé dílčí instrukce mají pak smysl pouze pro jeden typ, případně se jejich význam pro jednotlivé typy liší. Situace se dále komplikuje dílčí instrukcí *discrete*, která umožňuje změnit typ legendy. Manuál se sice snaží problematiku vysvětlit, ale ne příliš úspěšně, účinnější je prakticky vše vyzkoušet.

Orientace stránky Volbu orientace stránky zajišťuje přepínač *-r* (rotate), který je-li uveden, mění orientaci stránky na šířku. Nevidím důvod, proč by se tato volba neměla provést již v konfiguračním souboru v rámci instrukce **paper**, kam logicky patří. Význam by přepínač měl, kdybychom chtěli vytvořit ze stejného konfiguračního souboru výstupy s různou orientací stránky, to ale smysl příliš nedává.

3 GUI wx.psmap pro modul ps.map

Důvody, proč je nové GUI wx.psmap pro modul ps.map zapotřebí, jsou zmíněny již v části 2.3. Účelem je především oprostít uživatele od nutnosti ručně vytvářet konfigurační soubor. Nové GUI wx.psmap (také pod názvem *Hardcopy Map Output Utility*) uživatelsky přívětivým způsobem zpřístupňuje základní funkčnost modulu ps.map a zároveň se tak snaží rozšířit možnosti vytváření mapových výstupů v GRASSu.

Výsledky práce ve formě zdrojových kódů jsou dostupné na adrese:

<http://trac.osgeo.org/grass/browser/grass-addons/gui/wxpython/wx.psmap>

a také na přiloženém CD.

3.1 Instalace wx.psmap

Pro fungování wx.psmap je potřeba mít nainstalovanou verzi GRASS 6.5 a vyšší. V blízké době by se wx.psmap mělo stát součástí hlavní distribuce systému GRASS verze 6.4.2. Na operačním systému MS Windows je wx.psmap součástí instalačních souborů, na Linuxu lze wx.psmap instalovat buď prostřednictvím GUI nebo z příkazové řádky GRASSu. Konkrétní postup je uveden na GRASS-Wiki na stránce tohoto projektu [9] a také v příloze B.

3.2 Podklady a použité knihovny

Nové GUI wx.psmap bylo stejně jako wxGUI GRASSu vyvinuto pomocí knihovny wxPython, proto bylo nutné, abych se s knihovnou podrobněji seznámila. Jedním

z nejvýznamnějších zdrojů informací je demo pro wxPython [6], ve kterém je názorně ukázáno chování většiny ovládacích prvků. Při hledání vhodných ovládacích prvků pro aplikaci je demo velice užitečné. Dalším zdrojem informací je kniha [3].

Při psaní programu jsem pracovala s knihovnou *GRASS Python Scripting Library* [5], která umožňuje a zjednodušuje volání modulů GRASSu. Zdrojem informací mi byly také již napsané GRASS wxGUI moduly. Seznámila jsem se také s funkcionalitou dalších modulů GRASSu, zjišťovala jsem především, co umožňují, a jak je mohu pro práci využít.

3.3 Funkcionalita aplikace wx.psmmap

V následujícím textu jsou shrnuty hlavní vlastnosti aplikace wx.psmmap a možnosti jejího využití.

Podporované instrukce Aplikace v současné době podporuje pouze vybrané instrukce, a to: `border`, `colortable`, `mapinfo`, `maploc`, `paper`, `raster`, `scale`, `scalebar`, `text`, `vareas`, `vlines`, `vpoints` a `vlegend`. Prakticky to znamená, že mapový výstup může obsahovat rastrovou mapu, libovolný počet map vektorových, legendu (pro rastr a pro vektorovou mapu), grafické měřítko, informace o regionu s číselným měřítkem a libovolné množství textu. V budoucnu se počítá s podporou dalších instrukcí. Pokud uživatel potřebuje použít některé dosud nepodporované instrukce, má možnost část práce vykonat v GUI aplikaci, nechat si vygenerovat konfigurační soubor a do něj tyto instrukce doplnit. Poté spustí přímo modul `ps.map`.

Možné výstupy aplikace Výsledkem práce s wx.psmmap je mapový výstup ve formátu *PostScript*, případně *Encapsulated PostScript*, který je vygenerován modulem `ps.map` na základě konfiguračního souboru vytvořeném GUI aplikací. GUI umožňuje vytvořit i oblíbený formát *PDF* (*Portable Document Format*) voláním externího programu *ps2pdf*³⁴. Tato funkcionalita je tedy dostupná pouze, je-li zmíněný program na počítači instalován. Dalším možným výstupem je konfigurační soubor samotný, který lze dále zpracovávat. Konfigurační soubor vytvořený pomocí wx.psmmap

³⁴<http://www.ps2pdf.com>

má navíc v hlavičce informace o datu, použité lokaci a mapsetu a především o nastavení regionu.

Čtení konfiguračních souborů Aplikace umožňuje také konfigurační soubory načítat. Vhodnější je ale načítat soubor vytvořený touto aplikací. To dáno tím, že aplikace při vytváření konfiguračního souboru zapisuje i informace o regionu do komentáře, což není standardní součástí konfiguračního souboru. Navíc je aplikace více otestovaná právě pro načítání vlastních souborů.³⁵

Koncept a náhled Aplikace rozlišuje dva módy – koncept a náhled (*Draft mode* a *Preview mode*). Uživatel vytváří mapový výstup v módu konceptu, což znamená, že jednotlivé vykreslované prvky jako legenda či mapový rámec jsou představovány pouze barevným obdélníkem s popisem typu objektu. Jejich vzhled tedy nijak nesouvisí se jejich skutečným vykreslením modulem ps.map, s výjimkou jejich rozměrů. Ty odpovídají rozměrům skutečným (alespoň se o to snaží, viz část 3.5).

Jiný případ nastává při zobrazení textu v konceptu, text je zde zobrazen v zadané velikost fontu (ne však zadaným fontem). Zvolená barva písma se také zobrazí správně, nicméně je-li nastavena barva pozadí, vykreslí se pouze barva bílá. Pravděpodobně jde o problém knihovny wxPython, je možné, že na různých platformách se toto chování liší. Stejně tak ostatní efekty textu jako zvýraznění a rámeček se v konceptu nezobrazují (bylo by to složité a zbytečné). Raději dodávám, že všechny tyto nastavené vlastnosti textu se ve výsledném mapovém výstupu zobrazí správně.

V konceptu lze označené objekty posunovat tažením kurzoru, polohu lze zadat také v příslušném dialogu objektu. S výjimkou mapového rámce nelze měnit rozměry objektů interaktivně, viz 3.5

Při práci lze průběžně kontrolovat výsledek pomocí módu náhledu. Na pozadí je spuštěn modul ps.map, který vygeneruje dočasný PostScript soubor, ten je překonvertován do PNG³⁶ a zobrazen v GUI aplikaci. To vše samozřejmě zabere poměrně dost času, záleží na složitosti mapového výstupu. Konverze do PNG je také časově náročná. Proto je při generování náhledu sníženo rozlišení regionu, aby byla konverze rychlejší.

³⁵Je nutné podotknout, že si aplikace nevytváří žádný vlastní odlišný formát.

³⁶<http://www.libpng.org/pub/png>

Ovládání pohledu Aplikace wx.psmap umožňuje měnit přiblížení a posunovat papír s vykreslenými objekty, a to jak v konceptu, tak v náhledu. Přiblížování resp. oddalování je dostupné několika způsoby (v závislosti na aktuálně zvoleném nástroji): kliknutím či zvolením výřezu na obrazovce nebo otáčením kolečka myši.

3.4 Vzhled a ovládání wx.psmap

Při návrhu a implementaci GUI jsem se snažila dodržet zásady popsané v části 1.2.1. V dialogových oknech jsou ohraničeny prvky, které spolu významově souvisí, tak je dosaženo jednodušší orientace v nastaveních. Dialogová okna obsahují implicitní nastavení, aby se jimi uživatel nemusel příliš zabývat, pokud nechce. Také jsem se pokusila dodržet jednotný vzhled wxGUI GRASSu. V panelu nástrojů jsou ikonky používané pro stejné nebo podobné úkony v jiné části wxGUI (například pro ovládání pohledu). Autor³⁷ ikoněk používaných ve wxGUI pro tuto aplikaci vytvořil i několik nových.

Při spuštění programu se otevře okno s ovládacími prvky – hlavní nabídka a panel nástrojů v horní části, dvě záložky pro volbu módu a stavový řádek v dolní části. Pro lepší představu nahlédněte do přílohy C na straně 52.

V hlavní části okna je připravena stránka, na kterou se umísťují jednotlivé mapové prvky. První sada tlačítek na panelu nástrojů (obrázek č. 11) ovládá čtení a zápis konfiguračních souborů a nastavení stránky, druhá sada ovládá pohled na stránku (posun, přiblížení, oddálení, zobrazení celé stránky), třetí sada slouží k přidání a editaci objektů na stránce a čtvrtá ovládá tvorbu mapových výstupů. Při najetí kurzorem na tlačítko se objeví kratší kontextová nápověda a delší nápověda na stavovém řádku.



Obrázek 11: Panel nástrojů aplikace wx.psmap

Jednotlivé objekty lze přidat na stránku buď pomocí hlavní nabídky pod položkou *Insert* nebo kliknutím na příslušné tlačítko na panelu nástrojů. Tím je vyvolán dialog (nemodální), který slouží pro nastavení vlastností objektu. Implicitně jsou

³⁷Szczepanek, Robert <http://robert.szczepanek.pl>

nastaveny takové hodnoty, aby uživatel ve většině případů nemusel nic zadávat, nebo jen to nejnutnější. Pokud zapomene zadat požadované informace, je na tuto skutečnost upozorněn. Po potvrzení se na stránce objeví objekt, který představuje vybraný mapový prvek. Lze jej po stránce libovolně posouvat a pokud chce uživatel jeho nastavení změnit, nejjednodušší je na něj dvojkliknout myší, čímž se otevře dialog s aktuálně nastavenými hodnotami. Tento dialog lze vyvolat i z panelu nástrojů a hlavní nabídky.

Výsledek práce lze zobrazit v módu náhledu, který je dostupný ve druhé záložce, po zmáčknutí příslušného tlačítka. Pokud je potřeba detailnější pohled na výsledek, je vhodnější si nechat přímo vygenerovat PostScript a ten si prohlédnout. Výsledek je možné si uložit jako konfigurační soubor v textové podobě, který při příští práci s wx.psmmap lze načíst a pokračovat v něm.

Samozřejmostí je možnost nastavení formátu a orientace stránky a také nápověda, která se zobrazí v internetovém prohlížeči. Další informace a postupy najdete na GRASS-Wiki [9].

3.5 Problémy při tvorbě wx.psmmap a jejich řešení

Při práci jsem narazila na několik problematických oblastí, souvisejících s částmi popsanými v 2.3.2 a 2.3.3.

Výpočetní region Připomeňme, že modul ps.map pracuje s aktuálním výpočetním regionem a vykresluje mapy pouze v tomto rozsahu. Jelikož by bylo nepohodlné, kdyby uživatel musel při práci v novém ps.map GUI nastavovat region externě pomocí GRASS modulu g.region, je vše řešeno v rámci této aplikace. Uživatel si v aplikaci určitým způsobem nastaví region, který pak ps.map použije k zobrazení. Stávající výpočetní region, který mezitím mohou používat další moduly GRASSu, zůstane nezměněný. Když si uživatel nechá vygenerovat konfigurační soubor, který chce dále editovat ručně, je v záhlaví v komentáři napsán příkaz pro modul g.region, který informuje o nastavení výpočetního regionu. Tato informace se využívá i při čtení konfiguračního souboru vytvořeného touto aplikací. Způsoby nastavení regionu v aplikaci jsou následující:

1. nastavit region na zvolenou rastrovou či vektorovou mapu

2. nastavit uložený region (*named region*)
3. nastavit aktuální výpočetní region
4. zvolit souřadnice středu mapy a měřítko (nastavení regionu se automaticky vypočítá)

Souřadnicové systémy a jednotky Nepříjemným problémem byly používané souřadnicové systémy a jednotky (viz část 2.3.3 na straně 33). Jelikož interaktivní umístování objektů na stránce je jednou hlavních výhod GUI, bylo nutné problém nejednotností systémů a jednotek řešit vlastními přepočty v programu tak, aby byl od něj uživatel co nejvíce odstíněn. Na druhou stranu by bylo logičtější, aby potřebné výpočty prováděl už samotný modul ps.map, který stejně už podobné výpočty provádí, stačilo by je pouze rozšířit. V důsledku toho se zřejmě určité výpočty provádí dvakrát – v ps.map a v GUI.

GUI aplikace je navržena tak, aby polohu objektů uživatel určil interaktivně kliknutím na objekt a táhnutím myši. Navíc lze v dialogích k objektům zadat přímo x -ovou a y -ovou souřadnici v systému papíru. Zde jsem rozšířila stávající možnosti ps.map o možnost zadat hodnoty v dalších jednotkách (mm, cm). U textového objektu, který se v modulu ps.map zadává mapovými souřadnicemi či procenty regionu, je uživateli nabídnuto zadat souřadnice v systému papíru, nebo pomocí mapových souřadnic. Možnost zadání procent regionu GUI aplikace zatím nepodporuje, myslím, že tato možnost není již tak potřebná, když lze polohu měnit jednoduchým tahem myši.

Referenční bod objektu Grafické měřítko má referenční bod ve svém středu, na rozdíl od ostatních objektů, u kterých je to levý horní roh, viz 2.3.3. Rozhodla jsem se přístup sjednotit, proto GUI aplikace provádí drobný přepočet a pokud uživatel zadává ručně souřadnice, vztahují se k hornímu levému rohu. V dialogu je tato skutečnost uvedena, aby uživatelé zvykli na původní ref. bod nebyli zmateni.

U textového objektu bylo řešení situace složitější. Zachovávám možnost zvolit si u textu jeho referenční bod, což znamená problémy při jeho zobrazování v GUI aplikaci. Situaci totiž komplikují další faktory jako rotace textu a odsazení (*offset*). GUI aplikace by musela na základě těchto parametrů provádět zbytečně složité výpočty, aby byla schopna určit přesné místo, kam se má text vykreslit a jaký je jeho

ohraničující obdélník. V tomto místě jsem narazila na určité rezervy, které knihovna wxPython má. Očekávala jsem, že mi tyto výpočty knihovna aspoň částečně zjednoduší, ale jelikož jsem potřebné metody nenalezla, provedla jsem při výpočtech drobná zanedbání. Zobrazení v GUI aplikaci proto v některých případech není úplně přesné, nicméně je nutné zdůraznit, že to nijak nesouvisí se zobrazením textu ve vygenerovaném souboru.

Tvorba dialogů Každý mapový prvek jako např. mapinfo, grafické měřítko či legenda mají vlastní dialog, kde se nastavují jejich vlastnosti. Dialogy jsou různě rozsáhlé, ale mají podobný vzhled. Problém při tvorbě dialogů byla celková nejednotnost v nastavitelných vlastnostech mapových prvků. Například, rastrová legenda umožňuje změnit barvu písma a neumožňuje vykreslit ohraničení (*border*), zatímco u vektorové legendy je to přesně naopak. Takových případů je víc a značně komplikují snahy o ujednocení vzhledu dialogů. Proto by bylo příliš náročné vytvořit jakýsi jednotný dialog pro nastavení vlastností objektů, pravděpodobně by to vedlo ke snížení přehlednosti.

Určení rozměru mapových prvků V módu konceptu se jednotlivé mapové prvky (legenda, měřítko, text, ...) zobrazují na stránce jako obdélníky, které se od sebe liší barvou popiskem a rozměrem. Právě určení rozměru prvku je problém, který není uspokojivě vyřešen. Velikost mapového prvku je totiž v zásadě dána velikostí fontu, ale i dalšími parametry, například počtem sloupců a počtem kategorií u legendy. Aplikace wx.psmmap na základě těchto vlastností odhaduje přibližné rozměry, ty se ovšem do jisté míry mohou lišit od rozměrů výsledného objektu vykresleného modulem ps.map. Ve wx.psmmap tak opět dochází ke zbytečnému (a ne tak přesnému) opakování výpočtů, které provádí modul. Je proto třeba brát rozměry objektů v konceptu jako orientační, s výjimkou mapového rámce, jehož rozměry lze určit přesně.

Důsledkem tohoto problému je nemožnost měnit rozměry objektů interaktivně (pomocí myši), jako je to obvyklé v podobných programech. Teoreticky by to možné sice bylo, ale pouze za cenu dalších neprůhledných výpočtů, které by navíc nedávaly přesný výsledek. Pokud tedy chce uživatel změnit velikost objektů, je třeba v příslušném dialogu vyplnit velikost fontu a další parametry ovlivňující rozměry, jsou-li

k dispozici. Opět je výjimkou mapový rámec, jehož rozměry lze měnit interaktivně. Při označení objektu se objeví v pravém dolním rohu značka. Když na ní uživatel klikne levým tlačítkem myši a pohybuje kurzorem, mapový rámec mění své rozměry. Podle aktuálně nastaveného regionu se při změně velikosti rámce zachovává poměr délek jeho stran tak, aby rozměry mapového rámce v módu konceptu odpovídaly těm skutečně vykresleným modulem ps.map.

3.6 Budoucí vývoj aplikace wx.psmmap

Jak již bylo zmíněno, aplikace ještě nepodporuje některé instrukce. Proto bude další vývoj směřován k doplnění funkcionality, a to především přidávání obrázků ve formátu EPS (instrukce `eps`). Bylo by možné nabídnout uživateli již připravené obrázky, například i chybějící směrovou růžici. Dalším krokem by pravděpodobně byla i podpora instrukce `grid` a `geogrid` pro zobrazení zeměpisné sítě. Dále by také bylo možné zavést obecné nastavení aplikace, ale je otázkou, čeho by se tato nastavení týkala. Záleží zde hlavně na požadavcích uživatelů. Poznámky k vývoji aplikace a jejím možnostem jsou popsány na webových stránkách [11].

Závěr

Cílem této práce bylo vytvoření GUI pro modul ps.map systému GRASS. Tento modul slouží ke tvorbě mapových výstupů, a přestože nepodporuje tak širokou funkcionalitu jako některé jiné programy, pro běžné kartografické práce plně postačuje. Jeho nevýhoda spočívá převážně ve způsobu ovládání, vytvoření konfiguračního souboru je totiž poměrně pracné.

GUI bylo napsáno pomocí grafické knihovny wxPython. Snažila jsem se dodržovat obecné i konkrétní zásady pro tvorbu GUI tak, aby byl program jednoduše ovladatelný a použitelný. Zároveň vzhledově odpovídá současnému GUI systému GRASS.

Výsledkem této práce je funkční aplikace wx.psmmap s oficiálním názvem Hard-copy Map Output Utility, vytvářející mapový výstup právě pomocí modulu ps.map. Umožňuje uživatelům pohodlně poskládat základní mapové elementy na stránku a vygenerovat dva druhy výstupu – obrazový (ve formátu PS nebo PDF) a textový

(konfigurační soubor). Druhý zmíněný soubor lze programem také načíst a dále upravit.

Při práci jsem se potýkala s jistou nekonzistencí instrukcí u modulu `ps.map` a také jsem zaznamenala určitá problematická chování modulu, o kterých jsem informovala vývojáře GRASSu. V průběhu práce se jim podařilo některé menší komplikace odstranit, čímž se tvorba GUI alespoň částečně zjednodušila.

V rámci této práce byla implementována větší část funkcionality modulu a to tak, že byly vybrány nejdůležitější instrukce. V plánu je podpora dalších instrukcí, záležíet bude především na mých časových možnostech v dalších měsících.

Seznam použitých zkratek

GIS	Geographic Information System (Geografický informační systém)
GRASS	Geographical Resources Analysis Support System
QGIS	Quantum GIS
GMT	Generic Mapping Tools
GUI	Graphical User Interface (Grafické uživatelské rozhraní)
TUI	Text User Interface (Textové uživatelské rozhraní)
CLI	Command Line Interface (příkazový řádek)
SDI	Single Document Interface
MDI	Multiple Document Interface
XML	Extensible Markup Language
Tcl	Tool Command Language
PS	PostScript
EPS	Encapsulated PostScript
PDF	Portable Document Format
PNG	Portable Network Graphics
GPL	General Public License
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
USA-CERL	US Army Construction Engineering Research Laboratories

Použité zdroje

- [1] NETELER, Markus; MITASOVA, Helena. *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*. 3rd Ed. New York: Springer, 2008. 406 s. URL: <<http://www.grassbook.org>>. ISBN 978-0-387-35767-6.
- [2] JOHNSON, Jeff. *GUI Bloopers 2.0: Common User Interface Design Dont's and Dos*. Burlington: Morgan Kaufman Publishers, 2008. 407 s. ISBN 978-0-12-370643-0.
- [3] RAPPIN, Noel; DUNN, Robin. *WxPython in Action*. Greenwich, USA: Manning Publications Co., 2006. 552 s. ISBN 1-932394-62-1.
- [4] GRASS Development Team. *GRASS GIS 7.0.svn Reference Manual* [online]. c2003-2011, Last modified: Fri, 04 Feb 2011 [cit. 2011-04-18]. URL: <http://grass.osgeo.org/grass70/manuals/html70_user/ps.map.html>
- [5] GRASS Development Team. *GRASS 7 Programmer's Manual* [online]. c2000-2011, generated on Sat Apr 16 2011 [cit. 2011-03-19]. URL: <<http://grass.osgeo.org/programming7>>
- [6] Robin Dunn and Total Control Software. *wxPython demo* [program]. c1997-2006, last modified 2009-05-17 [cit. 2011-03-19]. URL: <<http://downloads.sourceforge.net/wxpython/wxPython-demo-2.8.10.1.tar.bz2>>
- [7] LANDA, Martin; MORETTO, Cristina; ZANOLLI, Michele; MANGANELLI, Luca; NETELER, Markus. *wxPython GUI for GRASS* [online]. In IX Meeting degli Utenti Italiani di GRASS - GFOSS, Perugia, Italy, February 21-22 2008. URL:<<http://gama.fsv.cvut.cz/~landa/publications/2008/gfoss-it-08/paper/grass-gfoss-tn.pdf>>
- [8] GRASS-Wiki. *Ps.map scripts* [online]. Last modified 2 April 2011 [cit. 2011-04-18]. URL: <http://grass.osgeo.org/wiki/Ps.map_scripts#Creating_a_fancy_North_Arrow>
- [9] GRASS-Wiki. *GUI for ps.map* [online]. Last modified 16 April 2011 [cit. 2011-04-18]. URL: <http://grass.osgeo.org/wiki/GUI_for_ps.map#Installation>
- [10] *GRASS GIS Tracker and Wiki* [online]. Last modified 12 April 2011 [cit. 2011-04-20]. URL: <<http://trac.osgeo.org/grass>>

- [11] *wxGUIDevelopment/GUIForPs.map – GRASS GIS* [online]. Last modified 16 April 2011 [cit. 2011-04-18]. URL: <<http://trac.osgeo.org/grass/wiki/wxGUIDevelopment/GUIForPs.map>>
- [12] GRASS-Wiki. *Installation Guide* [online]. Last modified 10 February 2009 [cit. 2011-04-18]. URL: <http://grass.osgeo.org/grass-wiki/index.php?title=Installation_Guide&oldid=8141>
- [13] ARCDATA PRAHA, s.r.o. *ARCDATA PRAHA - ArcČR 500* [online]. c1992–2006 ARCDATA PRAHA, s.r.o., poslední změna: 7. 12. 2007 [cit. 2011-04-23]. URL: <<http://old.arcdata.cz/data/arccr>>
- [14] GeoWikiCZ. *153YZOD Zpracování obrazových dat – cvičení 1* [online]. Naposledy editováno 4. 10. 2010 [cit. 2011-04-02]. URL: <http://geo.fsv.cvut.cz/wiki/index.php?title=153YZOD_Zpracov%C3%A1n%C3%AD_obrazov%C3%BDch_dat_-_cvi%C4%8Den%C3%AD_1&oldid=17633>
- [15] GeoWikiCZ. *153TTKA Topografická a tematická kartografie G* [online]. Naposledy editováno 8. 10. 2009 [cit. 2011-04-02]. URL: <<http://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/153TTKH>>
- [16] Wikipedia: the free encyclopedia. *Single document interface* [online]. c2011, last modified on 31 March 2011 [cit. 2011-04-15]. URL: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Single_document_interface&oldid=421721768>
- [17] Wikipedia: the free encyclopedia. *Multiple document interface* [online]. c2011, last modified on 15 February 2011 [cit. 2011-04-15]. URL: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Multiple_document_interface&oldid=413973772>
- [18] *ArcGIS Help Library* [online]. c1995-2010 Esri, last modified 9/14/2010 [cit. 2011-04-11]. URL: <<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html>>
- [19] WESSEL, Paul. *The GMT Home Page* [online]. Last modified Wed 09 Mar 2011 [cit. 2011-04-18]. URL: <<http://www.soest.hawaii.edu/gmt>>

A Instalace systému GRASS

Instalace systému GRASS je závislá na jeho verzi a operačním systému. Stručně popíše způsob instalace na operační systém GNU/Linux (distribuci Ubuntu), podrobnosti k instalaci i na ostatních systémech (MS Windows a Mac OS X) jsou popsány na GRASS-Wiki [12].

Nejjednodušší je nainstalovat stabilní verzi GRASS 6.4, která je dostupná v balíčku. Lze ji proto nainstalovat pomocí správce balíčků *Synaptic*. Nebo do příkazové řádky napsat:

```
$ sudo apt-get install grass grass-doc
```

Nové GUI pro modul ps.map je funkční pro verze 6.5 a vyšší, v blízké době by mohlo být součástí hlavní distribuce GRASSu 6.4.2. Verze 6.5 a vyšší ještě nejsou dostupné v balíčku, ale lze je nainstalovat jinak, i když ne tak jednoduše. První možnost je stáhnout binární soubory a spustit instalační skript. Tyto soubory jsou týdně aktualizovány. Pokud chcete i zdrojový kód, lze si soubory stáhnout z repozitáře SVN, a to buď formou tzv. *SVN snapshot* bez založení lokálního repozitáře nebo se založením lokální kopie repozitáře pomocí následujících příkazů:

```
$ svn checkout https://svn.osgeo.org/grass/grass/branches/develbranch_6  
grass6_devel
```

pro verzi 6.5 a pro verzi 7:

```
$ svn checkout https://svn.osgeo.org/grass/grass/trunk grass_trunk
```

Tato možnost má tu výhodu, že po instalaci lze jednoduše provádět aktualizaci pomocí `svn up`. Postup instalace je následující: ve vybraném adresáři (například `/usr/local/src`) s právem zápisu spusťte výše uvedený příkaz a po stažení repozitáře pokračujte spuštěním

```
$ ./configure
```

Velmi pravděpodobně skript skončí předčasně kvůli chybějící knihovně. Je třeba se podívat, zda je na počítači instalován veškerý vyžadovaný software³⁸ a pokud ne, pak jej doinstalovat (nejlépe pomocí balíčků). Téměř úplný seznam nutných balíčků na distribuci *Debian* a *Ubuntu*:

³⁸<http://grass.osgeo.org/grass64/source/REQUIREMENTS.html>

```
flex, bison, libreadline5-dev | libreadline-dev, libncurses5-dev,
lesstif2-dev,
debhelper (>= 5), dpatch, libtiff4-dev, tcl-dev (>= 8.4) | tcl8.4-dev,
tk-dev (>= 8.4) | tk8.4-dev, libfftw3-dev|fftw3-dev, libxmu-dev,
libglu1-mesa-dev | libglu1-xorg-dev, libfreetype6-dev, autoconf2.13,
autotools-dev, libgdal1-dev (>=1.4.0) | libgdal1-1.3.2-dev, proj (>= 4.4.7),
libjpeg62-dev, libpng12-dev, libpq-dev, unixodbc-dev, doxygen, fakeroot,
libmysqlclient15-dev, graphviz, libsqlite3-de
```

Může nastat problém ve špatně nastavené cestě ke knihovnám, pro jejich nalezení poslouží příkaz `apt-file`. Cesty lze nastavit v parametrech skriptu `configure`. Pro nápovědu použijte `./configure --help`. Správnou cestu lze pak nastavit například takto:

```
$ ./configure
--with-freetype-includes=/usr/include/freetype2
```

Po korektním skončení `configure` následuje kompilace pomocí `make`, což chvíli potrvá. Pokud skončí bez chyb, instalace je dokončena pomocí `make install`.

B Instalace wx.psmmap

V současné době je program `wx.psmmap` dostupný pouze z GRASS AddOns, v blízké době se počítá s jeho začleněním i do hlavní distribuce verze 6.4.2. Zatím však pro instalaci `wx.psmmap` předpokládám již nainstalovaný systém GRASS verze 6.5 a vyšší. Instalaci lze provést buď z příkazové řádky GRASSu nebo z wxGUI pomocí modulu *g.extension*, postup se liší pro různé verze GRASSu.

GRASS 6 Do příkazové řádky wxGUI (nalézá se v dolní části hlavního okna Layer Manager) napište následující příkaz:

```
g.extension.py -s svnurl=https://svn.osgeo.org/grass/grass-addons
extension=wx.psmmap
```

GRASS 7 Do příkazové řádky GRASSu (v terminálu) napište následující příkaz:

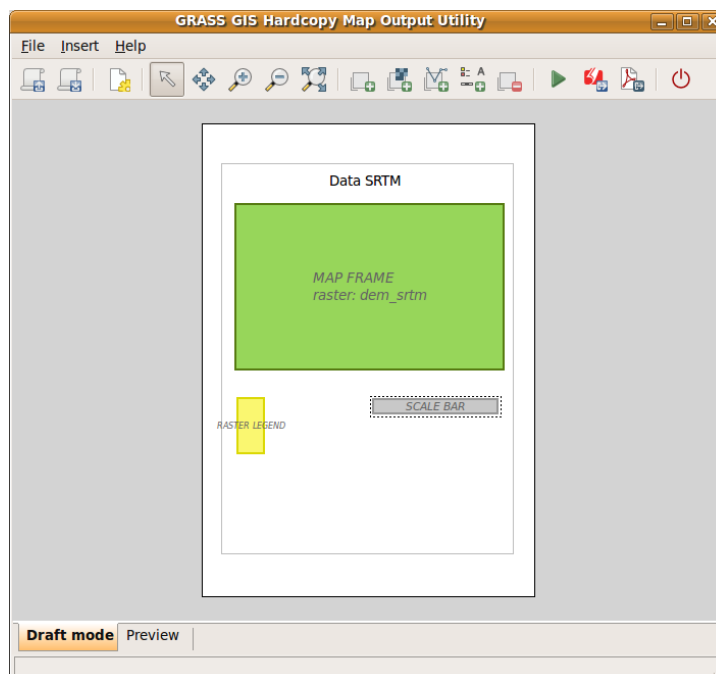
```
g.extension -s svnurl=https://svn.osgeo.org/grass/grass-addons  
extension=wx.psmap
```

Nebo ve wxGUI v okně Layer Manager vyberte v hlavní nabídce *Settings* → *Install extension from add-ons* a proveďte následující pokyny:

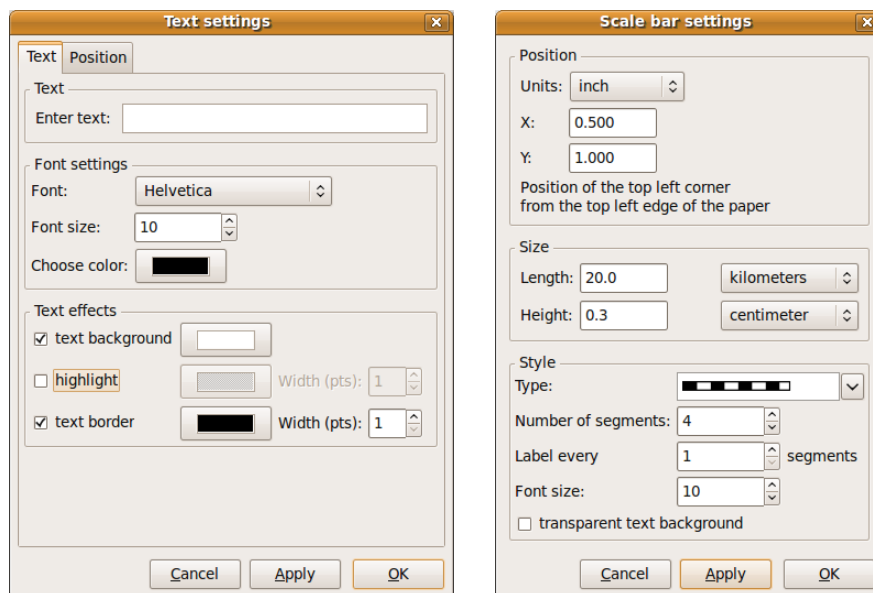
1. Klikněte na tlačítko *Fetch* a chvíli počkejte.
2. Po načtení aktuálních informací vyberte *wxGUI* → *wx.psmap*.
3. Zaškrtněte políčko v dolní části formuláře *Install system-wide (may need system administrator rights)*.
4. Spusťte instalaci kliknutím na tlačítko *Install*.

Po nainstalování spustíte program z hlavní nabídky *File* → *Hardcopy Map Output Utility*.

C Screenshoty aplikace wx.psmmap



Obrázek 12: Hlavní okno aplikace



(a) Nastavení textu

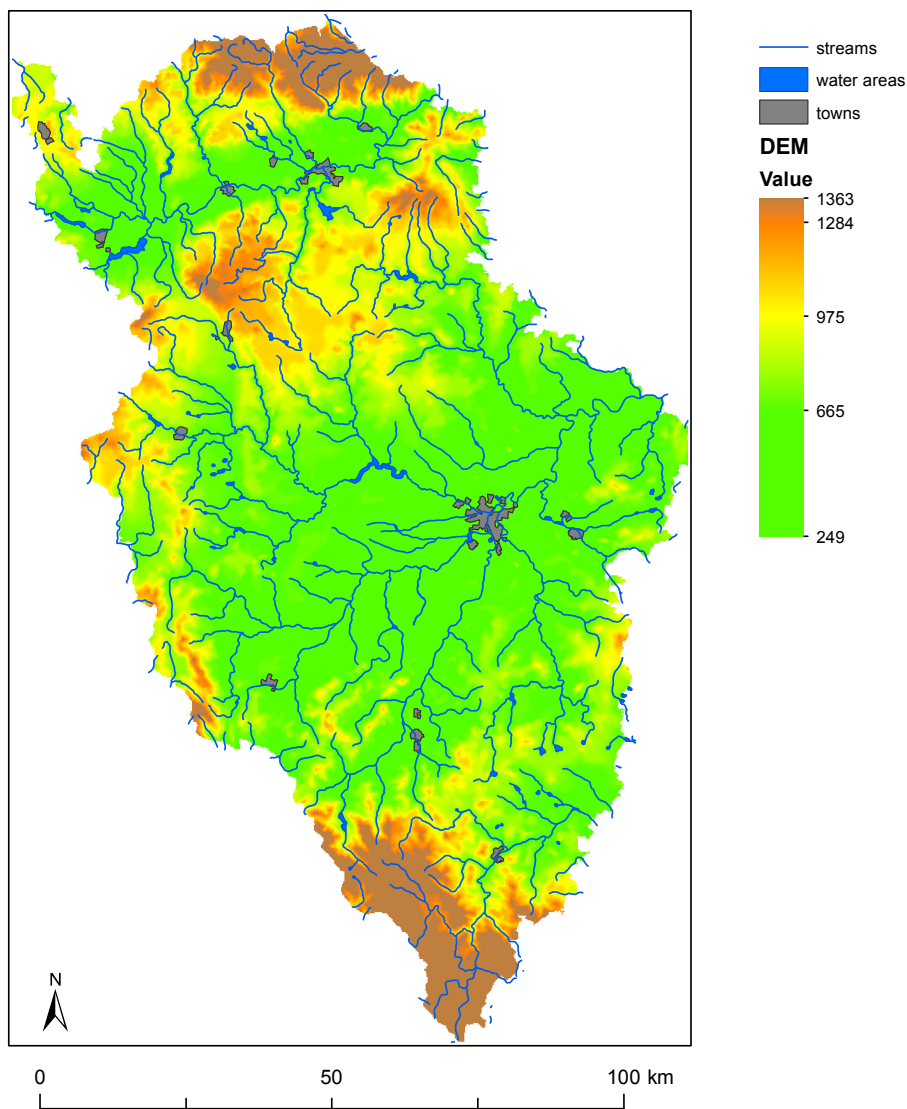
(b) Nastavení grafického měřítka

Obrázek 13: Dialogová okna aplikace

D Testovací mapové výstupy

D.1 Ukázka 1: ArcGIS

Digital Elevation Model of Western Bohemia



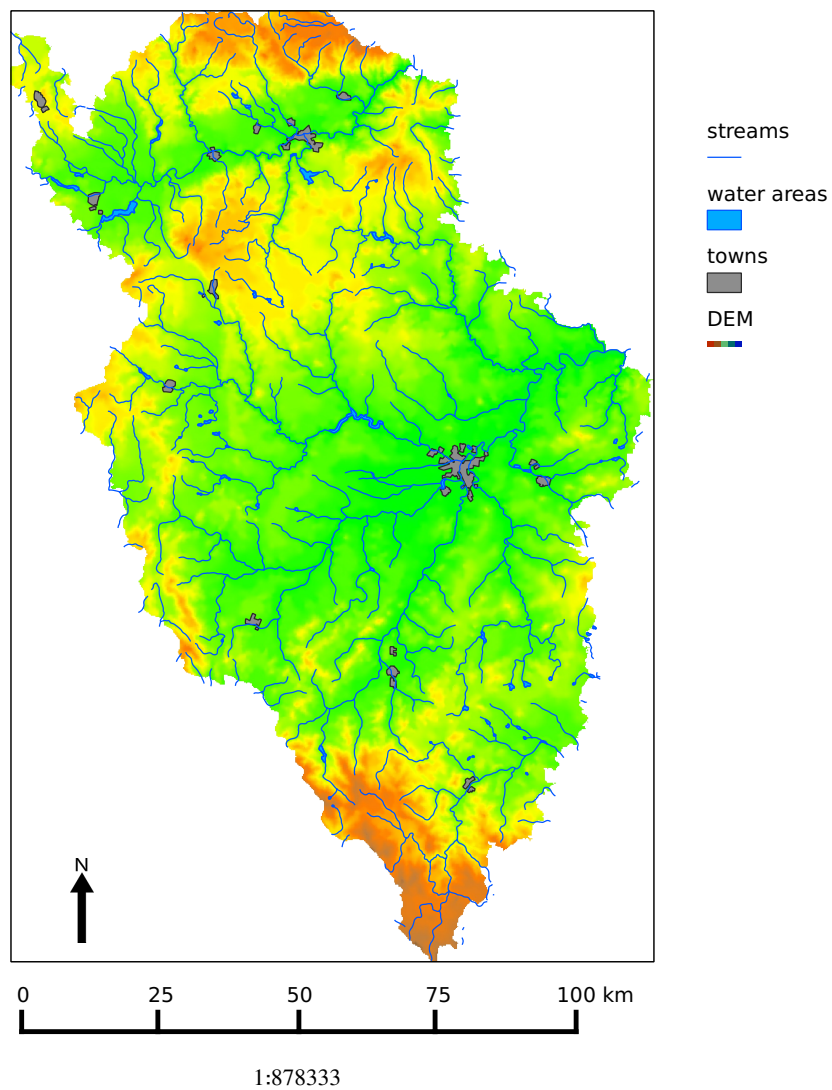
1 : 832 840

Created by Anna Kratochvilova within her bachelor thesis in 2011.
Data source: ArcČR © 1997 ARCDATA PRAHA, s.r.o.



D.2 Ukázka 1: QGIS

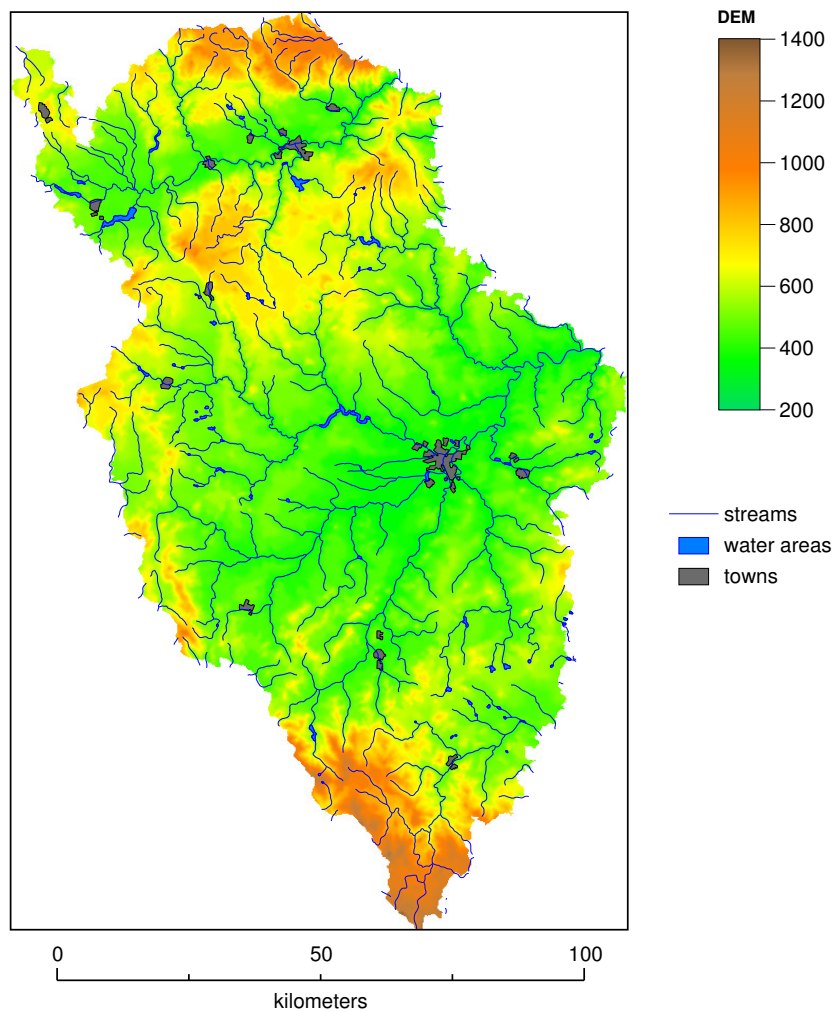
Digital Elevation Model of Western Bohemia



Created by Anna Kratochvilova within her bachelor thesis in 2011.
Data source: ArcČR © 1997 ARCDATA PRAHA, s.r.o.

D.3 Ukázka 1: wx.psmmap

Digital Elevation Model of Western Bohemia



SCALE: 1 : 922564
-985261
REGION: -904539.625 -787139.625
-1159661

Created by Anna Kratochvilova
within her bachelor thesis in 2011.
Data source: ArcCR copyright 1997
ARCDATA PRAHA, s.r.o.

D.4 Ukázka 2: ArcGIS

Vizualizace ZABAGED v okolí Starého města pod Sněžníkem



1 : 10 000

0 100 200 300 400 500
m

Vypracovala Anna KRATOCHVÍLOVÁ v roce 2010 v rámci
předmětu TTKH na Stavební fakultě ČVUT v Praze.
Podkladová data: ZABAGED (<http://www.cuzk.cz>).

D.5 Ukázka 2: wx.psmmap

Visualization of ZABAGED near Stare Mesto pod Sneznikem

