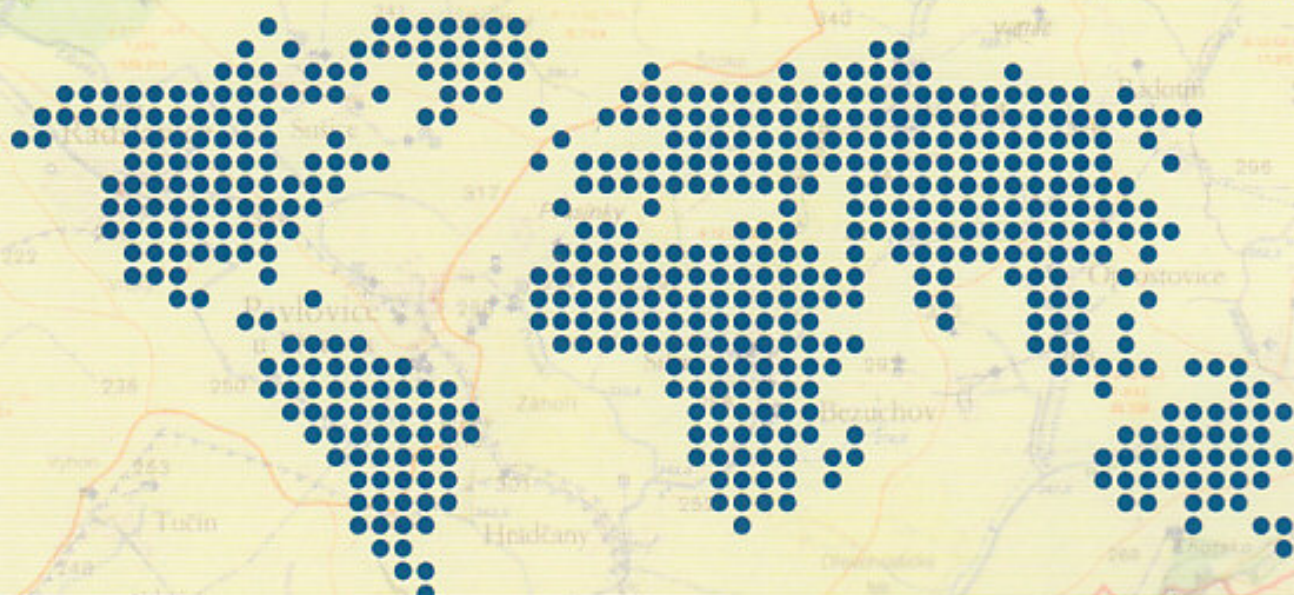


Hodnocení kartografické funkcionality geografických informačních systémů

Evaluation of Cartographic Functionality
in Geographic Information Systems



Zdena Dobešová



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

**HODNOCENÍ KARTOGRAFICKÉ
FUNKCIONALITY GEOGRAFICKÝCH
INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ**

**EVALUATION OF CARTOGRAPHIC
FUNCTIONALITY IN GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEMS**

Zdena DOBEŠOVÁ

Olomouc 2009

Oponenti:

doc. RNDr. Dagmar Kusendová, CSc., Univerzita Komenského v Bratislavě

Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D., Univerzita Pardubice

Tato publikace vznikla za finanční podpory grantu z International Visegrad Fund No. 20810129 „Evaluation of cartographic functionality in GIS software“, který byl řešen v roce 2008 a 2009. Dále publikace vznikla za podpory projektu Grantové agentury České republiky č. 205/09/1159 „Inteligentní systém pro interaktivní podporu tvorby tematických map“, který byl řešen v letech 2009–2011.

This edition of this book was supported by a grant from the International Visegrad Fund No. 20810129 „Evaluation of cartographic functionality in GIS software“, which was awarded from 2008 to 2009.

The research was also supported by project of the Czech Science Foundation No. 205/09/1159 „Intelligent system for interactive support of thematic map creation“, which was awarded from 2009 to 2011.



1. vydání

© Zdena Dobešová, 2009

ISBN

„Otázka, na kterou se nikdy nezeptáš, zůstane navždy nezodpovězena.“

„You do not receive answer for the question, that you do not say.“

anonymous

„Co není měřitelné, učinme měřitelným.“

„What is not measurable make measurable.“

Galileo Galilei (1564–1642)

Obsah

Předmluva	7
Preface	9
1 Počítačová tvorba map	11
1.1 Grafické programy v kartografii	11
1.2 Kartografická terminologie v GIS.....	13
1.3 Tvorba map v GIS.....	14
1.4 Vztah kartografických výstupů a struktury dat	19
2 Metody hodnocení kartografické funkcionality GIS	22
2.1 Důvody hodnocení	22
2.2 Verbální hodnocení	23
2.3 Jednoduché a hvězdičkové hodnocení	25
2.4 Vícekriteriální hodnocení variant.....	28
2.5 Metoda Goal-Question-Metric	34
2.6 Hodnocení použitelnosti	38
3 Testování programů	40
3.1 Reprezentativní množina testů	41
3.2 Provedení testů a výsledky testů	43
4 Metodika hodnocení	44
4.1 Metoda CartoEvaluation	44
4.2 Definice hlavních cílů hodnocení.....	49
4.3 Hodnocení GIS produktů metodou CartoEvaluation	56
4.4 Hodnocené GIS programy	56
4.5 Výsledky hodnocení.....	57
4.6 Implementované kartografické funkce.....	61
4.7 Nedostatečně implementované kartografické funkce.....	61
5 Hodnotící tabulka CartoEvaluation – česká verze	66
6 Evaluation table CartoEvaluation – English version	91
7 Závěr	116
8 Summary	119
9 Seznam literatury	123
10 Seznam ilustrací a tabulek	127
11 Rejstřík	130

Contents

Preface.....	9
1 Computer map creation	11
1.1 Graphic program in cartography	11
1.2 Cartographical terminology in GIS	13
1.3 Map creation in GIS	14
1.4 Relation of cartographic outputs to the data structure.....	19
2 Evaluation methods of cartographical functions in GIS	22
2.1 Reason for evaluation	22
2.2 Verbal assessment	23
2.3 Simple and star evaluation	25
2.4 Multi-criteria evaluation of options	28
2.5 Goal-Question-Metric method	34
2.6 Evaluation of usability	38
3 Software testing	40
3.1 A representative set of tests.....	41
3.2 Implementation of tests and results of tests	43
4 Methodology of evaluation	44
4.1 Method CartoEvaluation	44
4.2 Definition of the main goals of evaluation	49
4.3 Evaluation GIS products using CartEvaluation.....	56
4.4 Evaluated GIS program.....	56
4.5 Results of evaluation	57
4.6 Implemented cartographic functions	61
4.7 Insufficient implemented cartographic functions.....	61
5 Evaluation table CartoEvaluation – Czech version	66
6 Evaluation table CartoEvaluation – English version	91
7 Summary (Czech)	116
8 Summary (English)	119
9 Literature	123
10 List of pictures and tables.....	127
11 Index	130

Předmluva

S rozvojem informačních technologií za poslední více jak dvě desetiletí omezila kartografie používání manuálních postupů ve tvorbě a zpracování map. S rozvojem geoinformatiky a geoinformačních technologií (GIT) se kartografie začala výrazně měnit, rozšiřovat a modernizovat. Přesto kartografie zůstává stále samostatnou a svébytnou vědní disciplínou.

Geografický informační systém (GIS) je charakteristický svým řetězcem operací ve většině aplikací: tvorba a správa dat – analýza dat – vizualizace dat a výsledků. Vizualizace formou kartografického mapového výstupu v geografických informačních systémech je zejména formou výstupu po analytickém zpracování dat. Kartografické výstupy jsou tedy na pomyslném konci zpracování dat v GIS.

Vzhledem k postupnému celkovému rozvoji funkcionality GIS programů dochází i k vyšší nabídce kartografické funkcionality v těchto programech. Z toho často vyplývá zúžené nazírání na GIS programy jako na programy pro automatizovanou tvorbu kartografických mapových výstupů. Nicméně geoinformatika a kartografie se svým propojením v GIS programech navzájem obohacují a získávají podnětné myšlenky pro další vývoj obou disciplín. Metody kartografického vyjadřování se stále rozvíjejí a objevují se stále nové přístupy.

Lze konstatovat, že geografické informační systémy dnes výrazně napomáhají rychlé tvorbě mapových výstupů svými efektivními a výkonnými nástroji. Svůj úkol GIS plní nejen při tvorbě mapových výstupů, ale i ve způsobu údržby, aktualizace a využívání kartografických děl. Možnosti současných softwarových řešení geografických informačních systémů vzhledem ke kartografické vizualizaci dat (tzv. geovizualizaci) jsou rozsáhlé, avšak v některých ohledech stále nedostačující (Voženílek, 2007).

Předkládaná publikace seznamuje s novým přístupem v hodnocení kartografické funkcionality GIS produktů. Tento nový přístup spočívá v navržené metodě, která vychází z metody Goal-Question-Metric. Vytvořit objektivní přístup pro hodnocení kartografické funkcionality GIS programů byl obtížný úkol. Navržená metoda **CartoEvaluation** spolu se stanovenou metrikou hodnocení umožní více uživatelům provést hodnocení a porovnání produktů navzájem v této jedné důležité funkcionalitě produktů GIS, a to v možnostech tvorby digitálních kartografických výstupů. Metodika je navržena pro hodnocení desktopových GIS produktů, kde se vytváří finální výstup jako digitální mapový náhled nebo tištěný mapový výstup.

Teorie hodnocení je specifickou oblastí matematiky a teorie řízení (Talašová, 2003). Hodnocení úzce souvisí s potřebou rozhodování či výběru správné varianty. Hodnocení je tedy předstupněm, který předchází následnému rozhodnutí se pro nejlepší variantu. Výsledek provedeného hodnocení podpoří výsledné rozhodnutí. V tomto případě výsledek navržené metody hodnocení kartografické funkcionality může pomoci budoucímu uživateli při výběru GIS programu v případě, že upřednostňuje vyšší kartografickou funkcionalitu.

Metodu hodnocení **CartoEvaluation** může použít každý uživatel. Zodpovězením otázek, které vedou ke splnění jednotlivých kartografických cílů, lze z hodnotících tabulek získat výsledné číselné skóre, a to poté porovnat s výsledky jiných programů. Hodnotící tabulka je ke stažení v české i anglické verzi na <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad/method.php>.

Závěrem bych chtěla poděkovat zejména doc. RNDr. Dagmar Kusendové, CSc., z Katedry humannej geografie a demogeografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Komenského v Bratislavě za pomoc při sestavování hodnotící metody a kolegům z Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci za podněty, pomoc při tvorbě metodiky a testování programů. Dále bych ráda poděkovala všem hodnotitelům, kteří prakticky provedli podle metody CartoEvaluation hodnocení řady GIS programů.

V Olomouci 31. 8. 2009

Preface

As information technologies developed over the last two decades, manual cartographic methods for map creation and processing have become less important. Progress in geoinformatics and geoinformatics technologies (GIT) has caused cartography to start to change, expand and modernize. Cartography remains an autonomous and distinctive discipline.

Geographic information systems (GIS) are mainly characterized by workflow in most applications: data creation and management – data analysis – visualization of data and results. Visualization is a form of cartographic mapping output in geographic information systems and so can be considered as a form of data processing output. Cartographic outputs are from GIS imaginary processing.

Because of the development of functionality in GIS, the software also offer improved cartographic functionality. This often results in GIS software being regarded as software for the automated creation of cartographic maps. Nevertheless, by their connection within GIS programs, geoinformatics and cartography enrich each other and inspire further development in both disciplines. Methods of cartographic expression continue to develop and new approaches still appear.

Modern GIS help the fast creation of map outputs considerably as a result of their effective tools. GIS carry out their tasks not only in creating map outputs but also through maintenance, update and use of cartographic products. The potential of modern geographical information systems for cartographic data visualization (also called geovisualization) is very wide but in certain respects still not sufficient (Voženílek, 2007).

This publication introduces a new approach to the evaluation of cartographic functionality in GIS products which is based on the Goal-Question-Metric method. The creation of an objective approach for evaluating the cartographic functionality of GIS programs was a difficult task. The method proposed here **CartoEvaluation**, together with defined metrics of evaluation enables evaluation by practically for anybody and facilitates the comparison of GIS systems in terms of their capabilities for digital outputs. The methodology has been created for the evaluation of desktop GIS products where the final output is created either as a map preview or as printed output.

Evaluation theory belongs to a specific area of mathematics and control theory (Talašová, 2003). Evaluation is closely related to the decision making process or choice of the best option. Evaluation is an early step in the decision making process. The result of evaluation of the identified cartographic functionality can help a user in the choice of GIS program where a user requires a higher cartographic functionality.

Any user can use the **CartoEvaluation** method for assessment. A numeric score is obtained by answering questions concerning the accomplishment of individual cartographic goals. This score can be compared with the results for other software.

An evaluation table is available and can be downloaded in Czech and English versions from <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad/method.php>.

I would like to thank to doc. RNDr. Dagmar Kusendová, CSc., from the Department of Human Geography and Demogeography in the Faculty of Natural Science at Comenius University in Bratislava, Slovak Republic, for her support with design of this evaluation method. I would like to thank also to my colleagues from the Department of Geoinformatics, Faculty of Science, Palacký University, Olomouc, for their suggestions and support during the creation of this book. I would like to thank also to all the evaluators, who practically made evaluations of a number of GIS programs by the CartoEvaluation method.

Olomouc, 31 August 2009

1 Počítačová tvorba map

Mapa je zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles nebo jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografických zobrazení), ukazující prostřednictvím metod kartografického znázorňování polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně-ekonomických a technických objektů a jevů (Terminologický slovník VÚTG).

Voženílek (2004) uvádí, že podle Mezinárodní kartografické společnosti ICA (1973) je tematická mapa definována jako mapa, jejímž hlavním obsahem je znázornění libovolných přírodních a socioekonomických jevů (objektů a procesů), ale také jejich vzájemných vztahů.

V současné době se tvorba map přenesla do prostředí počítačového zpracování. Mapové výstupy je možné vytvářet jak v grafických programech, tak v geografických informačních systémech. Vývoj kartografie má za sebou několik staletí. Naproti tomu implementace všech kartografických postupů do počítačových algoritmů má za sebou teprve něco málo přes tři desítky let (Voženílek, 2007). Z toho důvodu počítačové programy pro tvorbu map mají implementovanou řadu kartografických funkcí, ale zdaleka ne všechny.

1.1 Grafické programy v kartografii

S nástupem počítačového zpracování dat se vedle textových a tabulkových editorů objevily i grafické editory pro tvorbu obrázků. Grafické programy prodělaly bouřlivý rozvoj a tvorba map díky těmto programům také mohla nastoupit svou digitální cestu místo pracné ruční tvorby. Grafické programy lze rozdělit na vektorové a rastrové. **Vektorové grafické programy** umožňují tvorbu vektorové grafiky. Vektorové grafické editory se používají zejména pro tvorbu ilustrací, log, diagramů, nákrešů a dalších. Pro tvorbu používají podobně jako GIS programy členění dat do vertikálních vrstev. Mezi nejpoužívanější se dnes řadí Adobe Illustrator, CorelDRAW, Xara Xtreme; Open Source programy Inkspace, OpenOffice.org Draw, Xara Xtreme pro Linux. Do vektorových grafických programů lze zařadit i velkou skupinu CAD (Computer Aided Design) programů. Tyto programy jsou určeny pro kresbu technických výkresů ve strojírenství, stavebnictví, elektrotechnice. CAD programy umožňují návrh a modelování strojů, zařízení, staveb atd.

Rastrové grafické editory jsou také označovány jako bitmapové editory. Bitmapové editory jsou vhodné pro tvorbu fotorealistických výstupů, retušování, kreativní malování od ruky pomocí tabletu apod. Dalšímu rozvoji rastrových grafických programů pomohl nástup digitální fotografie. Mezi nejpoužívanější se dnes řadí Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint; Open Source programy GIMP, Tux Paint a freeware IrfanView. Grafické programy v současné době disponují velice obsáhlými možnostmi tvorby a zejména úpravy grafických výstupů. Vektorové a rastrové grafické programy se často ve svých funkcích doplňují.

Tvorba digitálních map v grafických programech má své výhody, ale také nevýhody. Grafické programy mají stejnou výhodu jako všechny digitální technologie, a to možnost editace a rychlou tvorbu aktualizovaných výstupů. Někteří tvůrci map preferují grafické programy z důvodu většího počtu grafických operací, které jsou k dispozici. Důvodem preference může být i úzká specializace programu na určitou oblast. Například vektorový grafický program OCAD od švýcarské firmy OCAD AG se využívá pro tvorbu map pro orientační běh již skoro dvě desítky let (OCAD, 2009).

Výhodou grafických programů jsou často obsáhlé knihovny symbolů, textur, funkce stínování, zvýrazňování, zaostřování apod. Další výhodou jsou možnosti exportů do formátů použitelných pro kvalitní typografické zpracování a tisk. Při tvorbě map se můžeme setkat s běžnou praxí, kdy část tvorby kartografického výstupu je vytvořena v GIS programu a finální podoba je dotvářena v grafickém programu. Důvodem může být požadavek na vícebarevné bodové znaky, propracovaný znakový klíč (složené liniové znaky), tvorba některých specifických strukturních kartodiagramů, finalizace mimorámových údajů mapy nebo tvorba tiskových předloh pro digitální tisk. Množství dokončovacích prací v grafickém programu závisí na množství chybějící kartografické funkcionality v GIS programu.



Obr. 1.1: Orientační plán ZOO Olomouc (Morkesová, 2009)

Příkladem kombinované kartografické tvorby v GIS programu a následné úpravy v grafickém programu je orientační plán ZOO Olomouc-Sv. Kopeček, který vznikl v roce 2009 na Univerzitě Palackého v Olomouci. Podkladové vrstvy plánu byly nejprve vytvářeny v programu ArcGIS na základě katastrální mapy a zaměřením stavebních prvků v terénu. Následně byl plán upraven v programu CorelDRAW z důvodu tvorby vícebarevných bodových znaků zvířat (Morkesová, 2009).

Mezi grafické programy patří i programy, které umožňují vytvářet **animace**. Také tyto programy jsou využívány pro tvorbu map, které vyjadřují změny v čase. Animované mapy patří mezi novější vyjadřovací kartografické metody. Mezi nejčastěji používané programy pro tvorbu animovaných map patří Adobe Flash (Voženílek, 2005).

Nevýhodou grafických programů je skutečnost, že s vytvořenými daty nelze provádět další geografické analýzy, vyhledávat data podle atributů, filtrovat data, vytvářet topologie, definovat vztahy mezi prvky navzájem apod. Grafický program nebere v úvahu specifika jevu, který zobrazuje. Linie může reprezentovat jak geografický jev (řeku, hranici parcely), tak zeď, stožár, hranu dřevěné desky, žilnatinu v listu rostliny bez jakéhokoliv rozdílu. Analogické nedostatky grafického programu zjistí také specialista v okamžiku, kdy je univerzální grafický program použit pro tvorbu technického stavebního výkresu místo specializovaného stavebního programu.

1.2 Kartografická terminologie v GIS

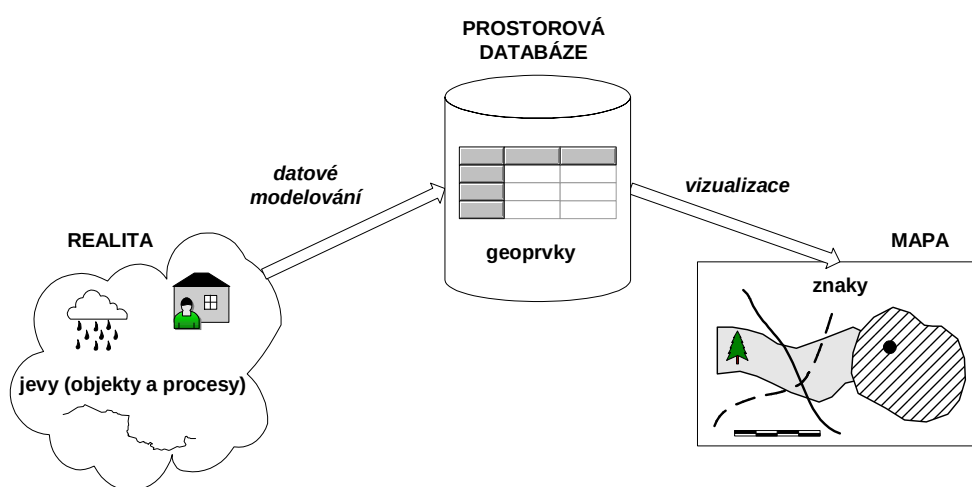
GIS programy používají navzájem různé odborné pojmy, které jsou odlišné i od kartografických termínů. Například v programu ArcGIS od firmy ESRI se používá termín *vrstva* a *třída prvků*. V programu AutoCAD Map od firmy Autodesk se používá termín *hladina*. S určitým omezením si termíny hladina a vrstva odpovídají. Obojí slouží k uložení reprezentací objektů a jevů reálného světa.

Terminologie produktů ArcGIS od firmy ESRI nevhodně zavádí do češtiny pojem *symbol* místo kartograficky zavedeného pojmu *mapový znak*. Pojem symbol vysvětluje J. Pravda (2006) pouze jako v užším smyslu „symbol něčeho“, ale pojem *mapový znak* má širší význam, neboť označuje, zastupuje, reprezentuje určitý konkrétní objekt nebo jev. Taktéž se nevhodně používá sloveso *symbolizovat* místo *vyjadřovat*.

J. Pravda (2006) také poukazuje na rozdíl mezi pojmy *znázorňovat* a *vyjadřovat*. Vysvětluje, že pojem *znázorňovat* se přenesl z matematiky z procesu znázorňování – převodu číselného údaje do grafu s pravouhlými souřadnicemi, kdy číselná hodnota je *znázorněna* průběhem křivky (funkce). Pojem *znázorňovat* je vhodný v kartografii pouze u znázorňování georeliéfu. Mnohem vhodnější je používat pojem *vyjadřovat* a z toho logicky vyplývá ve vztahu k metodám pojem *metody mapového vyjadřování*.

Program AutoCAD Map též nevhodně používá v české lokalizaci pro proces přiřazování mapových znaků jevům a objektům pojem *stylizace*. AutoCAD Map dále používá termín *výkres* (výkresové okno) pro mapový výstup, neboť základ tohoto programu (AutoCAD) je určen pro oblast strojírenství a stavebnictví, kde se používá pro výstupy termín *výkres*. Tato specifika terminologie lze nalézt i u dalších programů.

Oblast použití termínů objekt, jev, geoprvek, mapový znak znázorňuje obrázek 1.2. Je na něm naznačen postup vizualizace jevů do mapy s použitím GIS, který ukládá data jako geoprvky do prostorové databáze.



Obr. 1.2: Vizualizace jevů mapovým znakem

1.3 Tvorba map v GIS

Geografické informační systémy jsou programy určené pro sběr, ukládání, analýzu, správu a reprezentování dat, které mají vztah k zemskému povrchu (Rapant, 2005). Mezi nejrozšířenější komerční desktopové programy patří ArcGIS, MapInfo, SmallWorld, GeoMedia Professional, AutoCAD Map, Microstation V8, IDRISI, ERDAS, ER Mapper, ENVI a řada dalších. Z oblasti Open Source programů jsou používány programy GRASS, QuantumGIS, OpenJUMP, SAGA GIS, uDIG, gvSIG, OrbisCAD, ILWIS Open atd. V kapitole 4 jsou uvedeni výrobci hodnocených programů a odkazy na webové stránky.

GIS programy se dělí podle řady hledisek. Podle zpracování dat se dělí na vektorové a rastrové programy. GIS programy jsou dnes široce škálovatelné od programů pro mobilní počítače přes desktopové programy až po webové mapové servery. Další dělení může být na prohlížečky, konverzní programy, programy pro dálkový průzkum Země (DPZ), specializované programy pro správu území (např. v České republice MISYS, TopoL, GISel, Ameba), geodetické programy

(KOKEŠ), programy pro 3D vizualizaci (Google Earth), 3D interpolace, GPS navigace, geostatistiku atd.

GIS programy se odlišují od ryze grafických programů způsobem uložení dat. V GIS programech je kromě grafické složky dat možnost navíc ukládat i popisná atributová data jednotlivých geometrických prvků. **Atributová data** jsou provázána s jednotlivými geometrickými entitami. Digitální tematická mapa sestavená v GIS představuje vizualizaci vybraných jevů v území, jejichž charakteristiky jsou uloženy formou atributových dat v databázi. Poloha a průběh prostorového jevu se v mapě vizualizuje prostřednictvím geometrické složky dat. Prostřednictvím parametrů (grafických proměnných) bodového, liniového, plošného znaku a textu se vizualizuje atributová složka. Atributová složka se používá i k automatické tvorbě popisů kartografických znaků. Manuální popis je časově velmi náročná operace a je snaha kromě automatické tvorby popisu řešit algoritmy správného umístění popisů vůči prvkům mapy (Strijk, 2002).

GIS programy výrazně podporují svými funkcemi automatickou tvorbu tematických map. Hlavním nedostatkem grafického software je právě absence propojení s databází atributových dat. Tvorba map v GIS oproti tvorbě map v grafickém programu zaručuje správné rozměry objektů, správnou orientaci mapy ke světovým stranám, správné měřítko, topologii atd. (Dobešová, 2009).

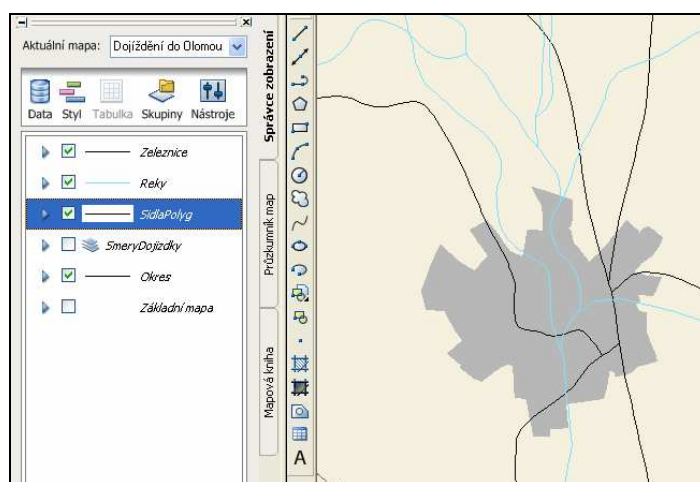
Funkcionalita různých softwarových řešení geografických informačních systémů bývá dosti odlišná. GIS produkty se liší za prvé ve svých nativních formátech pro uložení dat, se kterými pracují (Dobešová, 2008a). Za druhé se liší množství implementovaných funkcí. Z nativních formátů často vyplývá rozdílný způsob práce s daty v GIS. Rozdílné způsoby práce s daty se promítají i do odlišnosti v možnostech kartografické vizualizace. Není rozdíl jen v dostupných kartografických funkcích, ale i v postupech, které vedou k realizaci kartografické metody, k nastavení parametrů znaků apod. Na tuto rozdílnost navazuje množství (počet) funkcí, které jsou v daném programovém řešení implementovány. I v rámci jednoho programového produktu od stejné firmy se novější verze liší od starších verzí zejména v přidávání nových funkcí, které je možné s daty vykonávat.

Při tvorbě kartografických produktů se obecně ve všech GIS programech postupuje zhruba následujícím způsobem:

- nastavení mapové osnovy,
- vertikální naplnění mapového pole vrstvami,
- nastavení znakového klíče pro jednotlivé vrstvy a nastavení horizontálního členění vrstev,
- sestavení kompozice mapy.

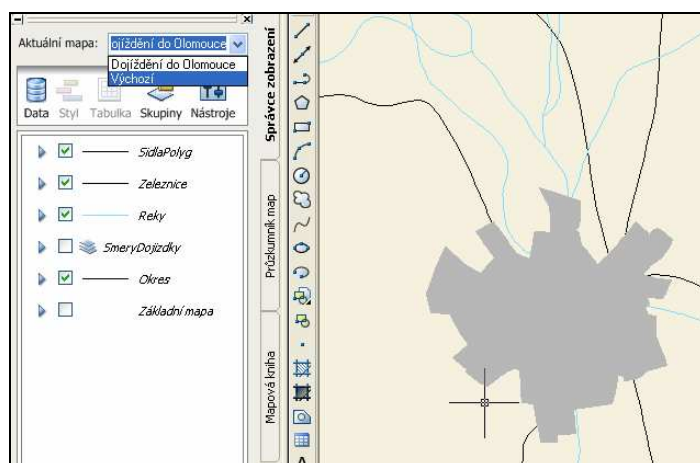
Prvním krokem je určení **mapové osnovy** – tj. geometricko-grafického základu mapy. Obvykle jde o definování vlastností mapového pole. Je nutné určení kartografického zobrazení, referenčního a souřadnicového systému, eventuálně pravoúhlého souřadnicového systému nebo systému pevných opěrných bodů.

Obsah **mapového pole** se v GIS tvoří přidáním jednotlivých vrstev, které jsou řazeny vertikálně. Pořadí typů vrstev bývá následující: nejnižší jsou polygonové vrstvy, následují liniové vrstvy a nejvýše jsou bodové vrstvy. Pořadí vrstev určuje tvůrce mapového rámce. Rozhodnutí o pořadí několika hladin stejného typu záleží na významu hladiny. Například linie železnice budou nad liniemi toku řeky, neboť řeka teče pod železnicí (obr. 1.3).



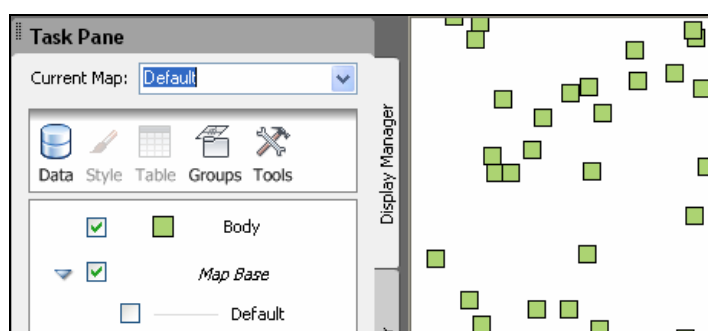
Obr. 1.3: Vertikální řazení vrstev v programu AutoCAD Map

Základní řazení ve výše zvolené logice může program provést automaticky, jak je tomu u programu ArcGIS. Chybné řazení vrstev, které nastavil uživatel, ukazuje obrázek 1.4, kde polygon města překryl linie řeky a železnic a není zřejmý jejich průběh ve městě, ale jen mimo město.



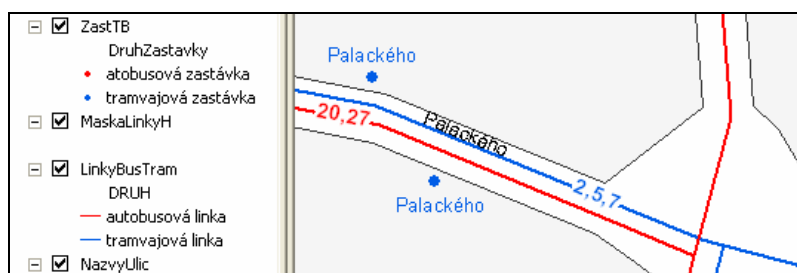
Obr. 1.4: Kartograficky chybné řazení vrstev

Po přidání nové vrstvy do mapového rámce GIS program automaticky přiřadí této vrstvě výchozí nastavení parametrů znaku (barva, tvar, velikost,...). Uživatel následně tyto parametry většinou změní. Na obrázku 1.5 je ukázka výchozího nastavení pro bodovou vrstvu v programu AutoCAD, kdy jsou vždy body nové bodové vrstvy zobrazeny znakem čtverce.



Obr. 1.5: Výchozí nastavení čtvercového znaku pro bodovou vrstvu v AutoCAD Map 3D 2009

Po nastavení vertikálního uspořádání vrstev je možné nastavit horizontální rozčlenění vrstvy s možností následného použití různých znaků. Například na obrázku 1.6 je rozčleněna vrstva linek městské hromadné dopravy (LinkyBusTram) na dvě skupiny, kdy linie autobusů je zobrazena červenou barvou a linie tramvajové linky je zobrazena modrou barvou. Obdobně je horizontálně členěna vrstva zastávek.

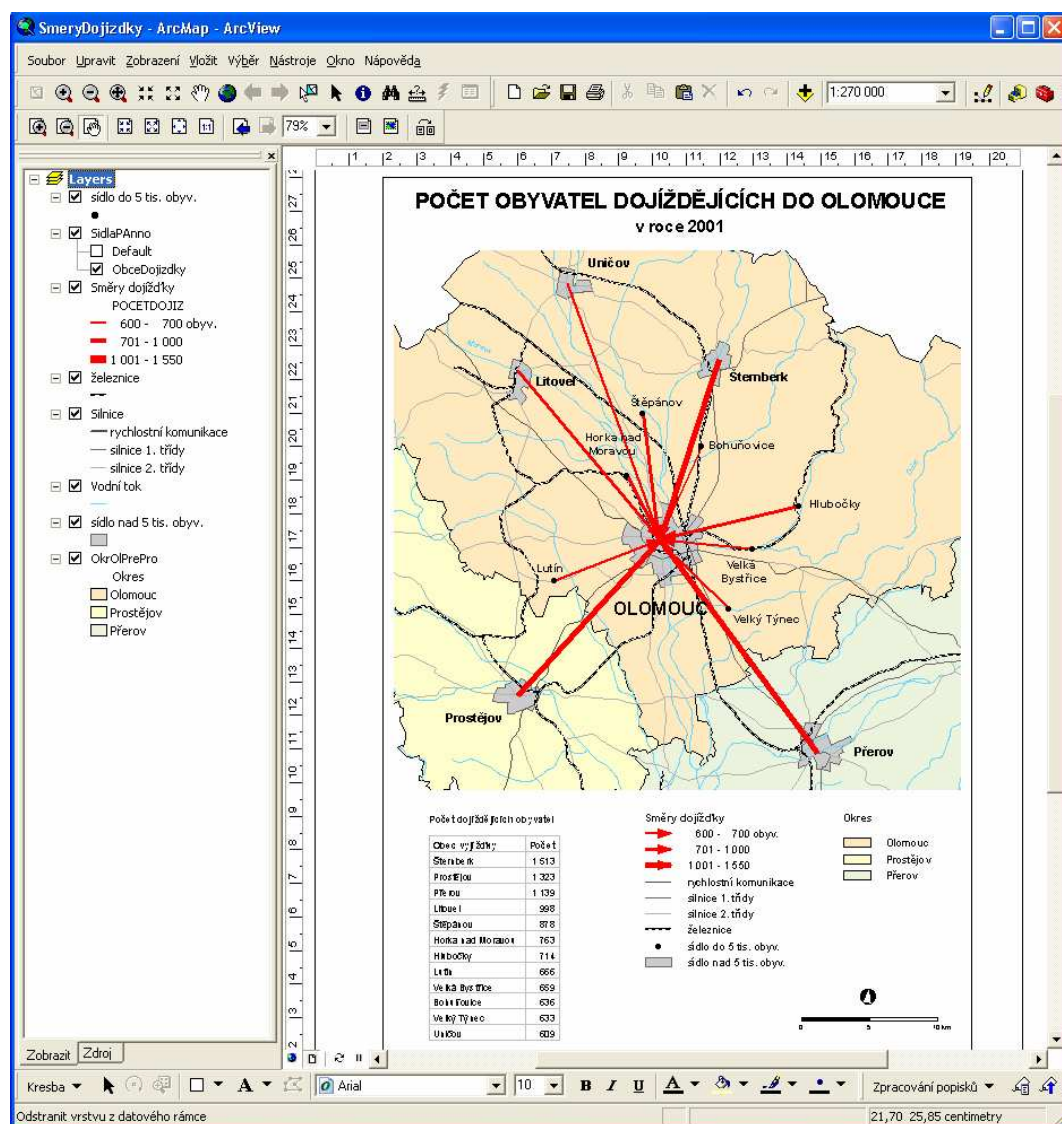


Obr. 1.6: Horizontální členění vrstev (Dobešová, 2007)

Po sestavení obsahu mapového rámce a nastavení mapových znaků je vytvářena **kompozice mapy**. Vkládají se další základní a nadstavbové kompoziční prvky. Tato tvorba se často provádí v samostatném okně mimo sestavování mapového rámce. Toto okno bývá pojmenováno layout (rozvržení, výkres, mapa apod.). Zde se určí výsledný rozměr mapového listu, měřítko a celková kompozice mapy. Základní prvky, jako je nadpis a tiráž, se provádějí nástroji psaní textu, může

být použita nachystaná šablona s obsahem. Tvorba základního kompozičního prvku, a to legendy, je většinou v GIS programech podpořena automatickou tvorbou na základě obsahu mapového rámce.

Okno pro tvorbu kompozice mapy umožňuje vložení i dalších nadstavbových prvků, jako je směrovka, tabulka, text, fotografie, diagram, logo, vedlejší mapa atd. Ukázka výsledné kompozice mapy s všemi základními i vybranými nadstavbovými prvky v prostředí programu ArcGIS je na obrázku 1.7.



Obr. 1.7: Sestavení výsledné kompozice (Dobešová, 2007)

V metodě hodnocení kartografické funkcionality GIS produktů pomocí metody CartoEvaluation, prezentované v této knize, je upřednostněna kartografická terminologie podle J. Pravdy (2006). Označení a pojmenování hodnocených funkcí v konkrétních GIS programech může být jiné a značně variabilní, než se používá v kartografii. Neznamená to tedy, že daná kartografická metoda není implementována, ale je pojmenována jinak, nebo je spojeno více funkcí dohromady, kdy jen různým nastavením se realizují různé metody.

Nově se objevuje i pojem **geovizualizace**, který se někdy chápe jako zkrácená alternativa pojmu „vizualizace geografických dat“. Definici pojmu uvádí Dykes, MacEarchen a Kraak (2005):

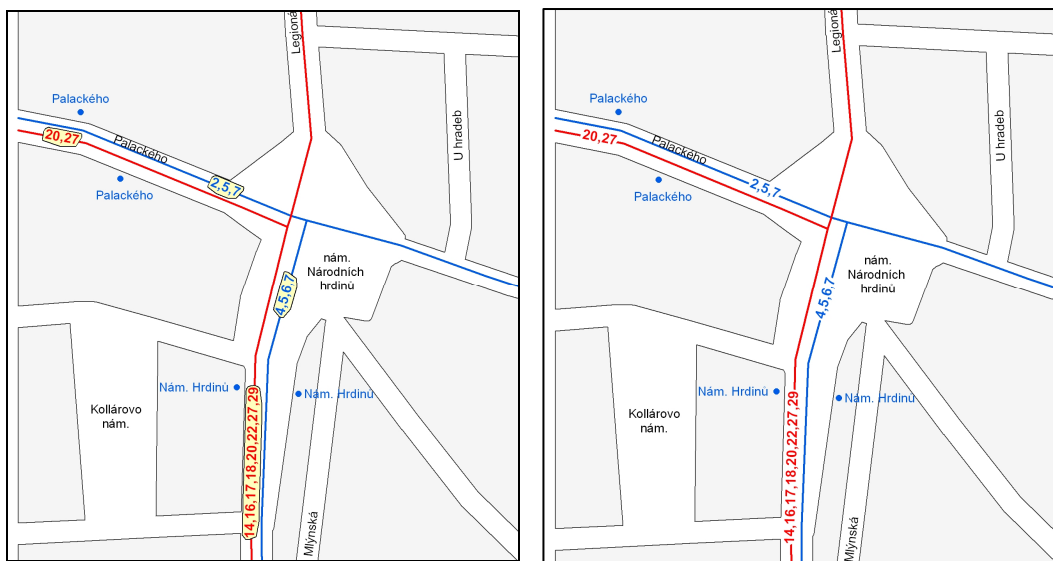
Geovizualizaci lze charakterizovat jako volně složenou doménu, která se zabývá vizuálním výzkumem, analýzou, syntézou a prezentací geografických dat prostřednictvím integrace přístupů z kartografie a dalších a analytických oborů, včetně vědecké vizualizace, analýzy obrazu, vizualizace informací, výzkumné analýzy dat a GIScience.

1.4 Vztah kartografických výstupů a struktury dat

Pokud je kartografický výstup hlavním cílem zpracování dat v GIS, pak je struktura dat často podstatně ovlivněna požadavky kartografického výstupu. Z tohoto důvodu dochází například k vytváření **nových dat** jen za účelem vizualizace. Někdy dochází k **duplikování dat** z důvodu tvorby kartografického výstupu. Třetím případem je **rozdělení jedné datové sady** na více dílčích datových sad tehdy, když nelze v GIS programu nastavit různý způsob vizualizace v rámci jedné skupiny. Tento případ je častým problémem u grafických programů, ale může se vyskytnout i u GIS programů.

Vznik nových dat lze demonstrovat na příkladu vzniku nové třídy popisů – anotací v geodatabázi v programu ArcGIS. Popisy objektů vznikají nejprve automatickým popisem z atributových dat. Následně jsou převedeny na anotace z důvodu individuální editace parametrů popisu a umístění jednotlivých popisů. Anotace jsou uloženy mimo třídy původních prvků a lze definovat propojení na původní data.

Příkladem nově vzniklé vrstvy mohou být polygony masky pozadí (Dobešová, Dobeš, 2007). Maskování pozadí se provádí v případě zvýšení čitelnosti popisu. Příkladem je popis autobusových a tramvajových linek v plánu města (obr. 1.8). Linie jsou popsány čísly projíždějících spojů. Popis je umístěn na linii dopravní linky. Z důvodu lepší čitelnosti je linie maskována malým polygonem, který lze v programu ArcGIS automaticky vygenerovat nástrojem Cartography Mask Tool.



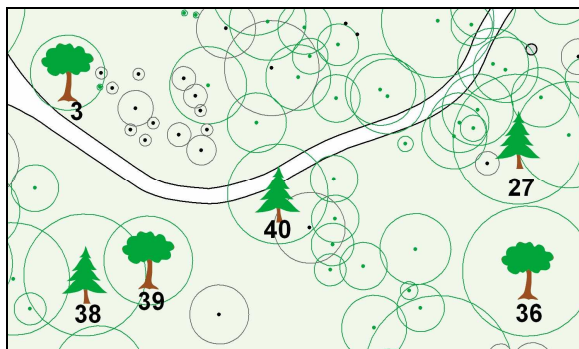
Obr. 1.8: Vygenerované polygony masek kolem popisu dopravních linek

Vlevo na obrázku jsou vidět polygony s barevnou výplní a černým ohraničením pod popisy čísel linek. Maskování pozadí se provede tak, že polygony masky mají stejnou barvu výplně, jako je barva pozadí (zde bílá) a polygony jsou bez ohraničení.

Duplicitu dat lze demonstrovat na víceměřítkových výstupech. Pro víceměřítkové mapové výstupy může být jeden geografický prvek reprezentován různými geometrickými reprezentacemi v závislosti na měřítku. Například budovy mohou mít bodovou reprezentaci v malém měřítku a polygonovou reprezentaci ve velkém měřítku. Obdobně řeky mohou mít polygonovou reprezentaci, která je pro malé měřítko generalizována do liniové reprezentace. V tomto případě jsou uloženy reprezentace stejných geografických prvků ve dvou různých datových sadách. Atributová data jsou duplicitní. Od těchto tříd prvků můžeme vydělit shodná atributová data a ta přes připojení sdílet pro dvě třídy prvků z jedné zdrojové tabulky.

Vliv na kvalitu mapových výstupů má i **integrita atributových dat**. Zde se promítne opačný vliv ve směru od dat ke kartografickému výstupu. Správnost kartografických výstupů lze podpořit správným návrhem integritních pravidel pro atributová data tak, aby se zamezilo vizualizaci neexistujících nebo chybných dat. Integritní pravidla se realizují správnou definicí datového typu (číslo, text, datum,...) pro sledovaný atribut (Dobešová, 2004). Dále lze zúžit přípustné hodnoty, kterých může atribut nabývat. Pro číselné hodnoty lze omezit rozsah jako **interval** přípustných hodnot (např. <50, 100>). Pro text lze nadefinovat **výčet** přípustných hodnot (např. strom listnatý a strom jehličnatý). Další integritní pravidlo představuje požadavek na zadání nějaké konkrétní hodnoty. Není dovoleno nezadat žádnou hodnotu, tj. atribut by měl hodnotu Null (neznámá nebo

neexistující hodnota). V případě nastavení znaku pro strom podle druhu stromu (jehličnatý nebo listnatý) by se objekt s hodnotu druhu stromu Null v mapě nezobrazil a v mapě by byla chyba.



Obr. 1.9: Bodové znaky stromů, které vyjadřují tvarem jehličnatý nebo listnatý druh stromu

2 Metody hodnocení kartografické funkcionality GIS

Hodnocení a rozhodování jsou součástí každodenního života. Na základě různých kritérií, která se různou měrou zohlední, je učiněno zhodnocení a následné rozhodnutí, které může mít užší, nebo širší dopad. Rozhodnutí může zasáhnout jednotlivce, nebo mít širší (např. firemní) dopad, nebo dokonce dopad celospolečenský. Příkladem rozhodnutí jednotlivce je, když si řidič na základě svého výběru mezi autoatlasy kupuje autoatlas, podle kterého cestuje. Příkladem širšího rozhodnutí je výběr a následný nákup počítačového vybavení pro středně velkou firmu. Rozhodnutí se liší navzájem v tom, jak jednoduše a rychle je lze změnit nebo napravit. Špatný výběr autoatlasu snadno a rychle napravíme novou koupí jiného atlasu. Nové počítačové nebo programové vybavení pro firmu realizujeme s mnohem vyššími náklady a také změna nelze provést tak často a rychle.

Rozhodování s širším dopadem je třeba provést podle jasně vymezených pravidel, objektivizovat jej a zprůhledňovat (Fiala et al., 1994).

2.1 Důvody hodnocení

Uživatel nebo organizace (firma), která se rozhoduje a vybírá nový program, ve kterém bude řešit své budoucí úkoly, potřebuje svůj výběr a rozhodnutí učinit podle určitých podkladů. Pokud charakter zpracovaných geoprostorových úloh bude vyžadovat kvalitní vizuální výstupy, je nutné, aby funkcionality kartografických nástrojů byla široká a propracovaná. Při výběru GIS programu tak bude upřednostněno kritérium kartografické funkcionality před například kritériem podpory různých operačních systémů nebo možnostmi konverze velkého množství formátů dat.

Jak ale dobrou kartografickou „vybavenost“ programu zjistit? Je možné o tuto analýzu požádat zkušeného odborníka s dlouholetými zkušenostmi a s přehledem v nabídce programů. Nebo je možné se řídit podle referencí nebo podle produktových informací výrobce. Jednou z cest je provést si ohodnocení vlastním otestováním a pokusy o samostatnou tvorbu kartografických výstupů. Nebezpečím tohoto náhodného testování může být opomenutí některých kartografických metod a dlouhá doba potřebná na testování u neznámého produktu. V případě vlastního testování chybí vodítko, jak otestovat a zjistit, zda kartografická funkcionality je dostatečná a propracovaná, či zda některé nástroje chybí, nedostačují nebo nepracují zcela správně. Návrh metodiky prezentovaný v této knize je návodem, které kartografické funkce sledovat při hodnocení. Využít lze navrženou metodu hodnocení CartoEvaluation, která je volně dostupná, nebo výsledky hodnocení, kdy testování provedl již dříve jiný zkušený uživatel.

Špatné rozhodnutí při výběru GIS programu pro zpracování kartografických úloh může vést k tomu, že podstatně vzroste pracnost zhotovení výstupů. Řadu prvků mapy je potom nutné z důvodu chybějící funkcionality vytvářet ručně (pomocí ukazovatele myši), tedy základními grafic-

kými a textovými nástroji. Příkladem může být podstatný rozdíl rychlosti tvorby a aktualizace mezi automaticky vytvářenou legendou programem a její ruční tvorbou pouze základními grafickými a textovými nástroji.

2.2 Verbální hodnocení

Jednou z možných hodnotících metod je hodnocení pouze verbální. Verbální hodnocení zaujímá relativně tradiční místo mezi metodami, neboť je založeno na přirozeném záznamu názoru hodnotitele. Verbální hodnocení je podvědomě zakódováno v člověku a vyjadřuje vztah ke všemu, s čím se člověk dostává do kontaktu ve svém okolí (partner, rodina, práce, politika, koníčky,...) (Bláha, 2009).

Toto hodnocení je vyjádřeno slovním popisem, kdy lze slovně vypsát seznam kladných a záporných vlastností. Verbální metoda se v kartografii často používá při hodnocení map a atlasových děl (Voženílek, 1999). Verbální hodnocení spočívá ve výčtu kladů a záporů, které mapové dílo obsahuje. Verbální hodnocení mají někdy charakter recenze nebo lektorského posudku. Často ve verbálních hodnoceních převažuje výčet chyb, kterých se autor mapy dopustil kvůli nedodržení některých kartografických pravidel nebo nedostatkům v programu, pomocí kterého mapu vytvářel (Bláha, 2009).

Výhodou verbálního hodnocení je, že je více popisné, může reflektovat detaily, může pojmenovat konkrétní problémy. Nevýhodou je tendence k subjektivitě a snadné potlačení některých kladů hodnoceného projektu.

Porovnat kartografická díla navzájem na základě verbálního hodnocení je obtížné. Obtížnost hodnocení mapových výstupů je dána i tím, že se hodnotí takové faktory, jako je estetická stránka mapy, čitelnost mapy, přehlednost, uživatelská vstřícnost atd. Snahu omezit verbální hodnocení a objektivizovat a kvantifikovat hodnocení ukazuje řešení grantového projektu GA UK „Uplatnění estetiky a vyjadřovacích prostředků kartografie“, realizovaném na Karlově Univerzitě v Praze. Při hodnocení autoatlasů byla zvolena metoda kritériálního hodnocení. Posuzovalo se osm kritérií: názornost, rozlišitelnost, čitelnost, vyváženost, přehlednost a celkové estetické působení. Maximální váha výše zmíněných kritérií byla 8, minimální 3. Pro určení vah bylo použito párové porovnání podle doporučení Miklošíka (2005). Pro posouzení kartografických děl Miklošík navrhuje použít metodu vícekritériálního hodnocení variant s využitím určení vah pomocí párového srovnání. Teorie párového porovnání je zmíněna v kapitole 2.4. Párové porovnání vah provedli jak běžní uživatelé autoatlasů v dotazníkovém terénním šetření, tak odborníci-kartografové. Výsledná váha je neváženým průměrem vah získaných od uživatele a od kartografa (Bláha, 2008). Tento postup stanovení vah je zajímavým počinem v objektivizaci hodnocení.

Výsledné hodnocení kartografických děl je nejlépe kombinovat jako verbální hodnocení a kvantitativní hodnocení spočítané jako výsledek splnění určených kritérií.

Vzhledem k univerzálnosti verbálního hodnocení lze verbální hodnocení provést i pro GIS produkty a soustředit se v hodnocení pouze na kartografické funkce. V současné době je zde těsná provázanost mezi výsledným kartografickým dílem a programem, ve kterém se vytvářel. Nedostatek v mapě popsany verbálním hodnocením může být způsoben špatnou funkcí programu, a nikoliv autorovou vinou. Na obrázku 2.1 je vidět ukázka strukturního liniového kartodiagramu. Na styku dvou linií jsou chybná napojení navazujících linií, kde jsou viditelné mezery mezi liniemi. Chyba je způsobena programem.



Obr. 2.1: Ukázka chybného napojení linií způsobeného programem

Na obrázku 2.2 je výřez automaticky generované legendy pro směrové linie vyjadřující každodenní dojížděku obyvatel do obce. Tloušťka linie vyjadřuje počet obyvatel. Směrové linie jsou zakončeny v mapě šipkou. V legendě jsou směrové linie sice také zakončeny šipkou, což je správně, avšak šipka je u druhé a třetí linie posunuta vlevo mimo konec linie. Tuto chybu automaticky generované legendy musí autor mapy opravit ručně.

Směry dojížděky

	600 – 700 obyv.
	701 – 1000
	1001 – 1550

Obr. 2.2: Ukázka chyby umístění šipky v automaticky generované legendě

Kromě mapy je třeba hodnotit i program a zjistit klady, zápory, možnosti, nedostatky a omezení programů pro vytváření map. Tak jako u hodnocení map je i u hodnocení programů lepší kombinovat verbální a kvantitativní hodnocení.

2.3 Jednoduché a hvězdičkové hodnocení

Kartografickou funkcionalitu je možné hodnotit různými metodami. Základní **jednoduchá binární metoda** hodnocení spočívá v tom, že se stanoví jednotlivé kartografické metody a slovně se hodnotí, zda tyto metody lze nebo nelze provést funkcionalitou programu. Respektive lze konstatovat, zda je funkce pro konkrétní kartografickou metodu dostupná či nedostupná. Například funkce automatická tvorba kartodiagramu je/není implementována. Slovní ohodnocení je tedy provedeno slovem **Ano – Ne**, eventuálně Lze – Nelze. Hodnocení lze okomentovat slovně ve smyslu, jaké jsou omezení či výhody sledované funkce.

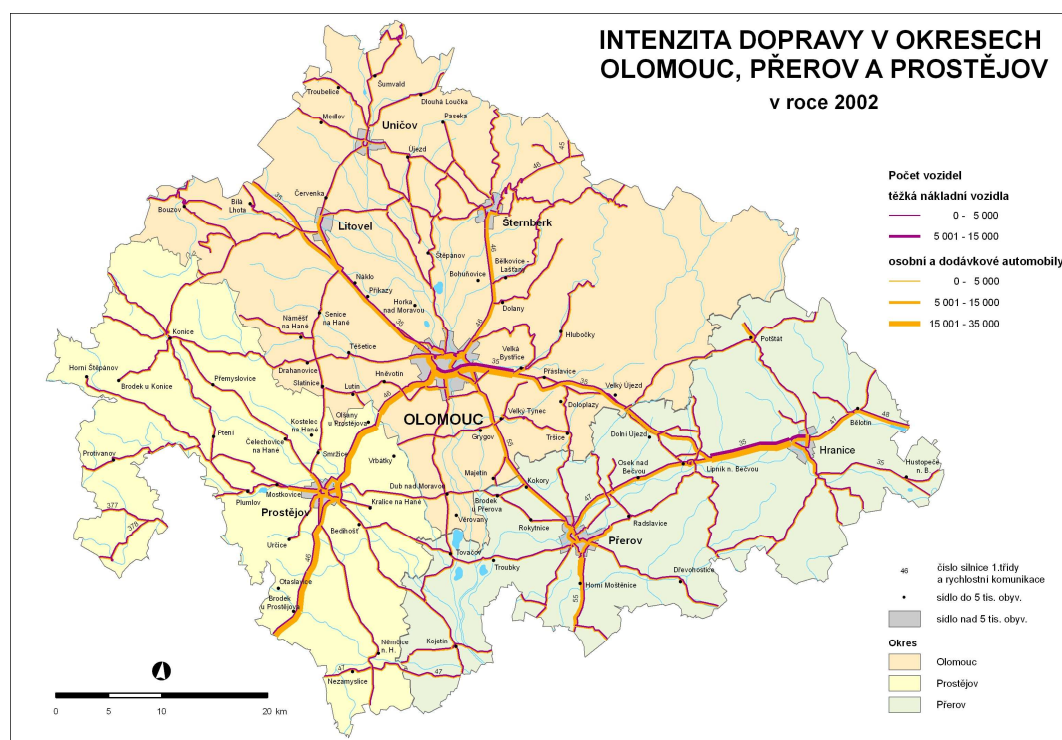
Vyšší stupeň hodnocení lze provést tak, že hodnotíme kvalitu kartografického nástroje a vyznačíme existující omezení nástroje. Kvalitu můžeme hodnotit bodovou stupnicí v rozsahu třeba 1 až 5 bodů nebo slovně (vynikající, střední, slabá). Obdobou bodového hodnocení může být **hvězdičkové hodnocení**, které je známé například při klasifikaci hotelů. Lze také hodnotit obtížnost použití kartografického nástroje, jeho vstřícnost a jednoduchost použití.

Metoda jednoduchého slovního hodnocení byla použita v disertační práci Z. Dobešové (2007), kde byly tabelárně zhodnoceny kartografické nástroje dvou programů, a to ArcGIS a Autodesk Map 3D na základě vytvoření testovací sady 16 různých tematických map. Testovány byly verze programů, které byly v roce 2007 právě na trhu. Ukázka části hodnotící tabulky pro tvorbu liniových znaků je v tabulce 2.1. Jsou zde vidět i doprovodné komentáře, které při kladné odpovědi naznačují určité omezení nebo limity.

Tab. 2.1: Ukázka části jednoduchého hodnocení (Dobešová, 2007)

Tvorba tematických map – liniový znak	Autodesk Map 3D 2006	ArcGIS 9.1
Liniové znaky	ano, ale omezená a složitá tvorba vlastních znaků	ano
Kvalita vyjádřená liniovým znakem	ano	ano
Kvantita vyjádřená liniovým znakem	ano	ano
Složené liniové znaky	ano, ale nelze nastavit odsazení od středu linie	ano
Linie s doplňkovými identifikačními znaky	ano, ale v omezené míře	ano
Nastavení způsobu napojování linií	ne	ano
Nastavení způsobu křížení dvou čar	ne	ano
Liniový kartodiagram jednoduchý	ano	ano
Liniový kartodiagram stuhový součtový	ne	ano

Tuto jednodušší metodu lze použít pro přehledné porovnávání dvou programů a pro vytvoření komplexního přehledu ohodnocení dostupných či nedostupných funkcí. Problémem je porovnání více programů navzájem touto metodou. Podle výsledku hodnocení nelze tímto postupem dospět ke konečnému pořadí programů ve smyslu od nejlepšího k nejhoršímu. Tuto metodu nelze použít pro strukturované hodnocení většího rozsahu.



Obr. 2.3: Testovací mapa znázorňující intenzitu dopravy na silnicích stuhovým kartodiagramem (Dobešová, 2007)

Celkový výsledek jednoduchého hodnocení může být prezentován tak, jak je vidět v tabulce 2.2. Zde je brán v úvahu i výsledek testování vzhledem k nalezeným chybám funkcionality, kdy program nefunguje tak, jak popisuje dokumentace. Nedostatky jsou funkce, které nejsou vůbec implementovány a chybí možnost jejich použití. Více informací o postupech testování je uvedeno v kapitole 3 a v publikaci R. Pattona (2002).

V tabulce je hodnocena i uživatelská vstřícnost pod kritériem pracnost tvorby tematické mapy. Pracnost byla opět hodnocena na základě praktického vytvoření shodných dvojic testovacích tematických map v obou programech. Ukázka testovací mapy pro tvorbu liniových znaků je na obr. 2.3.

Tab. 2.2: Ukázka výsledného porovnání dvou GIS programů (Dobešová, 2007)

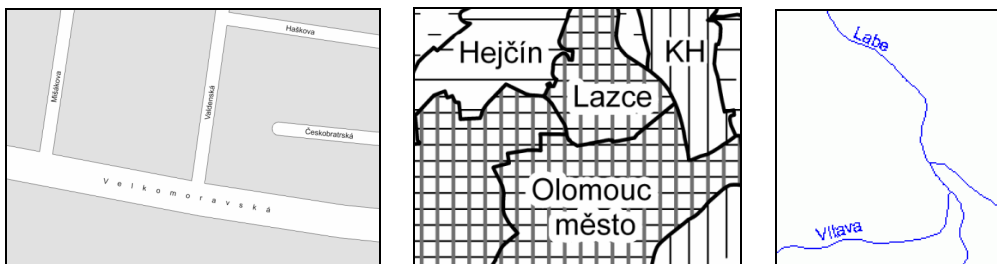
Aspekt kartografické vizualizace prostorových databází	Autodesk Map 3D 2006	ArcGIS 9.1
Pracnost tvorby tematické mapy	vysoká	střední
Množství nedostatků vzhledem k tvorbě tematických map	vysoké	nízké
Množství chyb	střední	nízké

Použití bodového hodnocení hvězdičkovou metodou je ukázáno v tabulce 2.3. Každá funkce je hodnocena na stupnici od jedné do pěti hvězdiček, kde jedna hvězdička znamená nejnižší funkčnost a pět hvězdiček nejvyšší funkčnost. V případě hvězdičkové metody je třeba dále rozpracovat pravidla, za jakých podmínek je udělena jedna, dvě, tři atd. hvězdičky, aby byla odstraněna subjektivita hodnocení. Je tedy nutné vytvořit rozsáhlý samostatný popis pravidel (doprovodných pokynů, kritérií) pro jednotlivé hodnocené funkce a tato pravidla dodat jako návod a následné vysvětlení pro hodnocení. Před hodnocením se s nimi musí hodnotitel seznámit a respektovat je. Výsledná tabulka je pouze stručným přehledem dosaženého počtu hvězdiček, ke kterému je nutné znát podmínky jejich udělení.

Tab. 2.3: Ukázka použití hvězdičkové metody pro hodnocení popisu

Hodnocený aspekt	Autodesk Map 3D 2006	ArcGIS 9.1
Parametry písma (rod, řez, velikost)	*****	*****
Umístění popisů vzhledem k typu prvku	**	*****
Odsazení popisu		*****
Maskování pozadí	**	*****
Proložení znaků, řádkování	*****	*****
Více stylů textu pro jednu třídu prvků (hladinu)	*	*****
Celkové skóre	15 / 30	29 / 30

Ukázka v tabulce 2.3 byla sestavena na základě praktických zkušeností s tvorbou testovacích map (obr. 2.4). Výhodou této metody je získání konečného skóre z maximálního možného počtu, kterého lze dosáhnout. Touto metodou lze porovnat více programů navzájem ve smyslu od nejlepšího k nejhoršímu.



Obr. 2.4: Ukázky různých testů popisů v mapách (vlevo proložení znaků, uprostřed maskování pozadí a víceřádkový popis, vpravo odsazení popisu od linie a kopírování tvaru linie)

2.4 Vícekriteriální hodnocení variant

Často používanou metodou je metoda vícekriteriálního hodnocení. V této metodě se zvažují různá kritéria pro výběr nejlepší varianty z potencionálně realizovatelných variant. Každé kritérium do výsledného hodnocení vstupuje s různou relativní důležitostí kritéria. Čím je důležitost kritéria větší, tím je větší i jeho váha vyjadřující důležitost (Fiala et al., 1994).

Vícekriteriální hodnocení předchází následujícímu rozhodovacímu procesu. S jeho použitím se můžeme setkat v hospodářské praxi při výběru nabídek na realizaci zakázky, kde vedle kritéria funkčnosti a účelnosti je kritériem i cena, rychlost dodávky apod.

Kritéria mohou mít povahu maximalizační nebo minimalizační (např. požadavek minimálních finančních nákladů). Aby mohla být kritéria posuzována společně, je třeba převést všechna kritéria na maximalizační (nebo minimalizační).

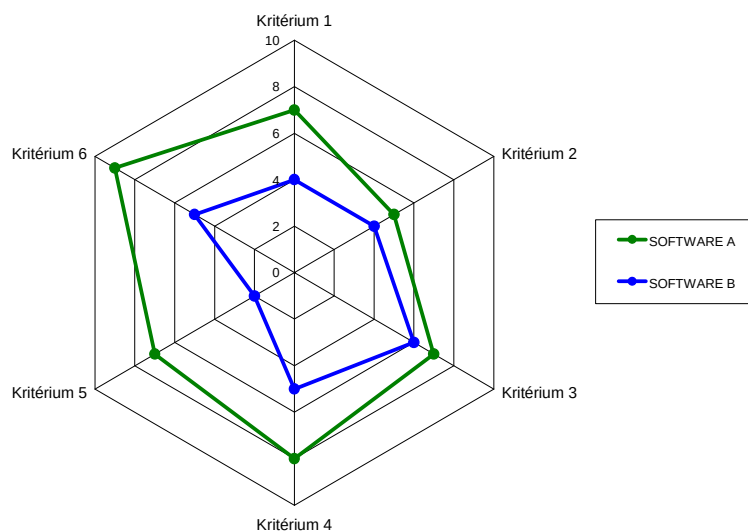
Důležité je stanovit **aspirační** úroveň kritérií, tj. minimální hodnoty, kterých by alespoň varianta měla dosáhnout při hodnocení podle jednotlivých maximalizačních kritérií. Hodnocení variant může v prvním, a to nejjednodušším případě rozdělit množinu variant na dvě sady variant: na sadu vhodných (přijatelných) variant a na sadu nevhodných (nepřijatelných) variant (poskytnutí či neposkytnutí úvěru žadateli bankou). Předěl mezi variantami tvoří aspirační úroveň. Při tomto **dichotomickém dělení variant** není určeno celkové pořadí variant. Následný výběr se provádí již jen z vhodných variant.

Druhým typem výstupu hodnocení variant je porovnání a **uspořádání možných variant** podle stupně naplnění stanoveného cíle. Třetím typem výstupu hodnocení je **výběr nejlepší varianty** ze vstupní množiny variant (Talašová, 2003).

Vícekriteriální hodnocení je možné nasadit i na hodnocení kartografické funkcionality GIS programů. Je nezbytné navrhnout kritéria hodnocení pro kartografické funkce a váhy jednotlivých kritérií, které vyjádří významnost kartografických funkcí.

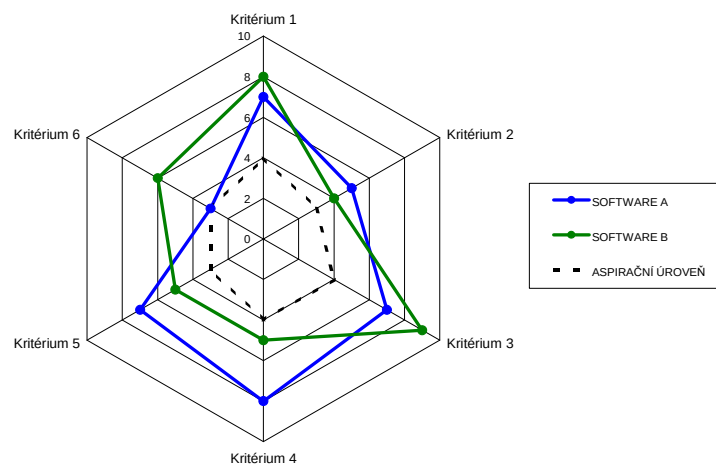
Znázornění výsledků hodnocení

Pro grafické znázornění výsledků vícekritériálního hodnocení lze dobře použít polární (hvězdicový) diagram. Na jednotlivé osy jsou vyneseny lineární stupnice s počátkem ve středu. Na konci os jsou vyneseny maximální hodnoty. Jednotlivé osy svírají stejný úhel $2\pi/K$, kde K je počet kritérií. Toto vyjádření výsledků má dobrou vypovídající hodnotu. Pokud některá hodnocená varianta vykazuje lepší výsledky ve všech kritériích než varianta jiná, nedochází ke křížení spojných čar. Potom je zřejmé, že tato varianta je lepší.



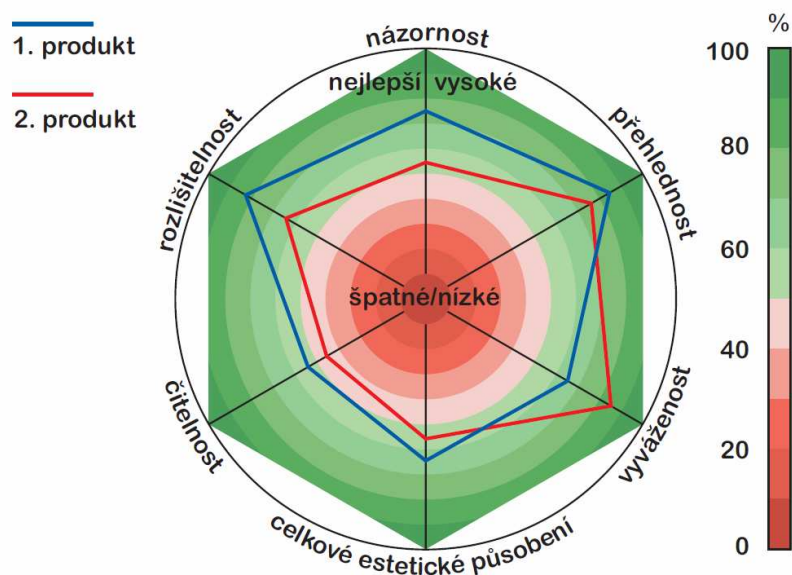
Obr. 2.5: Polární diagram jako způsob znázornění dosažených hodnot kritérií

Pokud se čáry navzájem kříží, znamená to, že v některých kritériích je jedna varianta lepší než druhá. Jejich vzájemné posouzení je vizuálně obtížnější. Rozdíl dvou variant lze vyjádřit jako „vzdálenost“ variant. V polygonálním zobrazení lze měřit „vzdálenost“ jako rozdíl ploch polygonů příslušných dvou variant (Fiala et al., 1994). Do polárního diagramu je pro srovnání dobré vynést aspirační úroveň, tj. minimální úroveň, které má být dosaženo jako na obrázku 2.6. Pro více variant než tři jsou výsledky hodnocení v jedné soustavě souřadnic méně přehledné.



Obr. 2.6: Polární diagram s vyznačenou aspirační úrovní

Ukázka použití polárního diagramu pro zobrazení výsledku hodnocení klasických mapových výstupů je na obrázku 2.7. Důležité je hodnotit vždy srovnatelná mapová díla. Např. srovnávat turistické mapy české produkce vydané v ohraničeném období (třeba 2000–2008). Provádí se tedy **komparace** (porovnání) mapových děl, která spojují určité charakteristiky (zaměření).



Obr. 2.7: Grafická reprezentace dosažení kritérií při hodnocení kartografického produktu (Bláha, 2009)

Metody stanovení vah

Výsledek celkového hodnocení je založen na váženém průměru dílčích hodnocení. Klíčovým krokem u vícekritériálního hodnocení je stanovení vah jednotlivých kritérií. Různé skupiny posuzovatelů upřednostňují různá kritéria s různou vahou, může tak dojít k výraznému střetu názorů. Rozhodování je tedy metodou vícekritériálního hodnocení převedeno do logicko-analytické roviny. Stanovení vah je velice obtížné, a proto existují metody, které na základě jednodušších subjektivních informací od uživatele konstruují odhady vah.

Všechny různé metody odhadu vah vycházejí z principu, že se váhy volí tak, aby **součet vah přes všechna kritéria dával jedničku**.

Metody stanovení vah jsou následující (Fiala et al., 1994, Brožová et al., 2007):

Shodná váha – Všechna kritéria mají stejnou váhu. Není stanoveno nebo rozhodnuto, které kritérium je důležitější pro posouzení variant. Všechna kritéria mají stejnou váhu vypočtenou podle vztahu

$$v_i = \frac{1}{n}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

kde n je počet kritérií.

Metoda pořadí – Nejprve se stanoví pořadí kritérií podle důležitosti. Uspořádaným kritériím jsou přiřazena čísla (body) $k, k-1, \dots, 1$. Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno číslo k (počet kritérií), nejméně důležitému číslo 1. Je-li i -tému kritériu přiřazeno číslo b_i , potom se váha i -tého kritéria vypočítá podle vzorce

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

Bodovací metoda předpokládá, že je uživatel schopen kvantitativně ohodnotit důležitost kritérií. Každé kritérium ohodnotíme body b_i z nějakého předem daného intervalu, např. $\langle 1, 100 \rangle$. I zde platí, že čím důležitější je kritérium, tím vyšší počet bodů dostane. Uživatel může přiřadit stejnou hodnotu i více kritériím. Metoda umožňuje diferencovanější vyjádření preferencí než metoda pořadí. Výpočet vah se provádí podle stejného vzorce (2) jako u metody pořadí.

Metoda párového srovnávání kritérií (Fullerova metoda) používá pro odhad vah pouze informace, které ze dvou kritérií je při párovém srovnání důležitější. Uživatel postupně srovnává každá dvě kritéria mezi sebou. Srovnání se mohou provádět pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku.

Metoda kvantitativního párového srovnávání (Saatyho matice) je založena na subjektivním hodnocení, kdy jsou vyjádřeny preference mezi jednotlivými kritérii a mezi nimi je provedeno párové porovnávání. Není zde nutné přímé zadání vah, které není jednoduché striktně přímo určit. Ani hodnotitelé či experti si netroufnou váhu přímo určit. Mnohem přijatelnější je požadavek na

poměrové zadání důležitosti pro každou dvojici kritérií. Při vytváření párových srovnání se používá stupnice 1, 2, ..., 9 a reciproké hodnoty. Hodnocení se ukládá do tzv. Saatyho matice $S = (s_{ij})$ podle následujícího schématu:

1 – rovnocenná kritéria i a j

3 – slabě preferované kritérium i před j

5 – silně preferované kritérium i před j

7 – velmi silně preferované kritérium i před j

9 – absolutně preferované kritérium i před j

Hodnoty 2, 4, 6 a 8 jsou ponechány pro hodnocení mezistupňů.

Saatyho matice má tvar

$$S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ \frac{1}{s_{12}} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{s_{1n}} & \frac{1}{s_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

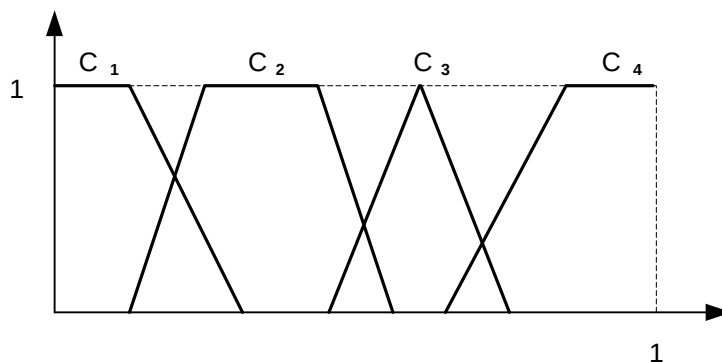
Saaty navrhl několik početně jednoduchých způsobů, pomocí kterých lze odhadnout váhy v_{ij} . Nejčastěji se používá postup výpočtu vah jako normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice označovaný jako „metoda logaritmických nejmenších čtverců“ (Brožová et al., 2007). Pro výpočet vah ze Saatyho matice jsou dostupné výpočetní programy, které váhy spočítají.

Metody odhadu vah by byly aplikovány v případě, že expert-kartograf potřebuje vyjádřit důležitost jednotlivých kartografických funkcí v GIS programu pro tvorbu mapy. Zda jsou důležitější funkce výběru souřadnicového systému (stanovení matematicko-grafického základu mapy), nebo obsáhlост a variantnost vzorníku bodových, liniových a areálových znaků, nebo je nejdůležitější tvorba kartodiagramů a automatické generování legendy.

Fuzzy metody

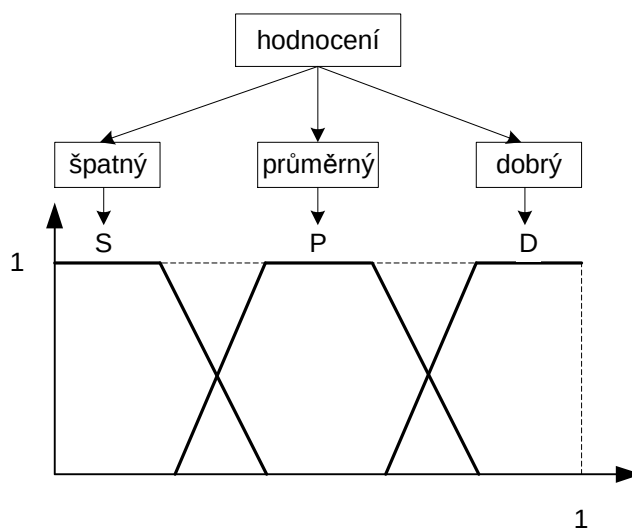
J. Talašová se zabývá novým přístupem k řešení úloh vícekritériálního hodnocení a rozhodování s použitím prostředků teorie fuzzy množin a nástrojů tzv. jazykově orientovaného fuzzy modelování (Talašová, 2003). Nasazení fuzzy množin je důsledkem myšlenky, kdy hodnotící model obsahuje vlastní expertní informace, které poskytl expert o hodnocených objektech a způsobu jejich hodnocení. Neurčitá jsou expertně definovaná hodnocení vzhledem ke kritériím a neurčitá je i expertova znalost vztahů mezi hodnotami kritérií v komplikovaných případech. Je proto rozumné modelovat tyto neurčité hodnoty fuzzy čísly a neurčité vztahy fuzzy relacemi.

Řadu hodnocených charakteristik nelze vyjádřit exaktně formou Ano – Ne. Do hodnocení vstupují neurčité vstupy, které lze vhodně modelovat právě fuzzy čísly. S fuzzy čísly lze provádět výpočty, včetně operace váženého průměru. Pro fuzzy čísla lze definovat kvaziuspořádání, definovat metriku na uzavřeném intervalu pro potřeby následného uspořádání výsledných variant nebo výběr nejlepší hodnocené varianty.



Obr. 2.8: Lineární fuzzy čísla: fuzzy číslo typu Z (C_1), lichoběžníkové (C_2), trojúhelníkové (C_3) a fuzzy číslo typu S (C_4) (Talašová, 2003)

Při jazykovém vyjádření hodnot lze použít jazykovou proměnnou. **Jazyková proměnná** označuje proměnnou, jejímiž hodnotami jsou jazykové termy interpretované jako fuzzy čísla. Například jazykové hodnocení „špatný“, „průměrný“, „dobrý“ je vyjádřeno fuzzy čísly (S, P, D) na intervalu $<0, 1>$ (obr. 2.9).



Obr. 2.9: Příklad jazykové proměnné (Talašová, 2003)

Stupnice jazykové proměnné lze obohatit pro hodnocení „dobrý“ o předchozí mezistupeň „více-méně dobrý“ a následný mezistupeň „určitě dobrý“.

Řešení úloh vícekritériálního hodnocení za pomoci fuzzy metod ošetřuje známá úskalí klasických metod vícekritériálního hodnocení, a to neurčité nebo chybějící hodnoty kritérií, závislosti mezi kritérii, složitý vztah mezi kritérii a celkovým hodnocením. Příkladem závislosti kritérií je kritérium cena a čas realizace zakázky. Za kratší dodací čas se počítá vyšší cena.

Fuzzy přístup umožňuje zároveň ohodnotit jak kvantitativní kritéria, tak kvalitativní kritéria. Do fuzzy řešení je možné zadávat expertní znalosti v jazykové podobě, která je nejpřirozenější. Navržený matematický model řešení založený na fuzzy přístupu je realizovaný v softwarovém systému NEFRIT firmy Tesco SW a. s. Použití je možné v řadě oblastí (hodnocení žadatelů o úvěr v bankovníctví, hodnocení projektů předložených do výběrového řízení ve státní správě, hodnocení uchazečů o místo v konkurzech, výběr talentovaných dětí do sportovních tříd, porovnání úrovně škol v regionu, porovnání výrobků s konkurenčními výrobky aj.). U výběru talentovaných sportovců se neměří jen kvantitativní výsledky (dosažený čas na v běhu na 100 m), ale je třeba zohlednit i psychické předpoklady jednotlivce (motivace, vztah k úspěchu, vztah k autoritě, vztah k plnění povinností,...). Tato kritéria lze díky fuzzy přístupu kombinovat.

Využití teorie fuzzy metod ve vícekritériálním hodnocení je zajímavým námětem i pro hodnocení kartografické funkcionality programů a pracnosti tvorby tematických map v GIS programech. Při hodnocení kartografických funkcí je možné vysledovat vzájemnou provázanost a závislost mezi kritérii hodnotícími tvorbu a použití mapových znaků a možnostmi použití kartografických vyjadřovacích metod. Kartografické vyjadřovací metody se realizují prostřednictvím znaků. Závislosti mezi kritérii právě fuzzy přístup zohledňuje a řeší.

2.5 Metoda Goal-Question-Metric

Metoda **Goal-Question-Metric** (cíl-otázka-měřitelná hodnota) byla vyvinuta Victorem Basili na Univerzitě v Maryland, College Park, a v Software Engineering Laboratory v Goddard Space Flight Centre NASA (Basili et al., 1994). Tato metoda se používá pro hodnocení softwarů. Základní idea hodnocení softwaru je postavena na hodnocení cílů, kterých má být dosaženo pomocí daného programu. Metoda spočívá v hodnocení stavu možností programu pomocí sady definovaných otázek. Otázky vycházejí z definovaného cíle a měly by vést k naplnění cíle. Na otázky se odpovídá výběrem z nabízených odpovědí, které jsou koncipovány tak, aby bylo možné každou odpověď změřit v rámci definované škály.

Hodnocení software všeobecně se řadí mezi postupy, kterými je dosahováno zlepšování úrovně programů (Software Process Improvement – SPI). Zlepšování software lze dosáhnout různými modely, metodami, technikami, které se dělí do dvou hlavních skupin (Eber, Dumke, 2007):

1. postup **shora-dolů**, který umožní ohodnocení a porovnávání více softwarů navzájem,
2. postup **zdola-nahoru**, kde je měření základním konceptem pro zlepšování software.

V metodě Goal-Question-Metric (dále GQM) je měření řízeno splněním dílčích cílů (Goal-Driven Software Measurement). Měření, které je určeno explicitně danými obecnými cíli, má vyšší vliv na zvýšení úrovně programů.

Projekt CASCADOSS

Metoda **Goal-Question-Metric** je pokročilou metodou a byla tedy zvolena pro nestranné hodnocení kartografické funkcionality GIS programů v nově navržené metodě CartoEvaluation. Tato metoda byla mimo jiné již nasazena v oblasti GIS a DPZ (dálkový průzkum Země). Jednalo se o projekt zabývající se celkovým hodnocením GIS Open Source Softwarů (dále OSS) v rámci mezinárodního projektu CASCADOSS (Orlitová, Obora, 2008). Projekt CASCADOSS se zabýval celkovým posouzením a ohodnocením Open Source projektů se záměrem jejich nasazení v oblasti monitoringu životního prostředí. CASCADOSS je projekt řešený v rámci 6. rámcového programu Evropské unie.

Celkové posouzení OSS je rozděleno na tři hodnocená kritéria: marketingový potenciál, technický potenciál a ekonomický potenciál. Tato tři kritéria byla třemi hlavními cíli hodnocení z pohledu metody GQM. V části marketingový a ekonomický potenciál byla hodnocena řada charakteristik, jako je instalace programů, licenční podmínky, verze, moduly, aktualizace, stabilita, reference, síla komunity atd. Technický potenciál obsahuje kromě jiného i hodnocení funkcionality programů. Bližší informace o projektu a výsledky hodnocení lze získat na adrese <http://www.cascadoss.eu>. Tyto výsledky lze použít pro výběr vhodného GIS nebo DPZ programu.

Projekt CASCADOSS hodnotí technickou funkcionalitu všeobecně. Projekt hodnocení kartografické funkcionality vybírá a hodnotí dílčí funkcionalitu na podrobnější úrovni. Zvolená metoda GQM v projektu CASCADOSS byla inspirací pro výběr této metody i pro hodnocení kartografické funkcionality.

Úrovně metody GQM

V metodě GQM je definován model měření ve třech úrovních (Basili et al., 1994).

1. Konceptuální úroveň (cíl – goal)

Definují se cíle z různých pohledů, důvodů s respektováním různých modelů kvality. Cíle jsou relativní vůči prostředí. Objektem měření mohou být produkty, procesy a zdroje.

2. Operační úroveň (otázka – question)

Sestavení sady otázek pro dosažení stanovených cílů. Otázky se zaměří tak, aby charakterizovaly objekt měření (produkt, proces, zdroj) z hlediska kvality a dosáhly specifických cílů ze zvoleného úhlu pohledu.

3. Kvantitativní úroveň (metrika – **metric**)

Kvantitativní úroveň představuje stanovení metriky založené na modelu a stanovení váhy pro každou otázku a skupinu otázek tak, aby odpověď byla měřitelná.

První **konceptuální úroveň** modelu měření stanovuje hlavní **důvod hodnocení** – proč má být hodnocení prováděno (koncept). Dále se stanovuje objekt hodnocení, co se konkrétně hodnotí a nakonec vztah hodnotitele k hodnocenému objektu. Jinak se definuje hodnocení z pohledu uživatele a jinak z pohledu vývojáře programu. Cíle se upřesní pomocí sady otázek. Otázky na detailnější úrovni specifikují hodnocené požadavky.

Na druhé, **operační úrovni** se formulují otázky a odpovědi. Určitým způsobem se jedná opět o jednoduchou hodnotící metodu zmiňovanou dříve. Na pokládané otázky se odpovídá Ano – Ne. Při odpovědi Ne je uděleno 0 bodů, při odpovědi Ano je udělen 1 bod.

Některé otázky mohou mít více odpovědí. Jsou to otázky charakteru „*Kolik je předdefinovaných umístění popisu?*“ pro bodový prvek. V odpovědi na tuto otázku jsou nabízené tyto možnosti: nula bodů za „*jen 1 umístění*“, jeden bod za „*1 až 4 různá umístění popisu*“ a dva body za odpověď „*5 a více umístění popisu*“ (obr. 2.10). Za odpověď na jednu otázku lze tedy získat maximálně dva body. Nulový zisk bodů nemusí tedy ještě znamenat neexistenci funkcionality. Zde například nula znamená jen jednu možnost umístění popisu, bez možnosti jiné varianty umístění pro uživatele.

A	B	C	D
9	G: Popis bodového prvku (max. 5 %)		
	M1–3: 0 – ne	Q1: Lze nastavit volitelně umístění popisu vzhledem k bodovému prvku?	1
	1 – ano	Q2: Lze umístit popis přímo na bod?	1
		Q3: Jsou předdefinovaná umístění popisu?	1
	M4: 0 – jen 1 umístění	Q4: Kolik je předdefinovaných umístění popisu?	2
	1 – 1 až 4 umístění		
	2 – 5 a více umístění		

Obr. 2.10: Ukázka více možných odpovědí na otázku

Obdobně manuální tvorba vodící linky popisu je ohodnocena 0 body. Za automatické vytvoření vodící linky od znaku k popisu se uděluje 1 bod (obr. 2.11).

A	B	C	D	E	F	
14	G: Vodící linky (max. 1 %)					
	M: 0 – ne (manuální zakres vodící linky)	Q: Lze vytvořit vodící linky k popisům?	1	0,10	0,10	
	1 – ano (automatické vytvoření)					

Obr. 2.11: Ukázka otázky, kdy je manuální tvorba ohodnocena jako 0 bodů

Obdobnou otázkou s více možnostmi odpovědí, která začíná slovem „Kolik...“, je otázka „Kolik obsahuje dodávaný vzorník geometrických a alfanumerických bodových znaků?“. Tato otázka se nacházela v první připravované variantě hodnocení. Byla nakonec vypuštěna z důvodu neobjektivního porovnání obsáhlosti vzorníků mapových znaků. Větší počet znaků ve vzorníku ještě naznačoval vysokou variantnost znaků. Například vzorník obsahoval velké množství jednočárových znaků složených z teček, různě dlouhých čárek apod. Ale tento vzorník neobsahoval žádné dvoučárové znaky.

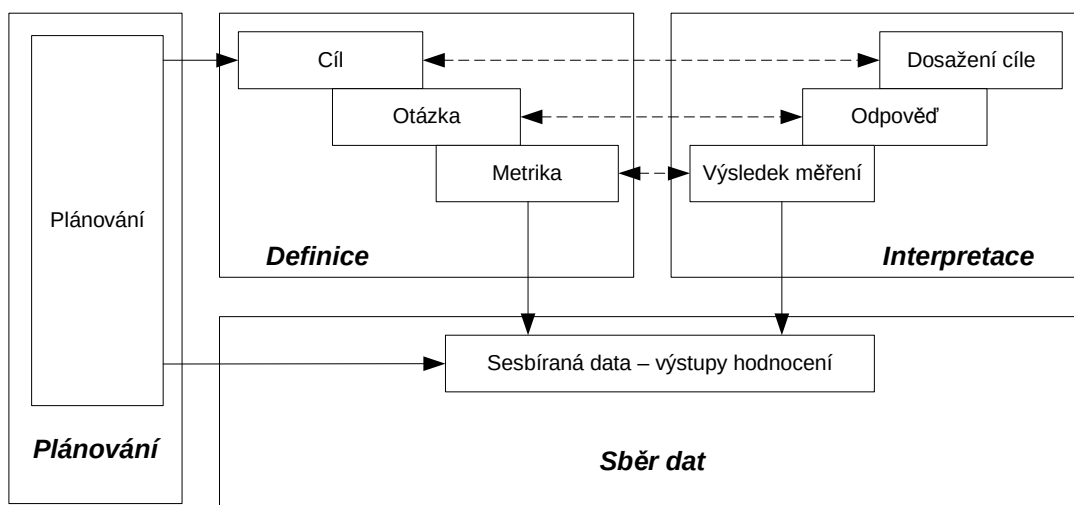
Počet otázek s více možnostmi odpovědí se v navržené hodnotící tabulce vyskytuje jen několik. Převažují otázky pouze s možností odpovědi Ano – Ne.

Na **třetí, kvantitativní úrovni** se stanovují váhy odpovědí a váhy jednotlivých cílů a podcílů. Stanovení vah je většinou navrženo expertním odhadem. Aplikací metody GQM a nasazením metriky je možné získat výsledné hodnocení, v tomto případě hodnocení kartografické funkcionality konkrétního GIS programu.

Fáze metody GQM

Realizace hodnotící metody GQM má tyto čtyři fáze (Dunke, 2009):

- 1. Fáze plánování** – V této fázi je navržen projekt měření aplikace nebo aplikací. Plánuje se a charakterizuje se výsledný projekt hodnocení. V případě kartografického hodnocení byly vybrány desktop GIS programy. V rámci všech funkcí GIS programů se hodnocení soustředilo na kartografickou funkčnost a možnosti tvorby kartografických výstupů.
- 2. Fáze definice** – V této fázi se definuje celý systém hodnocení, tzn. cíle, otázky, metriky (váhové koeficienty) a hypotézy výsledků, a připravuje se dokumentace k provádění hodnocení. V této fázi se provádělo sestavení jednotlivých hierarchií cílů, otázek a odpovědí ve formě sešitu aplikace Microsoft Excel a dále plánování vhodných desktop GIS programů pro testování. Tato fáze byla časově nejdelší fází.
- 3. Fáze sběru dat** – V této fázi se aplikuje hodnotící metoda a provádí se sesbírání výsledných odpovědí. Tato fáze představovala úkol vytvořit tým hodnotitelů pro hodnocení vybraných GIS programů. Do týmu byly vybráni hodnotitelé, kteří měli zkušenosti s vybranými programy zejména ve tvorbě kartografických výstupů. Výsledky hodnocení ve formě tabulek byly od jednotlivých hodnotitelů posbírány zpět.
- 4. Fáze interpretace** – V této fázi se sesbíraná data díky stanovené metrice vyhodnotí a sestaví se měřitelné výsledky, které zodpoví úroveň dosažení cílů, které byly hodnoceny.



Obr. 2.12: Vztahy mezi čtyřmi fázemi metody GQM (upraveno dle Dunke, 2009)

2.6 Hodnocení použitelnosti

GIS programy lze také hodnotit z hlediska **použitelnosti** uživatelem. Použitelnost je definována jako jedna z charakteristik dle normy ISO/IEC 9126 – 1 až 4 pro obecné hodnocení kvality softwaru. Norma sleduje tyto charakteristiky:

- funkčnost,
- spolehlivost,
- použitelnost,
- účinnost,
- udržitelnost,
- přenositelnost.

Kvalita softwaru je definována jako všechny vlastnosti programu, které uspokojí všechny implicitní a explicitní potřeby uživatele.

Oblasti hodnocení použitelnosti se věnuje J. Komárková na Univerzitě Pardubice. Její zkoumání je zaměřeno na použitelnost GIS webových aplikací. V oblasti nasazení a využití GIS je to jedna z mála aktivit zabývajících se hodnocením kvality v České republice. V knize „Kvalita webových geografických informačních systémů“ (2008) autorka J. Komárková prezentuje výsledky experimentů s testováním použitelnosti mapových serverů krajských úřadů v České republice. Použitelnost je testována experimentálně na náhodných uživateli s různou úrovní znalostí GIS. Při hodnocení použitelnosti je především sledováno, jak lze intuitivně rychle a snadno používat programy k dosažení potřebných cílů. Testování použitelnosti se provádí tzv. heuristickou metodou. Testeři

dostávají jednotlivé vybrané úkoly nad webovou aplikací. Sleduje se čas a úspěšnost dosažení cíle. Pokud má program vyšší použitelnost, znamená to, že program je uživatelsky přívětivější než jiný testovaný program.

Hodnocení použitelnosti se zásadně liší od metody hodnocení funkcionality kartografické tvorby metodou GQM prezentovanou v této knize. Zásadní odlišnost je v úrovni znalostí a dovedností hodnotitele s hodnoceným programem. Předpokládá se, že hodnotitel má dlouhodobé znalosti a praxi s tvorbou kartografických výstupů v konkrétním hodnoceném programu. Vstřícnost (user friendly) programů není v hodnocení funkcionality zohledňována. Další odlišnost heuristického testování a testování funkčnosti za účelem hodnocení je v tom, že pro komplexní hodnocení funkčnosti je snaha otestovat systematicky veškerou funkcionality potřebnou pro tvorbu kartografických výstupů. Heuristické testování použitelnosti je založeno pouze na vybraných úlohách a na okamžitém, předem neznámém zadání testu.

Dle normy ISO 9126 pro hodnocení kvality softwaru sleduje navržená metoda hodnocení kartografické funkcionality první charakteristiku uvedenou v přehledu výše, a to **funkčnost softwaru**. Hodnotí se **funkce** nabízené systémem a jejich specifikované vlastnosti. Funkce musí uspokojovat požadavky výslovně uvedené i požadavky zřejmé, ale výslovně neuvedené – vždy za předpokladu, že je systém používán stanoveným způsobem (tedy v kontextu užití) (Losavio, 2004). Pro komplexní hodnocení kvality programu by bylo kromě hodnocení funkčnosti třeba hodnotit všech šest výše uvedených charakteristik stanovených normou.

3 Testování programů

Dříve než je provedeno hodnocení programu, je nutné získat zkušenosti s prací v programu a provést vyzkoušení všech funkcí programu. Proces komplexního zkoušení funkčnosti programu lze označit jako testování. Proces testování je nezbytným krokem, který předchází konečnému hodnocení programu. Hodnocení musí vycházet z poznatků zjištěných při praktickém testování programu.

Podle Pattona (2002) se postup testování dělí na tři nejdůležitější fáze: plánování testů, vlastní testování a dále podání informací o nalezených výsledcích. Tyto fáze testování platí obecně, a to nejen pro testování softwaru. Vlastní testování softwaru je specifické v tom, že jej lze nadále rozdělit na testování při vývoji softwaru a na testování již hotového softwaru. Dále lze rozlišit následující testy softwaru:

- test specifikace při vývoji softwaru,
- test bílé skříňky (programového kódu),
- test černé skříňky,
- test dokumentace,
- test kvality,
- test spolehlivosti,
- test selhání,
- test hraničních podmínek.

V případě testování funkcí kartografické funkcionality GIS programů, které je předmětem této knihy, se jedná o případ testování již hotového softwaru (černé skříňky) a jeho dokumentace splněním. Mezi dokumentaci se řadí soubory nápovědy, uživatelské příručky, informace na podporu produktu, marketingový materiál a reklamy. **Testování dokumentace splněním** (test-to-pass) vychází z předpokladu, že program lze použít na konkrétní základní případy popsané v dokumentaci. Testuje se, zda plní deklarovanou funkčnost tvorby mapových výstupů. Kromě informací obsažených v dokumentaci je třeba hlavně testovat GIS programy prakticky, a to tvorbou konkrétního mapového výstupu. Nejlépe je provést testování na testovacích úlohách. V tomto případě jsou testovacími úlohami tematické mapy. Testy jsou postaveny na tzv. předpokladu splnění. Předpokládá se, že se definuje prvotní představa tematické mapy, a následuje její realizace za pomoci funkcí a postupů softwaru deklarovaných v dokumentaci. Předpokládaný cíl se může, nebo nemusí podařit splnit. Cíle může být také dosaženo náhradním způsobem, například využitím základních grafických nástrojů produktu. V případě využití náhradních postupů je změna tematické mapy např. při změně atributových dat následně velice pracná. Smysl použití GIS programu pro automatickou tvorbu kartografického výstupu se ztrácí (Dobešová, 2007).

3.1 Reprezentativní množina testů

V případě, že se testování provádí realizací testovacích úloh, je nutné nachystat tyto testovací úlohy. Příprava typických testovacích úloh vychází z metody tzv. **rozdělení tříd ekvivalentních případů**. Rozdělení ekvivalentních případů je postup, při němž se metodicky redukuje rozsáhlá (nekonečná) množina možných testovacích případů do mnohem menší **reprezentativní množiny testů**. Reprezentativní test pak reprezentuje celou jednu množinu podobných testů. Cílem je dosáhnout optimálního množství testů a netestovat tak příliš mnoho ani příliš málo. Provádí se test pouze reprezentativních testovacích případů.

Ukázkou reprezentativního testu je realizace tematické mapy „Přístupnost objektů pro občany se sníženou pohyblivostí v centru Olomouce“ na obrázku 3.1, která byla vytvořena v rámci disertační práce Z. Dobešové (2007) v programu ArcGIS 9.1. V této mapě je hlavním tématem bodová vrstva objektů (magistrát, Český rozhlas, pošta, informace, divadlo, galerie, restaurace, zdravotnické objekty). Symbolický bodový znak svou výplní asociuje funkci objektu. Barvou znaku je vyjádřena přístupnost objektu. Zelená barva vyjadřuje „přístupný objekt“, žlutá barva vyjadřuje „přístupný objekt s cizí pomocí“ a červená barva vyjadřuje „nepřístupný objekt“. Pro Sloup Nejsvětější Trojice byl zvolen obrázkový bodový znak. Touto mapou se testuje kartografická metoda bodových znaků. Dále se testují možnosti nastavení a použití bodových znaků, nastavení jejich parametrů (barva) na základě hodnot atributů. V tomto případě se jednalo o tvorbu nových znaků a jejich přidání do vzorníku znaků pomocí definice True Type Fontu (TTF).

Tato mapa kromě hlavní testované kartografické metody bodových znaků využívá areálovou metodu, kdy podkladovou vrstvu tvoří areály bloků budov. Dále jsou v mapě umístěny popisy ulic, náměstí a objektů z atributových dat jednotlivých vrstev. Kromě základních kompozičních prvků (název, mapové pole, legenda, měřítko) jsou v mapě umístěny nadstavbové kompoziční prvky – směrovka, logo. Vložením kompozičních prvků se testují další kartografické funkce programu. Vytvoření úplného mapového výstupu otestuje nejen jednu kartografickou metodu a nastavování parametrů jednoho typu znaku na základě hodnot atributů, ale i možnosti statigrafie mapy, kompozice mapy. Zde se ukázalo důležité i otestování automatické tvorby legendy. Uvedený reprezentativní test je komplexním testem, kdy se testuje více funkcí. Testovací úlohy je možné navrhnout jednodušší, např. podle jednotlivých kartografických metod, kdy není nutné vždy ještě opakovaně testovat vložení např. nadstavbových kompozičních prvků (směrovky, fotografie apod.). Nicméně tvorba úplné mapy může odhalit chyby programu, které se při odděleném testování jednotlivých kartografických vyjadřovacích metod neobjeví. Z testovací praxe mechanismů je známo, že jednotlivé části mohou fungovat bezchybně. Při spojení funkčních mechanismů přesto dojde k poruše (havárie přistávacího modulu na Marsu v roce 1999) (Patton, 2002). Z toho důvodu je doporučeno otestovat kartografické funkce nejprve odděleně a potom vytvořit úplnou tematickou mapu (Dobešová, 2007). Často se objeví problémy při tvorbě legendy pro různé mapy při snaze splnit všechny zásady její tvorby.

Map of Olomouc City Center - Accessibility Overview

Legend:

- Přístupnost (Accessibility):**
 - Green square: přístupné (accessible)
 - Yellow square: přístupné s pomocí (accessible with assistance)
 - Red square: nepřístupné (inaccessible)
- Typ objektu (Object Type):**
 - M: Magistrát města Olomouce (City Hall)
 - CR: Český rozhlas Olomouc (Radio)
 - P: pošta (Post)
 - I: informace (Information)
 - G: galerie (Gallery)
 - R: restaurace, cukrárna (Restaurant, Café)
 - Z: zdravotnické objekty (Medical facilities)

Key Locations and Accessibility:

- Horní nám. (Upper Square):** Column of the Holy Trinity (Z), Information Center (I, G), Restaurant Caesar (R, G), Radnice (City Hall, M).
- Dolní nám. (Lower Square):** Restaurant Kikinko (R, G), Pharmacy U Spasitele (Z), Café bar Mona Lisa (R, G), Hong Kong bistro (R, G), Pizzeria Taverna (R, G).
- Streets and Surrounding Areas:**
 - Riegrova:** Tourist agency (I, M, G), Premier Club bar (R, G), Ristorante Il Castello (R, G).
 - Švédská:** Restaurant Studác (R, G), Vinný restaurant (R, G), Moravská restaurace (R, G).
 - Divadelní:** Moravské divadlo (R, G), boční vchod MD (R, G), kavárna Opera (R, G), galerie Mona Lisa (G), Café bar Mona Lisa (R, G).
 - Pavečáckova:** Hong Kong bistro (R, G), kavárna Crijcos (R, G), restaurant Kikinko (R, G).
 - Opletalova:** Česká jídelna (R, G), Čínská restaurace (R, G), galerie Patro (G), restaurant Potrefená Husa (R, G).
 - Ostružnická:** Sport bar (R, G), restaurant Sam (R, G), krajinská lékárna (Z), kavárna Mahler (R, G).
 - Zráncova:** Café Desloup (R, G), restaurant U Radnice (R, G).
 - Michalská:** restaurant U Radnice (R, G), restaurant U Kejkřele (R, G).
 - Školní:** restaurant Viktoria (R, G), galerie G (G), galerie 1499 (G).
 - Panská:** galerie 1499 (G).

Obr. 3.1: Ukázka testovací tematické mapy pro bodové znaky (Dobešová, 2007)

3.2 Provedení testů a výsledky testů

Provedení testů je nutné zaznamenat z důvodu možnosti opakování a ověřování testů. Protokolem testu lze ověřit, zda testy proběhly správně a zda se opakovaně objevují nalezené chyby. Jako dokumentace testů kartografických funkcí slouží výsledný tiskový mapový výstup, digitální mapový náhled. Další dokumentací testů je slovní popis postupu tvorby testovacího příkladů tematické mapy a nakonec popis zjištěných chyb.

Aby výsledky testů byly srovnatelné, je třeba testy GIS programů provádět na stejných datech. Data je v některých případech nutné konvertovat do nativních datových formátů podle použitého programu. Konverze datových formátů navzájem jsou dnes běžně v programech dostupné.

Výsledky testů lze rozdělit do tří skupin (Patton, 2002). Prvním výsledkem testu je **bezchybná funkčnost softwaru**. Druhým výsledkem může být konstatování určité **nedostatečnosti** softwaru (např. neimplementovaná funkčnost). Tyto nedostatky se však neoznačují jako chyby. Třetím výsledkem testu je **nalezení chyby**, kdy program nevykonává něco, co by dle popisu v dokumentaci dělat měl.

Z pohledu využitelnosti programu jsou závažnější chyby v programu. Uživatel očekává dle dokumentace a referencí, že bude možné použít určité kartografické funkce. Pokud funkce vykazují chyby a nelze dosáhnout požadovaného kvalitního výstupu, dochází k plýtvání prostředků a času uživatele, k rozčarování uživatele a poškození dobré pověsti produktu.

Pokud program vykazuje nedostatky, tzn. nejsou implementované některé kartografické funkce, uživatel to může zjistit předem a vybere si pro kartografickou tvorbu jiný program. Problém bývá v tom, jak zjistit chybějící kartografické funkce. Dokumentace programů obsahují bohatý výčet funkcí, které programy mají, ale neobsahují přehled toho, co chybí. Tuto službu se snaží poskytnout hodnotící metoda CartoEvaluation prezentovaná v této knize (viz kap. 4).

4 Metodika hodnocení

Nejprve je nutné objasnit vztah pojmů metoda a metodika (Klimeš, 1981):

- **Metoda** je vědecký postup umožňující získávání poznatků, prostředek poznání.
- **Metodika** je obecně pracovní postup, cesta za určitým cílem s použitím vědeckých metod. Při vykonávání metodiky se používá jedna nebo více vědeckých metod.

Pro hodnocení GIS produktů je třeba postupovat v krocích podle následující metodiky:

- 1. krok:** Osvojení práce s vybraným GIS programem na základě studia dokumentace a praktické činnosti s tvorbou map.
- 2. krok:** Realizace řady testovacích mapových výstupů.
- 3. krok:** Aplikace metody CartoEvaluation.
- 4. krok:** Vyhodnocení výsledků získaných metodou CartoEvaluation.

Stěžejní částí této knihy je návrh metody CartoEvaluation, která je aplikována v třetím kroku výše uvedené metodiky. Popis metody je uveden v následujících částech této kapitoly.

4.1 Metoda CartoEvaluation

Východiskem pro tvorbu metody hodnocení kartografické funkcionality, zejména stanovení cílů a podcílů, bylo studium řady kartografických publikací. Výchozí literaturou byly publikace české a slovenské kartografie. Zejména to byla díla R. Čapka (1992), J. Kaňoka (1992, 1999), M. Konečného (2005), Z. Murdycha (1987), B. Nižňanského (2009), J. Pravdy a D. Kusendové (2006, 2007), B. Veverky a R. Zimové (2004, 2008) a V. Voženílka (1999, 2005, 2007).

Dále byla studována díla zahraničních autorů M. Kraaka, J. Ormelinga (2003), T. Slocuma (2004), R. McMastera, F. Kesslera, H. Howarda (2004) a C. Brewer (2005, 2008).

Pozornost byla soustředěna na definici konstrukce mapy, zásobu a tvorbu mapových znaků, základní kartografické vyjadřovací metody a tvorbu kompozice mapy. Výrazně se zohlednil stupeň využití automatizované tvorby mapových výstupů na základě atributových dat.

Metoda hodnocení **CartoEvaluation** vychází z metody **Goal-Question-Metric**, která byla popsána v kapitole 2.5. Podle obecné teorie pro metodu Goal-Question-Metric bylo nutné navrhnout ucelenou hierarchii cílů. Ke splnění dílčích cílů bylo nutné dále formulovat otázky a jim odpovídající odpovědi a na závěr navrhnout jednotlivé váhy, tj. metriku pro ohodnocení splnění cílů.

Návrh cílů byl prvním krokem v definiční fázi návrhu metody CartoEvaluation. Při vymezení hlavních cílů i podcílů se vycházelo prioritně z teorie mapového jazyka ve smyslu prací slovenského kartografa Jána Pravdy, zejména z knihy *Metody mapového vyjadrovania* (2006). U hodnocení tvorby kartodiagramů byly východiskem knihy J. Kaňoka (1992, 1999).

Navržená metoda hodnocení se skládá ze čtyř hlavních cílů pro tvorbu kartografického výstupu. Tyto cíle představují ucelené skupiny kroků, které se provádějí při tvorbě mapy.

Tyto **hlavní cíle** jsou:

A – Konstrukce mapy,

B – Mapové znaky,

C – Kartografické vyjadřovací metody,

D – Mapová syntaxe: stratigrafická, komponentní a kompoziční.

V rámci každého cíle byly definovány **podcíle**. Tyto podcíle tvoří druhou úroveň v hierarchii cílů. V rámci podcílů byly navrženy dílčí podcíle. Tyto **dílčí podcíle** představují třetí úroveň v hierarchii. Pro splnění každého dílčího cíle byla navržena jedna nebo více **otázek**. Dále byly stanoveny **váhy** na úrovni hlavních cílů. Součet vah hlavních cílů tvoří **100 %**. Na druhé úrovni, tj. úrovni podcílů, byly stanoveny váhy těchto podcílů. Součet vah podcílů tvoří celkovou váhu každého jednotlivého cíle.

Např. Pro cíl *C – Kartografické vyjadřovací metody* je součet vah podcílů:

$$8 \% + 8 \% + 3 \% + 10 \% + 6 \% = 35 \%$$

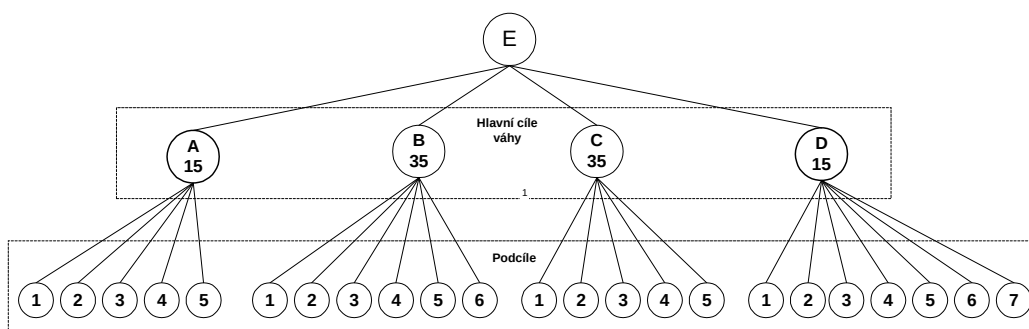
Navržené váhy hlavních cílů a přehled podcílů a jejich vah lze nalézt v tabulce 4.1. Hierarchická struktura hlavních cílů a podcílů je také znázorněna na obrázku 4.1. Třetí úroveň cílů, tj. dílčí cíle, nejsou v tabelárním přehledu vypsány ani nejsou zobrazeny na obrázku 4.1. Detailní struktura hodnotících tabulek je vidět v tabulkách uvedených v kapitole 6.

Návrh jednotlivých hlavních cílů, podcílů a vah prošel dlouhou diskuzí mezi kartografy a uživateli GIS programů. Počáteční návrh cílů a vah byl několikrát upravován dle názoru expertů. Výsledné váhy jsou tedy expertním odhadem. Snahou bylo neupřednostnit některou součást tvorby mapy nad jinou. Váhy hlavních cílů a podcílů je nutné chápat tak, že nevyjadřují jen důležitost cíle, ale spíše obtížnost tvorby a nároky na kartografickou expertnost tvorby. Z vah nelze usuzovat, že například tvorba nadpisu a tiráže, která má váhu 0,5, je méně důležitá než tvorba legendy, která má váhu 5,0. Nižší váha tvorby nadpisu a tiráže je dána tím, že je vytvářena často základním nástrojem pro tvorbu textu a neklade žádné velké nároky na programové vybavení a expertní znalost uživatele. Naproti tomu automatická tvorba legendy ke všem kartografickým metodám, které mohou být použity v mapě, vyžaduje vyšší funkcionalitu programu a expertní znalost zásad tvorby legendy.

Pro lepší názornost je na obrázku 4.1 znázorněn strom kritérií, resp. **strom cílů**. Hierarchie kritérií je znázorněna grafem typu strom. Zákres ve formě stromu používá metoda vícekritériálního hodnocení variant, je dobře uplatnitelný i v metodě GQM. Hlavní cíle představují vysoce agregovaná kritéria, která se rozkládají na méně agregovaná a konkrétnější kritéria – podcíle. Kořen stromu E (Evaluation) představuje celkový cíl, tj. hodnocení.

Tab. 4.1: Přehled hlavních cílů, podcílů a jejich vah metody CartoEvaluation

Hlavní cíl	Váha	Váha
Podcíl	podcíle [%]	cíle [%]
A – Konstrukce mapy		15
1. Mapová osnova	3	
2. Referenční systém mapového pole	4	
3. Transformace mapové osnovy	4	
4. Metadata o konstrukci mapy	2	
5. Kartometrie	2	
B – Mapové znaky		35
1. Zásoba znaků – mapová signika	1,5	
2. Bodové znaky	8	
3. Liniové (čárové) znaky	8	
4. Areálové znaky	8	
5. Umístění mapových znaků	3	
6. Nastavení barev	6	
7. Metadata informace o konstrukci a skladbě mapových znaků	0,5	
C – Kartografické vyjadřovací metody		35
1. Základní metody	8	
2. Kartodiagramy	8	
3. Stupnice	3	
4. Popis	10	
5. Specifické metody	6	
D – Mapová syntaxe: stratigrafická, komponentní a kompoziční		15
1. Intrakompozice – celkové uspořádání a rozmístění znaků v mapovém poli	1,5	
2. Mapové vrstvy	2	
3. Extrakompozice – celková grafická úprava mapy	2	
4. Základní kompoziční prvky – nadpis a tiráž	0,5	
5. Základní kompoziční prvek – legenda	5	
6. Základní kompoziční prvek – měřítko	1	
7. Nadstavbové kompoziční prvky	2	
Celkem	100	100



Obr. 4.1: Znáznornění hlavních cílů a podcílů ve formě stromu

Uspořádání hodnotící tabulky

Hodnotící tabulka je navržena ve formátu sešitu aplikace Microsoft Office Excel 2003. Hodnotící tabulky jsou rozděleny na pět samostatných listů. Na prvních čtyřech listech je samostatně umístěno hodnocení čtyř hlavních cílů. Na pátém listu je umístěna stručná tabulka souhrnného hodnocení (viz kap. 5).

Tabulka ve formátu MS Excel byla zvolena jednak z důvodu automatického výpočtu vah a dále z důvodu automatického výpočtu skóre dosaženého v jednotlivých hlavních cílech a podcílech. Na pátém souhrnném listu je po zadání odpovědi automaticky spočítáno celkové dosažené skóre pro hodnocení GIS program.

Uspořádání na jednotlivých listech je následující. Dílčí cíle jsou nadešpsány zkratkou *G* – *goal* (sloupec B), otázky jsou uvozeny zkratkou *Q* – *question* (sloupec C), nabídnuté varianty odpovědi jsou uvozeny zkratkou *M* – *metric* (sloupec B). Hodnotící tabulka je tak připravená pro jednoduché použití hodnotitelem.

Výpočet váhy dílčí otázky a skóre

V **sloupci D** odpovídá hodnotitel dle nabídky počtem bodů, a to 0, 1 nebo 2 (jen v některých případech). V tabulce je jako výchozí odpověď již vyplněna hodnota 1 (event. 2). Při záporné odpovědi hodnotitel změni odpověď na 0 (event. 1). Toto je nastaveno z důvodu viditelnosti a kontroly správného výpočtu skóre.

V **sloupci E** je pro každou otázku spočítána váha odpovědi. Váha odpovědi závisí na váze konkrétního podcíle (modré číslo ve sloupci E u názvu podcíle). Váha VQ se spočítá podle vzorce:

$$VQ = VG * P / 100 * 1 / PQ * K, \quad (4)$$

kde VQ je váha odpovědi na dílčí otázku,

VG je váha konkrétního podcíle udaná absolutní adresou buňky,

P je počet procent dílčího cíle,

PQ je počet otázek v dílčím podcíli,

K je konstanta významnost otázky vzhledem k otázkám v daném dílčím cíli.

Konstanta K nabývá většinou hodnoty 1. Je to v případě, že odpovědi na dílčí otázky mají stejnou váhu v rámci dílčího cíle. Pokud je některá otázka v konkrétním dílčím cíli významnější, nabývá konstanta K hodnotu větší než 1, naopak u méně významnějšího dílčího cíle je menší než 1.

Na obrázku 4.2 je na listu v MS Excel zobrazena modrými šipkami závislost buňky F5 (skóre) na buňkách, jejichž obsah vstupuje do výpočtu. Ve vstupním řádku buňky E5 je vidět nadefinovaný vzorec, který odkazuje absolutně na buňku \$E\$3, kde je váha VG podcíle 1. *Základní metody*. Procento P dílčího cíle je 15 % a počet otázek v dílčím cíli je 2 (Q1 a Q2). Dílčí cíl 1. *Bodová kvalitativní (metoda bodových znaků)* tvoří 15 % z podcíle 1. *Základní metody*. Údaj o procentním podílu je vždy uveden v závorce za názvem dílčího cíle.

Výsledná váha odpovědi na řádku 5 je: $8 * 15 / 100 / 2 = 0,60$.

Vzorec výpočtu váhy je vždy uložen v buňce sloupce E příslušné otázky.

E6		fx = \$E\$4*15/100/2*1			
A	B	C	D	E	F
C – Kartografické vyjadřovací metody					
P	CÍL	OTÁZKA	ODPO VĚD	VÁHA	SKÓR
				35	
	1. Základní metody			8,00	
	1 G: Bodová kvalitativní (metoda bodových znaků) (max. 15 %)				
	M1-2: 0 – ne 1 – ano	Q1: Lze použít metodu kvalitativních bodových znaků?	1	0,60	0,60
		Q2: Lze použít metodu umísťující bodové znaky schematicky?	1	0,60	0,60

Obr. 4.2: Ukázka automatického výpočtu váhy v tabulce MS Excel

Zkušební nasazení hodnocení

Několik hodnotitelů – uživatelů programů bylo požádáno o vyzkoušení návrhu hodnocení Carto-Evaluation. První hodnocení GIS programů bylo provedeno pouze na jednom z hlavních cílů, a to cíli B – *Mapové znaky* (Dobešová, Kusendová, 2009b). Ohlasy a výsledky používání hodnocení z tohoto prvního nasazení hodnocení vedly k částečným úpravám hodnotící tabulky. Bylo upraveno členění dílčích cílů a zejména zpřesněna formulace otázek. I toto dílčí testování mohlo být použito pro srovnání různých programů navzájem. Je možné, že některý program vyniká nad jiným v jednom z hlavních cílů A, B, C nebo D, a naopak v jiném cíli je pořadí programů jiné. Celkové porovnání vyhodnocení může být tedy provedeno v dílčích cílech, ale může být provedeno také vyhodnocení celkového pořadí.

Při sestavování obsahu hodnotící metody CartoEvaluation bylo nutné vzít v úvahu stupeň znalostí hodnotitele z oblasti kartografie. Hodnotitelé se ozývali s různými doplňujícími otázkami, a proto byla hodnotící tabulka následně doplněna **sloupcem G** s dalším vysvětlujícím textem pro konkrétní otázku. Zejména se jednalo o vysvětlení terminologie. Ve finální podobě hodnotící tabulky byly vysvětlivky v některých případech doplněny ilustrujícím obrázkem (obr. 4.3). Autorka metody si je vědoma toho, že hodnocení klade nároky na uživatelské znalosti v kartografii, a tak byla patrná snaha co nejvíce osvětlit význam jednotlivých otázek. Ilustrující obrázky byly vytvořeny autorkou metody podle knih J. Pravdy (2006), J. Kaňoka (1992, 1999), atlasu Philip's Modern School Atlas (2008) a dalších. U některých obrázků je důležitá barevná podoba ilustrací (barevné stupnice).

A	B	C	D	E	F	
	2. Bodové znaky			8,00		
	1 G: Vzorník bodových znaků (max. 2,5 %)					
	M: 0 – ne 1 – ano	Q: Lze vybrat bodový znak libovolně z předdefinovaných vzorníků?	1	0,20	0,20	
	2 G: Asociativnost znaků (max. 35 %)					
	M1–4: 0 – ne 1 – ano	Q1: Obsahuje vzorník nemotivované bodové znaky – geometrické konvexní? Q2: Obsahuje vzorník nemotivované bodové znaky – geometrické nekonvexní? Q3: Obsahuje vzorník alfanumerické znaky (písmena, názvy, číslice)? Q4: Obsahuje vzorník motivované bodové znaky (tj. symbolické, piktogramové, ikonické, obrázkové)?	1 1 1 1	0,50 0,50 0,50 0,50	0,50 0,50 0,50 0,50	  Prague 752 A.3.b Znaky s asociací tvaru které symbolizují zobrazení

Obr. 4.3: Ukázka otázek s ilustrujícím obrázkem

Po prvním použití hodnotící tabulky byla navržena konečná podoba hodnotících tabulek na všech dalších třech listech. Barevně bylo odlišeno skóre dosažených podcílů a celkové dosažené skóre hlavních cílů.

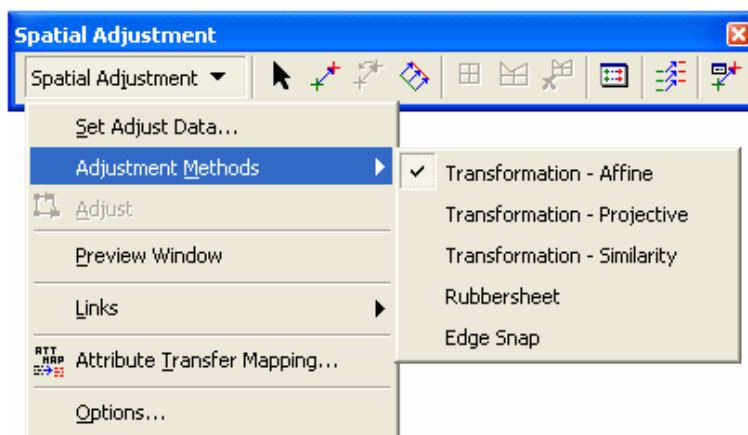
Hlavním úkolem projektu bylo navrhnout a vytvořit novou hodnotící metodu, která by byla volně dostupná uživatelům pro vlastní hodnocení. Navržená metoda CartoEvaluation je dostupná na internetové adrese <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad>. Zde jsou umístěny stránky o projektu, v jehož rámci byla celá metodika, včetně metody CartoEvaluation, řešena. Kromě základních informací o projektu je zde hlavně k volnému stažení prázdná hodnotící tabulka ve formátu MS Excel jak v české, tak v anglické verzi.

4.2 Definice hlavních cílů hodnocení

Cíl A – Konstrukce mapy

Prvním cílem hodnocení jsou možnosti konstrukce mapy. Cíl A se podílí na hodnocení 15 % z celkové maximálního hodnocení 100 %. Tento hlavní cíl je složen z pěti podcílů. Tyto podcíle se týkají zejména prvotních prací při vzniku mapy. Mezi základní kroky při tvorbě mapy patří stanovení **mapové osnovy**, tj. konstrukčního geometricko-grafického základu mapy (podcíl 1).

Jako samostatný podcíl jsou sledovány možnosti stanovení a výběru **referenčního a souřadnicového systému** (podcíl 2). Pozornost je věnována i národním souřadnicovým systémům. V dalším podcílí jsou ohodnocovány možnosti **transformace** souřadnicových systémů navzájem a analytické a numerické transformace (podcíl 3).



Obr. 4.4: Afinní transformace v ArcGIS

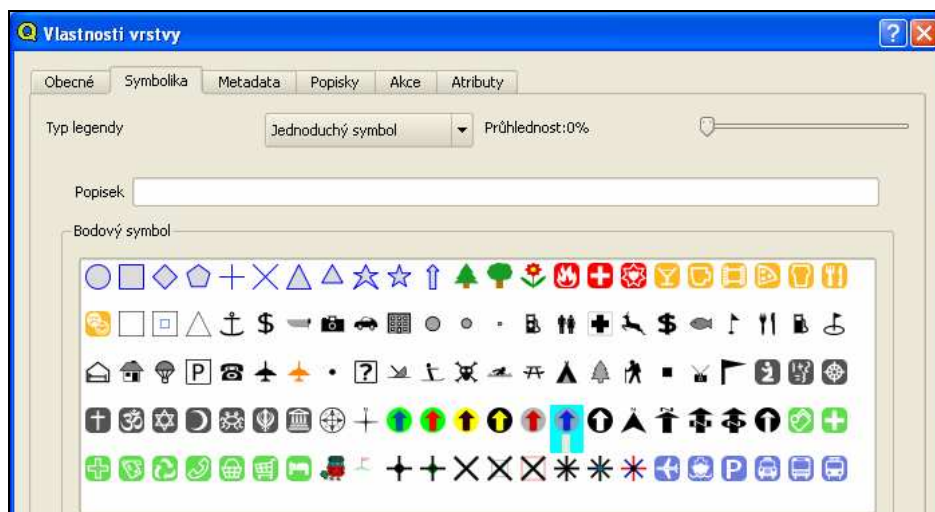
V hodnocení transformací je nutné informace ověřovat v nápovědě, neboť pojmenování nástrojů a funkcí nemusí odpovídat termínům v otázkách. Jako samostatný podcíl je vyčleněna tvorba **metadat** o konstrukci mapy (podcíl 4) a funkční nástroje **kartometrie** pro odměřování v digitálních mapových výstupech (podcíl 5).

Cíl B – Mapové znaky

Cíl B – Mapové znaky se podílejí na hodnocení 35 % z celkového maximálního skóre 100 %. V tomto cíli se sleduje celková **zásoba znaků**, kterými program disponuje ve svých vzornících (váha 1,5 %). Vzorníky znaků bývají v programech označeny různými termíny – knihovna znaků, sada znaků, správce znaků apod. V hodnotící tabulce byl použit univerzální termín **vzorník** znaků.

Podle typů znaků je provedeno členění na tři podcíle: na **bodové znaky** (podcíl 2), **liniové znaky** (podcíl 3) a **areálové znaky** (podcíl 4). Váha každého ze tří podcílů je stejná, a to 8 % z celkových 35 %. Není logické upřednostnit některý druh znaků před jiným, i když některé mapy mají vyšší použití a nároky třeba na areálové znaky (geologické mapy).

Dílčí cíle sledují stejné charakteristiky pro všechny tři druhy znaků. Např. dílčí cíle disponibilita znaků, asociativnost znaků, grafická variantnost, atributová variantnost, dynamika znaků se opakuje u všech typů znaků.



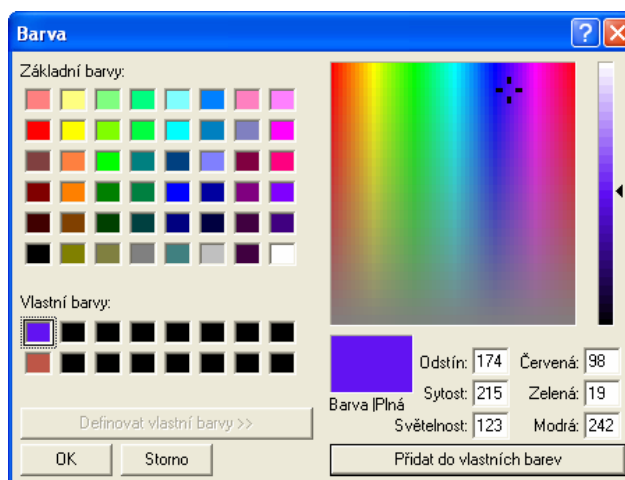
Obr. 4.5: Ukázka vzorníku bodových znaků v programu Quantum GIS

Otázkami se zjišťují možnosti nastavení parametrů znaků (velikost, tloušťka, barva atd.), včetně závislosti na atributových datech. Kromě předdefinovaných znaků, které umožňují uživateli rychlou tvorbu mapy, jsou sledovány i možnosti tvorby nových vlastních znaků pomocí rastrového nebo vektorového editoru znaků. Ve spojitosti s tím jsou zjišťovány i vlastnosti morfografie znaků – tj. skládání a rozkládání znaků na elementy.

Podcíl 5 hodnotí možnosti **umístění mapových znaků** v mapovém poli, které může být topografické nebo schematické. V tomto podcíli se vyhodnocují i automatické možnosti vyhledávání a řešení vzájemných kolizí polohy znaků. Případné kolize polohy znaků způsobují špatnou čitelnost mapy.

Do cíle B byly jako podcíl 6 zahrnuty možnosti **nastavení barev**. Důvodem je to, že barva je jedním z parametrů bodového, liniového, areálového znaku a textu. Funkčnost nastavování barvy bývá u programů realizována stejným postupem pro všechny druhy znaku, pro text i výplň pozadí mapové kompozice. Možnosti nastavení barev tedy nejsou opakovaně sledovány u jednotlivých druhů znaků, ale jsou soustředěny do jednoho podcíle. Otázky zjišťují i vybavenost programu barevnými stupnicemi pro vyjádření kvality a kvantity. Podcíl 6 má váhu 6 %.

Posledním, sedmým podcílem se sleduje **tvorba metadat o znacích**. Metadatové informace o znacích bývají zřídka dostupné, i když by byly velice užitečné při opakovaném použití znaků a přenosu znaků mezi programy navzájem. Podcíl má malou váhu, jen 0,5 %.



Obr. 4.6: Dialog nastavení barev v programu Kristýna-GIS prohlížečka

Cíl C – Kartografické vyjadřovací metody

Samostatně se hodnotí kartografické vyjadřovací metody. Tento cíl velmi úzce souvisí s hodnocením dostupných mapových znaků. Cíl C se podílí na hodnocení 35 % z celkového maximálního počtu 100 %. Tento podíl je stejně velký jako u cíle B – Mapové znaky. Experti přikládají tomuto cíli poměrně velkou váhu, stejně jako mapovým znakům.

V tomto cíli je provedeno rozčlenění na jednotlivé metody podle kritérií, která identifikují tuto metodu. Porozumění těmto kritériím pomůže hodnotiteli správně identifikovat kartografickou vyjadřovací metodu a určit tak, zda konkrétní metoda je v programu dostupná, či nikoliv.

Kritéria identifikace metody byla následující:

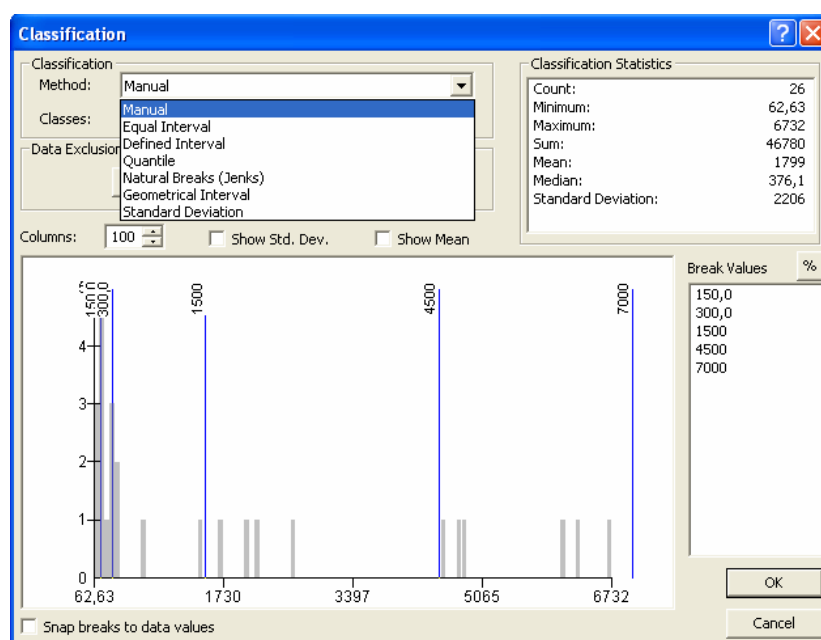
- **použitý znak**, který může být bodový, liniový, areálový, povrch (2.5D a 3D),
- **způsob statistického zpracování atributů zobrazovaných jevů/objektů** (kvalitativní nebo kvantitativní, resp. nominální, ordinální, gradovaný),
- **charakter kartografického vyjádření** (hustotní, směrový, diagramový, intenzitní/izogradační, anamorfnní, satelitní,...),
- **způsob lokalizace znaku** (topograficky přesná lokalizace, nebo naopak schematická lokalizace).

První podcíl jsou **základní metody** s podílem 8 %. Označení a rozdělení na sedm základních metod je v souladu s prací Pravdy (2006).

Druhý podcíl sleduje tvorbu **kartodiagramů** s váhou 8 %. Názvy druhů kartodiagramů jsou dle Kaňoka (1992, 1999). Většina kartodiagramů má u otázky z důvodu názornosti ilustrující obrázek. Základní členění kartodiagramů je na bodové, plošné a liniové. Vzhledem k tomu, že bodové

a plošné kartodiagramy se liší pouze lokalizací (zda se vztahují k bodu nebo ploše), otázky na parametry a druhy kartodiagramů (strukturní, součtový, srovnávací, dynamický) jsou platné jak pro bodový, tak pro plošný kartodiagram.

Třetím podcílem je hodnocení dostupných funkcí pro tvorbu intervalových a funkčních **stupnic**. Stupnice pro kvantitativní hodnoty slouží pro následné nastavení parametrů bodových, liniových a plošných znaků.



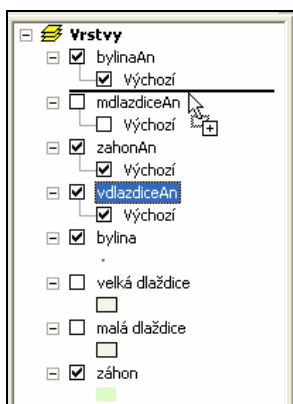
Obr. 4.7: Výběr klasifikační metody a frekvenční graf v programu ArcGIS

Čtvrtý podcíl sleduje možnosti tvorby **popisu** v mapě s podílem 10 %. Otázky na tvorbu popisu pokrývají jak manuálně vytvořený popis nástrojem text, tak automaticky generovaný popis z atributových dat objektů. Sledují se parametry písma, umístění písma vzhledem k bodovému, liniovému a plošnému znaku, odstraňování překryvů popisů atd.

Posledním, pátým podcílem jsou **specifické metody** (6 %), kam je zařazena anamorfozní, georeliéfní, satelitní a 3D metoda. Jako poslední metoda je uvedena animační metoda, která je z hlediska historie metodou nejmladší. Výčet kartografických vyjadřovacích metod je v tomto cíli C kompletní dle literatury, i když zastoupení metod není v GIS programech úplné a rovnoměrné. Rozdělení anamorfozních metod označovaných v zahraniční literatuře jako „Cartogram Metod“ je v souladu s National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA, 2002). Specifické metody (3D – trojdimenzionální, animační) jsou spíše doménou specializovaných nadstavbe a doplňkových modulů k základním desktop GIS programům.

Cíl D – Mapová syntaxe

Posledním, čtvrtým cílem je hodnocení nastavení mapové syntaxe. Cíl D se podílí na celkovém hodnocení 15 %. Mapová syntaxe sleduje nastavení vlastností (rozměr, měřítko,...) mapového pole ve finálním výstupu. První podcíl je označen jako **intrakompozice** mapového pole (1,5 %). Druhý podcíl sleduje práci s **mapovými vrstvami** (3 %). Sleduje možnosti jejich zapínání, přesouvání, změnu pořadí znaků uvnitř vrstvy atd. Dále se sleduje celková kompozice mapy, použití šablon kompozic apod. Podcíl nese název **extrakompozice** (2 %). Následují podcíle, které sledují tvorbu jednotlivých **hlavních kompozičních prvků**: nadpis a podnadpis mapy, titíž, legendu a měřítko. Největší váhu má podcíl legenda, a to 5 %.



Obr. 4.8: Zapínání vrstev a změna pořadí vrstev metodou „táhni a pusť“ v programu ArcGIS

Poslední, sedmý podcíl sleduje možnosti vložení **vedlejších nadstavbových kompozičních prvků** – směrovky, textu, tabulky, obrázku, fotografie, loga, grafu, vedlejší mapy a multimediálních prvků. Praktická tvorba mapy končí tvorbou vedlejších nadstavbových prvků. Tímto podcílem s váhou 2 % se také uzavírá celé hodnocení metodou CartoEvaluation.

List Souhrnné hodnocení

Souhrnné vyhodnocení dosaženého skóre v jednotlivých hlavních cílech je automaticky počítáno v hodnotící tabulce na posledním, pátém listu v sešitu MS Excel. Tento list je pojmenován Souhrnné hodnocení. Do jednotlivých buněk ve sloupci D – **Skóre** jsou automaticky přeneseny průběžné výsledky z předchozích čtyř listů, kde jsou samostatně ohodnoceny jednotlivé hlavní cíle. Souhrnné hodnocení je tedy pro konkrétní program automaticky počítáno v buňce D7. Ukázka listu je na obrázku 4.9. Zde je konkrétní ukázka dosažení nadpolovičního skóre 51,1 % z maximálního možného skóre 100 %.

D3 $\text{=}'A\text{'Konstrukce mapy'!F75}$					
	A	B	C	D	E
1	Celkové hodnocení				
2	Cíl		%	Skóre	
3	A	Konstrukce mapy	15	9,6	
4	B	Tvorba a použití znaků	35	20,0	
5	C	Kartografické vyjadřovací metody	35	12,2	
6	D	Mapová syntaxe (stratigrafická, komponentní a kompoziční)	15	9,4	
7	Celkem		100	51,1	
A Konstrukce mapy / B Mapové znaky / C Kartografické metody / D Mapová syntaxe / Souhrnné hodnocení					

Obr. 4.9: Souhrnné hodnocení v sešitu MS Excel

Problémy návrhu a použití metody CartoEvaluation

Navržená metoda je snahou nalézt nový přístup k hodnocení GIS programů vzhledem k jejich kartografické funkcionalitě. Snahou bylo navrhnout maximálně objektivní metodu. Samozřejmě nebylo možné se vyhnout určité subjektivitě. Některé detailní otázky vycházely z toho, že určité specifické možnosti programy již mají implementovány, ale jiné nikoliv. Naopak v případě, že hodnotitel nezná funkcionalitu některých programů, může tyto programy znevýhodnit. Tento problém byl řešen zadáním hodnocení stejného produktu více hodnotitelům. Určitou subjektivitou se vyznačuje také navržení metriky – váhových koeficientů. Váhové koeficienty byly nastavovány expertně a následně také upravovány na základě diskuzí a prvních provedených hodnocení programů. Pokusná hodnocení vedla k zpřesnění otázek, doplnění otázek a přehodnocení vah.

Vyskytly se některé problémy, které bylo nutno řešit kompromisně. Například problém nastavování barvy. Bylo otázkou, zda problematiku nastavení barvy (paleta barev, barevné modely, předdefinované barevné škály atd.) řešit jako společnou charakteristiku bez rozdílu nastavení pro bodový znak, liniový znak nebo plošný znak. Ve většině programů je funkcionalita týkající se barvy shodná při nastavování všech typů znaků. Nastala však situace, kdy tomu tak nebylo.

Obdobný problém nastal u tvorby písma a popisu. V programu AutoCAD Map je na vysoké úrovni funkcionalita nástroje Text pro tvorbu textu. Je možné nastavit například libovolné proložení písma několika variantními způsoby atd. Naopak při použití automatické tvorby popisu z atributových dat není dostupné nastavení parametrů písma zdaleka v takové šíři. Je patrné, že programové řešení nástroje Text je realizováno úplně jinak než program automatického popisu z atributů. Po této zkušenosti opět vyvstal problémem formulace otázek. Zda otázky na nastavování všech parametrů písma zopakovat pro manuální tvorbu popisů jednotlivých prvků v mapě i pro automatický popis z atributových dat, nebo je ponechat jen pro jeden způsob popisu. Manuální tvorba popisu se často používá nejen pro popis jednotlivých prvků v mapě i pro tvorbu nadpisu mapy a titráž. To bylo důvodem toho, že otázky na nastavování parametrů písma jsou zopakovány pro automatický popis i manuální tvorbu.

4.3 Hodnocení GIS produktů metodou CartoEvaluation

Metodika hodnocení navržená v úvodu kapitoly 4 byla aplikována na vybrané GIS programy. Bylo třeba zjistit použitelnost metody CartoEvaluation, zda je schopna rozlišit rozdílnosti ve funkcionalitě různých programů. Dále bylo třeba ověřit, zda je metodika schopná odhalit dosud neimplementované kartografické funkce. První dva kroky metodiky, kterými jsou osvojení práce s programem a tvorba testovacích mapových výstupů, byly ponechány na hodnotitelích. Hodnotitelé, než přistoupili k hodnocení, vycházeli z dlouhodobých praktických zkušeností práce s programem a tvorbou map. Navržená metodika byla uplatněna a postupně ověřena provedením ohodnocení GIS programů. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

4.4 Hodnocené GIS programy

Celá metodika i uplatněné testování bylo navrženo a směřováno na desktopové GIS produkty. GIS produkt je chápán jako soubor programů, knihoven, extenzí apod. Pro ověření metodiky bylo provedeno ohodnocení vybraných GIS produktů. Jejich výběr se řídil u komerčních programů dostupností na pracovištích řešitelů projektu, dostupností u oslovených externích hodnotitelů a ochotou firem produkující GIS programy. Dále byly vybrány některé volně šířené programy a Open Source Softwary. Hodnoceno bylo celkem třináct produktů, z toho devět komerčních a čtyři programy šířené zdarma. Ke dvěma komerčním programům byly hodnoceny dvě volně šířené prohlížečky. Do hodnocení byly zahrnuty produkty ze světové produkce a čtyři produkty od českých firem, Kristýna GIS, JANITOR, TopoL a program MISYS, který je učen pro správu území.

Hodnocenými programy byly: ArcGIS (ArcMap), AutoCAD Map 3D, Geomedia Professional, GRASS, IDRISI, JANITOR J/2, Kristýna GIS, MapInfo Professional, MISYS, OCAD, Quantum GIS, TopoL a uDIG. Byla snaha hodnotit vždy nejnovější verze programů. U freeware programů se hodnotily poslední stabilní verze. Přehled hodnocených programů, verzí, výrobců a úrovně licence je v tabulce 4.2. Program OCAD není ryzí GIS program, ale porovnání s ostatními programy je zajímavé. Zde byla hodnocena nižší verze 8.0, neboť hodnotitel nevlastnil vyšší verzi.

Do hodnocení byla zařazena i volně šířená prohlížečka Kristýna GIS Prohlížečka ve verzi 1.4 a prohlížečka Geomedia Viewer. Byly testovány i další prohlížečky komerčních programů, jako je ArcReader od firmy ESRI nebo program Autodesk Design Review od firmy Autodesk. Tyto prohlížečky mají velice omezené funkce. Nelze změnit hotovou kompozici mapy ani znakový klíč. Z hodnocených funkcí, které sleduje metoda CartoEvaluation, je možné jen zapínat a vypínat vrstvy (ArcReader), měnit měřítko a odměřovat vzdálenosti a plochy. Není možná změna pořadí vrstev (vertikální uspořádání). Tyto prohlížečky nebyly do hodnocení v následujících výsledkových tabulkách zařazeny, neboť jsou určeny pro prohlížení hotových výkresů. Prohlížečky jsou převážně používány pouze pro připomínkování a revize map.

Počet hodnocených produktů lze v budoucnu libovolně rozšířit o další desktopové GIS produkty.

Tab. 4.2: Přehled hodnocených GIS programů

GIS program	Výrobce	Odkaz	Licence
ArcGIS – ArcMap 9.3	ESRI	www.esri.com	komerční
AutoCAD Map 3D 2009	Autodesk	www.autodesk.com	komerční
Geomedia Professional 6.0	Intergraph	www.intergraph.com	komerční
Geomedia Viewer 6.0	Intergraph	www.intergraph.com	freeware
GRASS 6.2.3	GRASS Development Team	grass.itc.it	freeware
IDRISI Taiga	Clark Labs	www.clarklabs.org	komerční
JANITOR J/2-JanMap 2.5	CENIA LabGIS	janitor.cenia.cz	freeware
Kristýna GIS 3.01	Josef Genserek	www.christine-gis.com	shareware
Kristýna GIS prohl. 1.4	Josef Genserek	www.christine-gis.com	freeware
MapInfo Professional 7.8	Pitney Bowes Business Insight	www.mapinfo.com	komerční
MISYS 9.36	GEPRO spol. s r. o.	www.gepro.cz	komerční
OCAD 8.0	OCAD AG	www.ocad.com	komerční
Quantum GIS 1.0.2 Kore	QGIS Development Team	qgis.org	freeware
TopoL xT 9.0 DMT	TopoL Software	www.topol.cz	komerční
uDig 1.1.0	Refractions Research	udig.refractions.net	freeware

4.5 Výsledky hodnocení

Výsledky hodnocení programů jsou shrnuty do přehledné tabulky, kde je jak celkové výsledné skóre jednotlivých produktů, tak dosažené skóre v jednotlivých hlavních cílech (tabulka 4.3). Programy lze porovnat nejen podle celkového skóre, ale lze provést srovnání programů navzájem jen v jednotlivých hlavních cílech a podcílech, například v cíli *B – Mapové znaky*. Srovnání je možné, neboť je stanoveno maximální skóre i v jednotlivých hlavních cílech. Pro výše zmíněný druhý cíl *B – Mapové znaky* je to 35 %. Podobné srovnání se provádí u vícekritériálního hodnocení variant. Porovnávají se varianty navzájem jen třeba v kritériu cena při výběrovém řízení na dodávku.

Řazení produktů v tabulce 4.3 je podle dosaženého celkového skóre od nejmenšího skóre po nejvyšší skóre. Je zřejmé, že nadpolovičního skóre dosáhlo devět programů. Mezi nejlepší programy patří komerční programy, které jsou vyvíjeny již delší dobu, a mají tak možnost postihnout expertní požadavky kartografických výstupů.

Tab. 4.3: Výsledky hodnocených GIS programů

GIS program	A Konstrukce mapy (15 %)	B Mapové znaky (35 %)	C Kartografické metody (35 %)	D Mapová syntaxe (15 %)	Skóre celkem (100 %)
JANITOR J/2-JanMap 2.4.6	4,32	18,95	6,68	1,60	31,75
IDRISI Taiga	3,17	14,50	7,82	7,48	33,50
Kristýna GIS prohl. 1.4	2,16	17,70	12,31	4,88	37,05
Quantum GIS 1.0.2 Kore	9,4	18,95	6,95	8,55	43,85
Geomedia Viewer 6.0	9,32	25,45	3,88	4,55	43,20
uDig 1.1.0	10,80	17,50	12,13	7,7	48,13
OCAD 8.0	8,12	25,85	9,13	7,88	50,98
MISYS 9.36	11,90	21,10	10,58	7,47	51,05
Kristýna GIS 3.01	7,32	19,55	16,53	8,67	52,06
AutoCAD Map 3D 2009	9,30	20,35	16,21	10,10	55,96
TopoL xT 9.0 DMT	10,80	17,65	16,00	12,97	57,42
GRASS 6.2.3	10,60	17,05	21,03	11,20	59,88
Geomedia Professional 6.0	12,60	25,45	12,13	11,73	63,58
MapInfo Professional 7.8	10,10	25,80	22,59	11,97	70,45
ArcGIS – ArcMap 9.3	11,62	30,10	27,50	13,03	82,25

Při dosažení skóre mezi 40 % až 50 % je vhodné používat tyto GIS programy jen pro jednoduché kartografické výstupy. U těchto programů lze očekávat určité chybějící funkce, které je třeba nahradit zvýšenou ruční úpravou mapy.

V tabulce 4.4 jsou uvedeny výsledky pro druhý hlavní cíl *B – Mapové znaky*. Maximální dosažená hodnota, které bylo možné dosáhnout, byla 35 %. Z tabulky vyplývá, že funkcionality z hlediska tvorby a použití mapových znaků se pohybuje kolem poloviny a nad polovinou celkového zisku. To znamená, že většina programů disponuje dobrými základními možnostmi použití a tvorby znaků. Při porovnání pouze hlavního cíle B vychází pořadí programů obdobné až na výjimku, a tou je program GRASS, který se posunul z celkového čtvrtého místa na čtrnácté místo. Program IDRISI se odlišuje svým nízkým výsledkem z důvodu výrazně odlišného charakteru programu, který pracuje s rastrovými daty a je určen zejména pro analýzy, nikoliv pro tvorbu kartografických výstupů.

Pokročilejší možnosti tvorby znaků vykazuje sedm programů (skóre nad 20 %). Také je zřejmý rozdíl mezi prohlížečkou Kristýna GIS, která je zdarma, a placenou verzí. Placená verze 3.01 má vyšší dosažené skóre z důvodu vyšších možností použití a tvorby mapových znaků oproti volně šířené prohlížečce. Naopak verze Geomedia Proffessional a Geomedia Viewer mají skóre naprosto shodné, neboť možnosti práce s mapovými znaky nejsou v prohlížečce nijak omezeny.

Tab. 4.4: Výsledky testování pro cíl B – Mapové znaky

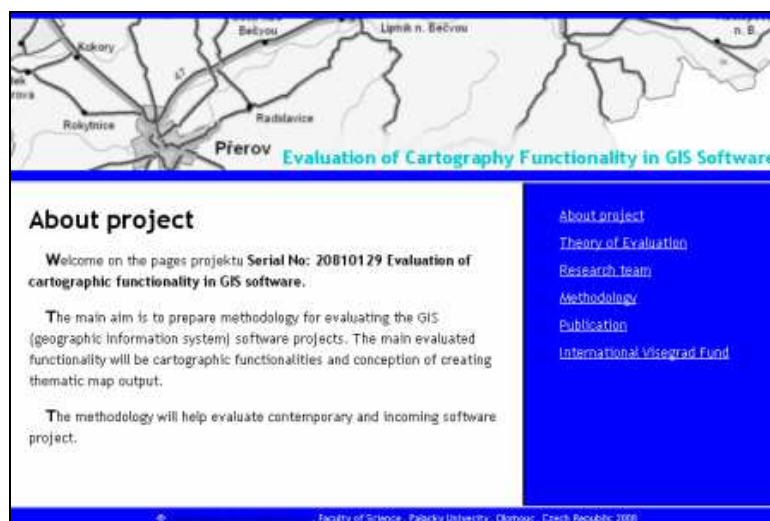
GIS program	B – Mapové znaky (35 %)
IDRISI Taiga	14,50
GRASS 6.2.3	17,05
uDig 1.1.0	17,50
TopoL xT 9.0 DMT	17,65
Kristýna GIS prohl. 1.4	17,70
JANITOR J/2-JanMap 2.4.6	18,95
Quantum GIS 1.0.2 Kore	18,95
Kristýna GIS 3.01	19,55
AutoCAD Map 3D 2009	20,35
MISYS 9.36	21,10
Geomedia Viewer 6.0	25,45
Geomedia Professional 6.0	25,45
MapInfo Proffessional 7.8	25,80
OCAD 8.0	25,85
ArcGIS - ArcMap 9.3	29,70

Porovnat výsledky hodnocení lze i na úrovni jednotlivých dílčích podcílů (tj. až na třetí úrovni cílů). Zajímavé je srovnání v tabulce 4.5. Zde jsou porovnány možnosti nastavování mezí intervalů stupnic pro kvantitativní data. Maximální hodnoty nedosahuje žádný program. U tří nejlépe hodnocených programů chybí jediná metoda vytvoření stupnice intervalů, a to stanovení intervalů podle geometrické posloupnosti. Metody stejných intervalů, přirozené zlomy, kvantily jsou implementovány u většiny produktů.

Výsledky všech samostatných hodnocení programů uvedených v tabulkách jsou se souhlasem hodnotitelů dostupné na <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad>.

Tab. 4.5: Výsledky hodnocení v dílčím podcíli *Intervalové stupnice*

GIS program	C – Kartografické vyjadřovací metody
	3. Stupnice
	1. G: Intervalové stupnice (max. 1,95 %)
JANITOR J/2-JanMap 2.4.6	0
OCAD 8.0	0
MISYS 9.36	0
TopoL xT 9.0 DMT	0,56
GRASS 6.2.3	0,84
Kristýna GIS prohl. 1.4	0,84
IDRISI Taiga	1,11
Quantum GIS 1.0.2 Kore	1,11
Geomedia Viewer 6.0	1,11
Geomedia Professional 6.0	1,39
uDig 1.1.0	1,39
Kristýna GIS 3.01	1,39
AutoCAD Map 3D 2009	1,67
MapInfo Professional 7.8	1,67
ArcGIS – ArcMap 9.3	1,67



Obr. 4.10: Internetové stránky projektu

Obecně lze výsledky hodnocení rozdělit na dvě části: přehled implementovaných a přehled neimplementovaných funkcí. První část představuje přehled kartografických funkcí, které jsou dnes běžně dostupné v programech. Neimplementované funkce jsou funkce chybějící, které limitují možnosti tvorby mapových výstupů. Neimplementované funkce pomohla metoda CartoEvaluation svou praktickou aplikací nalézt.

4.6 Implementované kartografické funkce

Z výsledku hodnocení lze usoudit, že většina programů dosahuje dobré základní kartografické funkce. Výsledky, které se týkají implementovaných funkcí, lze shrnout následovně:

V cíli **A – Konstrukce mapy** se jedná o bezproblémovou možnost nastavení referenčního a souřadnicového systému, včetně možnosti výběru národních souřadnicových systémů. Tvorbu metadat umožňují jen některé programy.

Z výsledků v cíli **B – Mapové znaky** lze usoudit, že vzorníky bodových, liniových a areálových znaků disponují dostatečnými základními sadami znaků. Pouze u některých produktů lze editovat a vytvářet nové znaky pomocí vestavěných editorů. Znaky lze umísťovat převážně jen topograficky. Funkcionalita v nastavování barev znaků je dobrá, lze interaktivně vybírat palety barev v různých barevných modelech (RGB, HSV).

Z hodnocení cíle **C – Kartografické vyjadřovací metody** lze konstatovat, že kvalitativní i kvantitativní bodová, liniová a areálová metoda je implementována u všech programů. Tvorba plošných kartodiagramů umožňují jen některé programy (ArcGIS, MapInfo, Kristýna GIS). U většiny programů lze automaticky stanovit meze intervalů stupnic pro kvantitativní hodnoty podle statistického zpracování těchto hodnot. Popis v mapě lze vytvářet z atributových dat u všech programů.

Ze specifických kartografických metod je častější jen možnost zobrazení georeliéfu pomocí výškových kót, vrstevnic a hypsometrie. Animované mapy lze vytvářet pouze v programu ArcGIS.

V cíli **D – Mapová syntaxe** lze konstatovat, že kompozice mapy a základní a nadstavbové kompoziční prvky lze tvořit rychle a dobře způsobem vyhovujícím kartografickým zásadám u většiny programů. Větší omezení jsou jen u automaticky generované legendy a tvorby vedlejších map.

4.7 Nedostatečně implementované kartografické funkce

Z hlediska teorie testování se navrženou metodikou podařilo dobře odhalit **nedostatky** programů. Metodika z pohledu teorie testování neodhaluje přímo **chyby** v programech. Chyba znamená, že je kartografická funkce implementovaná, ale nefunguje vždy dobře podle očekávání uživatele. Například běžně je využívána změna pořadí hladin tříd prvků v datovém rámci, kdy toto pořadí určuje pořadí vykreslování znaků od nejvýše umístěných znaků tematických vrstev až po znaky vrstev

topografického podkladu. Hodnotitelé se setkali s chybou, kdy změna pořadí vrstev se neuplatnila správně při vykreslování vrstev. Nicméně hodnotitel odpověděl v cíli *D – Mapová kompozice* v podcíli 2. *Mapové vrstvy* na otázku Q1: „Lze různě měnit vertikální uspořádání (vrstev) mapového pole?“ Ano a program získal 1 bod, i když zde program občas vykazoval chybu.

Další poměrně častou chybou programů jsou chyby v automaticky generované legendě, kdy znaky v mapě neodpovídají přesně velikostí, barvou apod. znakům v mapovém poli. Tyto chyby byla snaha podchytit již otázkami v cíli *D – Mapová kompozice* podcíli 5. *Základní kompoziční prvek – legenda* otázkou „Q4: Odpovídají znaky v mapě znakům v legendě (velikostí, tvarem,...)“.

Otázky týkající se správnosti automaticky generované legendy jsou zařazeny také v cíli *C – Kartografické vyjadřovací metody*. V podcíli 2. *Kartodiagramy* je zařazen přímo dílčí podcíl *G: Kartodiagramové měřítko v legendě* s vysvětlujícími ukázkami správně vytvořených hodnotových měřítek.

9 G: Kartodiagramové měřítko v legendě (max. 10 %)				
M1: 0 - ne 1 - jen diagram 2 - diagram a popis	Q1: Lze vytvořit hodnotové měřítko v legendě pro sloupkový diagram?	0	0,16	0,00
M2-4: 0 - ne 1 - ano	Q2: Lze vytvořit hodnotové měřítko v legendě pro plynule stupňovaný kruhový kartodiagram?	0	0,16	0,00
	Q3: Lze vytvořit hodnotové měřítko v legendě pro intervalově stupňovaný kruhový kartodiagram ?	0	0,16	0,00
	Q4: Jsou hodnotová měřítká úplná?	0	0,16	0,00
				Úplnost hodnotového měřítká: popis stupnice hodnot, popis os, atd.

Obr. 4.11: Ukázka otázek odhalujících chyby ve tvorbě legendy

Hodnotitelům bylo doporučeno uvést nalezenou chybu jako poznámku v komentáři v navržené hodnotící tabulce u cíle nebo otázky, která souvisí s chybou. Jiným možným řešením by bylo vytvořit samostatnou textovou zprávu se seznamem odhalených chyb. Při tomto způsobu záznamu chyb se jedná o verbální hodnocení. Poznámky hodnotitelů o chybách jsou užitečnou informací pro uživatele, kteří využijí výsledky hodnocení hodnotitelů pro svůj budoucí výběr GIS produktu.

2 G: Asociativnost znaků (max. 7,5 %)				
M: 0 - ne 1 - ano	Q: Obsahuje vzorník i motivované areálové znaky?	1	0,60	0,60
3 G: Grafická variantnost znaků - ohraničení areálu (max. 20 %)				

Obr. 4.12: Ukázka komentáře hodnotitele o asociativnosti areálových znaků ve vzorníku

Nedostatky podle hlavních cílů

Hodnocení programů odhalilo ve většině hodnocených programů některé slabé nebo chybějící kartografické funkce. V cíli **A – Konstrukce mapy** bylo zjištěno, že programy nemají možnost generovat *metadatové informace* o konstrukci mapy kromě programu ArcGIS, AutoCAD Map, MapInfo, Geomedia a GRASS. Z kartometrie chybí většinou nástroj pro zjišťování kartografického **zkreslení** a použití **geodetických úloh**.

Z výsledků v cíli **B – Mapové znaky** lze usoudit, že nejsou běžně dostupné *editory* bodových, liniových a areálových znaků. Nelze tak vytvářet nové nebo složené znaky. Vzorňky linií obsahují různé přerušované linie (tečkované, čárkované), ale obsahují málokdy vzorkované a *motivované linie*. Pokud neexistuje editor pro tvorbu nových motivovaných liniových znaků, není je možné vytvořit a následně použít v mapě. Nastavení *orientace* výplně liniového znaku bývá také problematické.

U žádného programu nebyly nalezeny *animované znaky*. *Kolize* vzájemné polohy znaků, kdy se znaky překrývají a jsou špatně čitelné, dokáže nalézt pouze program ArcGIS.

V programu AutoCAD Map nelze zvolit nastavení „bez barvy“ a nastavení *transparentnosti* barvy. Transparentnost je řešena transparentností celé vrstvy. Často chybí některé *barevné stupnice*, zejména bipolární, gradační nebo hypsometrická barevná stupnice. Programy disponují jen některými barevnými stupnicemi. Pouze programy ArcGIS, TopoL a IDRISI mají dostupné předdefinované všechny druhy stupnic. Méně často lze vytvořit a uložit uživatelskou barevnou stupnici k opakovanému použití. Výsledky odpovědí v cíli **B – Mapové znaky** v podcíli 6. *Nastavení barev* je vidět v tabulce 4.6, možnosti jsou velice variabilní.

Metadata o tvorbě znaků nevytváří žádný program.

Tab. 4.6: Odpovědi v dílčím cíli *Barevné stupnice* (abecední řazení programů)

Program	ArcGIS – ArcMap 9.3	AutoCAD Map 3D 2009	Geomedia Professional 6.0	Geomedia Viewer 6.0	GRASS 6.2.3	IDRISI Taiga	JANITOR J/2-JanMap 2.5	Kristýna GIS 3.01	Kristýna GIS prohl. 1.4	MapInfo Professional 7.8	MISYS 9.36	OCAD 8.0	Quantum GIS 1.0.2 Kore	TopoL xT 9.0 DMT	uDig 1.1.0
Q1: Je předdefinovaná kvalitativní barevná stupnice (různé barvy)? 	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
Q2: Je předdefinovaná barevná tónová (gradační) stupnice? 	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
Q3: Je předdefinovaná bipolární barevná stupnice? 	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Q4: Je předdefinovaná barevná stupnice pro výškopis (hypsometrii)? 	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Q5: Lze vytvářet vlastní stupnice a ukládat k opakovanému použití?	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
Celkem skóre	2,4	1,5	1,4	1,4	1,9	2,4	2,0	0	0	1,4	1,4	0	0,9	2,4	1,9

Pozn.: Maxima a minima jsou tučným písmem.

V cíli **C – Kartografické vyjadřovací metody** je nejčastějším nedostatkem chybějící možnost realizace *liniové směrové metody* (metoda pohybových čar) a jejích variant (směrová migrační, proudová, směrová mobilita) pro vyjádření kvantity.

U *areálové intenzitní metody* nelze automaticky stupňovat hustotu rastrové výplně (rozteč bodů, vzdálenost linií) podle atributů v žádném programu. Je nutné gradovat hustotu ručně.

Velkou rezervu mají programy ve tvorbě bodových a plošných *kartodiagramů*. Chybí zejména víceparametrové součtové, srovnávací a dynamické kartodiagramy. Dále chybí možnost tvorby figurálních kartodiagramů a diagramů se směrovými znaky. Stejně tak chybí možnosti tvorby liniových kartodiagramů součtových a strukturních. Neúplně nebo vůbec nejsou generovány automatické legendy kartodiagramů – hodnotová měřítká.

V podcíli *Stupnice* jsou jen malé nedostatky při stanovení intervalové stupnice. Větším nedostatkem programů jsou chybějící možnosti definice *funkční stupnice* pro stanovení parametrů znaků.

Ze *specifických vyjadřovacích metod* není v žádném programu řešena tvorba *anamorfozních map* (kromě programu MapInfo a jedné extenze pro ArcGIS). U programů není možné znázornit georeliéf pomocí linií *kostry* (skeletu) *georeliéfu* a pomocí šrafování, které je ale již „historickou“ metodou zobrazení georeliéfu.

Animované mapy nelze v programech vytvářet (kromě programu ArcGIS).

Z výsledků v cíli **D – Mapová syntaxe** lze usoudit, že nejvíce bodů ztratily v hodnocení programy za nedostatky v automatické tvorbě *legendy* (nelze členit/hierarchizovat legendu, znaky v legendě neodpovídají znakům v mapě, nelze legendu uspořádat).

Překvapivě některé programy nedokáží vložit do mapového výstupu *číselné měřítko* (AutoCAD Map, MapInfo a další), i když grafické měřítko lze vložit bez problémů. Jediným dalším častým nedostatkem programů v mapové syntaxi je tvorba *šablony kompozice* pro opakovanou tvorbu mapových výstupů využívaných při sestavování série map s jednotnou kompozicí.

Pro bližší zjištění chybějících funkcí lze nahlédnout přímo do výsledných hodnotících tabulek jednotlivých programů na webových stránkách projektu.

5 Hodnotící tabulka CartoEvaluation – česká verze

V této kapitole je uvedena plná podoba hodnotící tabulky v české verzi.

Poznámka:

Pro kontrolu automatického výpočtu hodnocení jsou všechny odpovědi ve sloupci D nastaveny na výchozí maximální hodnotu (1 nebo 2). Změňte odpověď na hodnotu 0 v případě negativní odpovědi.

6 Evaluation table CartoEvaluation – English version

In this chapter is given the full form of evaluation table of CartoEvaluation method in the English version.

Note:

For automatic calculation of column D, all answers are set to the default maximum value (1 or 2).
Change the answer to 0 in the case of a negative response.

7 Závěr

Tato kniha přináší návrh nového přístupu k hodnocení GIS programů v oblasti kartografické funkcionality programů. Důvodem hodnocení je pomoc budoucím uživatelům programů při výběru vhodného programu při důrazu na kartografické výstupy z GIS programů. Uživatel tedy nemusí provádět vlastní průzkum a namátkové testování programů za účelem zjištění vhodného programu. Nově navržená metoda CartoEvaluation je komplexním vodítkem, které kartografické funkce sledovat při hodnocení a následném výběru programu.

Nově navržená metoda **CartoEvaluation** je součástí metodiky, která se skládá ze čtyř kroků:

- 1. krok:** Osvojení práce s vybraným GIS programem na základě studia dokumentace a praktické činnosti s tvorbou map.
- 2. krok:** Realizace řady testovacích mapových výstupů.
- 3. krok:** Aplikace metody CartoEvaluation.
- 4. krok:** Vyhodnocení výsledků získaných metodou CartoEvaluation.

Metoda CartoEvaluation je aplikována v třetím kroku metodiky. Pro hodnotící metodu byla vybrána jako teoretický základ metoda Goal-Question-Metric (Basili et al. 1994). Princip metody spočívá ve stanovení hlavních cílů, které se mají pomocí programu plnit. Zde tyto cíle odpovídají hlavním úkolům, které se provádí při sestavování mapového výstupu. Hlavní cíle na nejvyšší úrovni jsou rozloženy na podcíle (druhá úroveň) a na dílčí cíle (třetí úroveň). Plnění dílčích cílů je zjišťováno sadami otázek a odpověďmi na tyto otázky. Díky stanovené metrice je spočítáno výsledné číselné hodnocení. Jednotlivé váhové koeficienty metriky byly navrženy expertním odhadem, který vyplynul z diskuse kartografů.

Hlavní hodnocené cíle metody CartoEvaluation jsou:

- A – Konstrukce mapy,**
- B – Mapové znaky,**
- C – Kartografické vyjadřovací metody,**
- D – Mapová syntaxe: stratigrafická, komponentní a kompoziční.**

Hodnotící metoda je realizována v sešitu Microsoft Excel 2003 z důvodu jednoduchého záznamu odpovědí a automatického výpočtu celkového dosaženého číselného skóre.

Hodnocení podle metody CartoEvaluation může provést kterýkoliv uživatel libovolného GIS programu. Metoda CartoEvaluation je volně dostupná ve formě sešitu Microsoft Excel na webových stránkách projektu <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad/method.php>. Soubor s metodou lze stáhnout jak v české, tak v anglické verzi. Aplikace metodiky může být náročná hlavně na čas a kartografické znalosti uživatele. Proto druhým možným využitím metody CartoEvaluation je

čerpat přímo výsledky hodnocení, které provedli dříve jiní hodnotitelé. Není potom nutné provádět vlastní testování programu a následné hodnocení programu.

Metoda CartoEvaluation byla prakticky nasazena v průběhu roku 2009. Jedná se tak o aplikovanou metodiku. Byla požádána řada zkušených uživatelů a výrobců programů (firma TopoL Software, firma GEPRO a J. Genserek) z České a Slovenské republiky o provedení hodnocení. Hodnocení stejného GIS programu bylo většinou zadáno více hodnotitelům, aby se eliminovaly drobné nepřesnosti v odpovědích. Celkem bylo hodnoceno 13 GIS programů jak komerčních, tak Open Source softwarů, včetně zdarma šířených prohlížeček. Byla snaha hodnotit nejnovější verze, eventuálně poslední stabilní verze u Open Source softwarů. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tabulce 4.2 v kapitole 4.

Z výsledku hodnocení lze usoudit, že většina programů dosahuje dobré základní kartografické funkce. Nadpolovičního skóre z možného maxima 100 % dosáhlo devět programů. Jsou to programy: ArcGIS, MapInfo, Geomedia, GRASS, TopoL, AutoCAD Map, Kristýna GIS, MISYS a OCAD. Mezi nejlepší programy patří komerční programy, které jsou vyvíjeny již delší dobu, a mají tak možnost postihnout expertní požadavky kartografických výstupů. Svým dobrým umístěním překvapil program GRASS, Kristýna GIS a MISYS. Programy, které dosáhly skóre mezi 40 % až 50 %, je vhodné používat jen pro jednoduché kartografické výstupy. U těchto programů lze očekávat určité chybějící funkce, které je třeba nahradit zvýšenou manuální úpravou mapy.

Hodnocení programů odhalilo také u programů některé slabé nebo chybějící kartografické funkce. Bezproblémová je možnost nastavení referenčního a souřadnicového systému, včetně možnosti výběru národních souřadnicových systémů. U některých programů chybí možnost transformace mapového pole. Programy nemají často možnost generovat metadatové informace o konstrukci mapy a konstrukci znaků. Chybí některé kartometrické a geodetické nástroje (určení zkreslení apod.). Dodávané vzorníky bodových, liniových a areálových znaků bývají obsáhlé, ale často jednostranně zaměřené. Málokdy je k dispozici editor znaků, aby mohl uživatel vytvořit a opakovaně použít nové znaky, zejména je problém u složených liniových znaků. Funkcionalita v nastavování barev znaků je dobrá. Lze interaktivně vybírat z palety barev v různých barevných modelech (RGB, HSV). Často ale chybí některé barevné stupnice, zejména bipolární, gradační nebo hypsometrická barevná stupnice. Ojedinelá je možnost vytvoření a uložení uživatelských barevných stupnic k opakovanému použití.

Z kartografických vyjadřovacích metod je nejčastějším nedostatkem chybějící možnost realizace liniové směrové metody (metoda pohybových čar) a jejích variant. Velkou rezervu mají programy ve tvorbě bodových a plošných kartodiagramů. Chybí zejména víceparametrové součtové, srovnávací a dynamické kartodiagramy. Dále chybí možnost tvorby figurálních kartodiagramů a diagramů se směrovými znaky. Stejně tak chybí možnosti tvorby liniových kartodiagramů součtových, strukturních a směrových. Neúplně nebo vůbec nejsou generovány automatické legendy kartodiagramů – hodnotová měřítko.

Ze specifických vyjadřovacích metod není (kromě programu MapInfo a jedné extenze pro ArcGIS) v žádném programu řešena tvorba anamorfozních map. Větším nedostatkem programů jsou chybějící možnosti definice funkční stupnice pro stanovení parametrů znaků. Naopak dobře jsou implementované varianty nastavení intervalových stupnic. Nedostatky jsou také v automatické tvorbě legendy. Nelze členit/hierarchizovat legendu, znaky v legendě neodpovídají znakům v mapě nebo nelze legendu uspořádat.

Animované znaky a animované mapy nelze v programech vytvářet (kromě programu ArcGIS). Dalším častým nedostatkem programů v mapové syntaxi je tvorba šablony kompozice pro opakovanou tvorbu mapových výstupů využívaných při sestavování série map s jednotnou kompozicí. Pro detailní zjištění implementovaných a chybějících funkcí lze nahlédnout přímo do výsledných hodnotících tabulek. Zajímavé jsou i slovní komentáře a poznámky, které mohli hodnotitelé vkládat do tabulek.

Navržená metodika, jejíž součástí je metoda CartoEvaluation, byla navržena pro desktopové GIS programy. Při určitých změnách a doplněních by bylo možné metodu nasadit v budoucnu i pro aplikace, které slouží k vytváření mapových webových aplikací. Další nasazení metodiky by mohlo být na hodnocení programů pro mobilní počítačová zařízení určená pro práci v terénu. Programy pro mobilní zařízení se obecně vyznačují menším množstvím funkcí oproti desktop programům, včetně omezení kartografických funkcí (redukovaná knihovna znaků apod.).

Závěrem lze konstatovat, že nelze vytvořit jedinou jednoduchou a přitom nejlepší hodnotící metodu. Jednoduché hodnocení je nedostatečné, neboť programy a kartografie mají mnoho možností vyjádření objektů a jevů. Obecně je hodnocení programů proměnlivé, neboť závisí na důvodech hodnocení, prostředí a procesech. Pouze jedno hodnocení, a to hodnocení funkcionality, nemusí být vždy plně dostačující pro vyjádření celkové kvality programů. Kvalita programů má více pohledů, což vyžaduje různá měřítka hodnocení, jako je hodnocení spolehlivosti, udržitelnosti, počtu chyb a další. Při hodnocení se vždy vyskytují neměřitelné hodnoty, jako je spokojenost uživatele. Nicméně lze konstatovat, že navržená metoda pomůže uživatelům při výběru GIS programů a následně při maximálním využití GIS programů pro rychlou, příjemnou a správnou tvorbu digitálních mapových výstupů.

8 Summary

The book offers proposals for a new approach to evaluating GIS programs in cartographic functions. The reason for this evaluation is to help future users of programs to select the most suitable and appropriate program focusing on cartographic outputs from GIS programs. Therefore, the user does not need to conduct its own survey and random testing of programs in order to determine an appropriate program. The newly proposed CartoEvaluation method is a comprehensive guide in monitoring all cartographic features and in subsequent selection of the program.

The proposed CartoEvaluation method is part of the methodology, which consists of four steps:

- 1. step:** Learning to work with selected GIS program by studying the documentation and practical activities in creating maps.
- 2. step:** Creation of a series of test maps.
- 3. step:** Application of CartoEvaluation method.
- 4. step:** Evaluation of results obtained using CartoEvaluation method.

CartoEvaluation method is applied in third step of the methodology. The Goal-Question-Metric method (Basili et al. 1994) was chosen as the theoretical basis for the evaluation method. Principle of the method consists of identifying the main goals that the program should perform. In this case these goals reflect key tasks to be performed during creation of map output. The main goals, which are the form the highest levels, are distributed to sub-goals (second level) and to partial goals (third level). Sets of questions and answers to these questions determine the fulfilment of partial goals. Resulting numerical rating is calculated using the metrics. Individual weighting factors of metrics were designed by expert estimation, which arose from debate of cartographers.

The main goals of CartoEvaluation methods are:

- A – Map construction,**
- B – Map symbols (pattern book of symbol, construction of symbol),**
- C – Map syntax – types of cartographic expression method,**
- D – Map syntax: stratigraphical, componential and compositional.**

The evaluation method is implemented in Microsoft Excel 2003 file because of a simple recording of answers and automatic calculation of the total numerical score. Any user can perform evaluation of any GIS program according to the CartoEvaluation method. CartoEvaluation method is freely available on the project website <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad/method.php> as a downloadable Microsoft Excel file. It is possible to download Czech or English version. Application of this methodology can be time-consuming as well as knowledge-demanding task. Second possible use is to explore the results of evaluations made by others earlier reviewers. Therefore it

is not always necessary to perform new testing of program and following evaluation according CartoEvaluation method.

Method CartoEvaluation was practically used during 2009. Therefore it is applied methodology. Several experienced users and producers of programs from the Czech and Slovak Republic were asked to work out evaluations. Evaluation of the same GIS program was usually carried out by multiple evaluators to eliminate minor inaccuracies in answers. In total, 13 GIS programs were evaluated, both commercial and Open Source Software, including free viewers. The latest versions of commercial programs and the latest stable version, in case of Open Source software, were evaluated.

The evaluated programs, producers and web pages are in table 4.2 in chapter 4. The results of evaluation are shown in table 8.1.

Tab. 8.1: Results of evaluated GIS programs

GIS software	A Map construction (15 %)	B Map symbols (35 %)	C Carto-graphic methods (35 %)	D Map syntax (15 %)	Total score (100 %)
JANITOR J/2-JanMap 2.4.6	4,32	18,95	6,68	1,60	31,75
IDRISI Taiga	3,17	14,50	7,82	7,48	33,50
Kristýna GIS prohl. 1.4	2,16	17,70	12,31	4,88	37,05
Quantum GIS 1.0.2 Kore	9,4	18,95	6,95	8,55	43,85
Geomedia Viewer 6.0	9,32	25,45	3,88	4,55	43,20
uDig 1.1.0	10,80	17,50	12,13	7,7	48,13
OCAD 8.0	8,12	25,85	9,13	7,88	50,98
MISYS 9.36	11,90	21,10	10,58	7,47	51,05
Kristýna GIS 3.01	7,32	19,55	16,53	8,67	52,06
AutoCAD Map 3D 2009	9,30	20,35	16,21	10,10	55,96
TopoL xT 9.0 DMT	10,80	17,65	16,00	12,97	57,42
GRASS 6.2.3	10,60	17,05	21,03	11,20	59,88
Geomedia Professional 6.0	12,60	25,45	12,13	11,73	63,58
MapInfo Professional 7.8	10,10	25,80	22,59	11,97	70,45
ArcGIS – ArcMap 9.3	11,62	30,10	27,50	13,03	82,25

The results of the evaluation confirm that most of the programs achieved good basic cartographic functions. Nine programs achieved more than 50 % from maximum possible score (100 %). Tested programs were: ArcGIS, MapInfo, Geomedia, GRASS, TopoL, AutoCAD Map, Kristýna GIS, MISYS and OCAD. Commercial programs are among the best, because they are being developed for long time, and thus have the chance to meet the requirements of expert cartographic outputs.

Programs GRASS, Kristýna GIS and MISYS also reached good ranking. When program reaches a score between 40 % and 50 %, it is appropriate to use the GIS program only for simple cartographic outputs. Such program can be expected to miss some cartographic functions. Manual editing by graphic and text tools is likely to be necessary in finalisation of the map.

Evaluation of programs also revealed some weak or missing cartographic functions. Whereas the possibilities of setting a projections and reference coordinate system, including the choice of national coordinate systems are without problems, other functions were revealed to insufficient. The possibility of transformation of mapping face is missing in some programs. Programs often do not have the ability to generate metadata about the map construction and metadata about construction of symbols. Some cartometric and geodetic tools are missing (cartographic distortion etc.). Included pattern books for point, line and areal symbols are numerous, but often one-sidedly oriented. Symbol editor is rarely available to let the user create and re-use new symbols, especially problematic are composite line symbols. Functionality of setting colors is good. It is possible to interactively select the color from palette in different color models (RGB, HSV). Some color schemes (ramps) are, however, missing, in particular bipolar, gradation or hypsometric color schemes. Possibility to create, save and re-use custom color schemes is very rare.

The line vector method (line motion) and its variants are missing in the cartographic expression methods. Programs also have insufficiencies in creating point and area diagram map (chart diagrams). Multi-parameters totalizing diagrams, comparative diagrams and dynamic diagrams are missing. Similar situation occurs with line diagrams (ribbon). Totalizing line diagram, compound structural line diagram and two-direction line diagram are missing. Diagram scales in legend are incomplete.

Cartograms methods (anamorphosis) are very seldom implemented. Only program MapInfo has cartograms method and an extension for ArcGIS exists. Programs have the lack of options in the definition of the functional scale for determining the parameters of symbols. On the contrary, options of classification (setting of interval scales of values) are well-implemented. Some insufficiencies are also in the automatic creation of a legend. It is not possible to create a hierarchy in a legend or divide legend to segments. Some symbols in map do not correspond to the symbols in the legend.

It is not possible to create animated symbols and animated maps (except for program ArcGIS). The only other frequent lack of programs in the map syntax is a possibility to create templates for

repeated map composition, which is often used in compiling a series of maps with an identical composition. For detailed finding of implemented and the missing functions it is possible to look directly into the resulting evaluation tables. Additional notes and comments in tables from evaluators are also interesting and helpful.

The proposed methodology and CartoEvaluation method was designed for desktop GIS programs. The method could be modified and with certain changes and additions applied to applications that are used to create web map applications. Further utilization of method could also be used for evaluation of programs for mobile computing devices designed for field work. Programs for mobile devices are generally characterized by a reduced number of functions in comparison to desktop programs, including restrictions of cartographic functions (limited pattern book of symbols etc.).

In conclusion, it is impossible to create the best simple single evaluation method. A simple evaluation method is not sufficient because software systems and cartography have many different properties. Depending on objectives, environment and processes, evaluations will vary. Just one single measurement is not sufficient to express software quality. Software quality has many aspects and needs different measurements, such as reliability, maintainability, error-rate and so on. There are also values that can not be measure, such as user satisfaction. The proposed CartoEvaluation method will help users to select from wide variety of GIS programs and subsequently to use it in the maximum extent for the fast, comfortable and correct digital map output making.

9 Seznam literatury

1. ASPRS, ACSM, ACSE (1994). *Glossary of the Mapping Science*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing American Congress on Surveying and Mapping, American Society of Civil Engineers New York, NY 1994 [online], [cit. 23.6.2009], www.geoworkforce.olemiss.edu/tools/glossary_asprs
2. BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H. D. (1994) Goal Question Metric Paradigm, *Encyclopedia of Software Engineering*, John Wiley & Sons, New York, p. 528-532. ISBN 0-471-54004-8, též na <http://www.cs.umd.edu/~mvz/handouts/gqm.pdf>
3. BLÁHA, D. J. (2009) Various ways of assessment of cartographic works, *ICA Symposium on Cartography for Central and Eastern Europe*, Vienna, 2009, 11 s.
4. BLÁHA, D. J. (2008) Hodnocení současných českých autoatlasů v rámci terénního šetření mezi uživateli, In Poštolka: *Geodny Liberec 2008*, Výroční mezinárodní konference České geografické společnosti, Technická univerzita, Liberec, ISBN 978-80-7372-443-6.
5. BREWER, C. A. (2008) *Designed Maps*, ESRI Press, Redlands, New York, Environmental Systems Research Institute, 2008, 184 s. ISBN 9781589481602
6. BREWER, C. A. (2005) *Designing Better Maps*, ESRI Press, Redlands, New York, Environmental Systems Research Institute, 2005, 220 s. ISBN 9781589480896
7. BROŽOVÁ, H., ŠUBRT, T., HOUŠKA, M. (2007) *Modely pro řízení znalostí a podporu rozhodování*. Česká zemědělská univerzita, Praha, 117 s. ISBN 978-80-213-1633-1
8. ČAPEK, R., a kol. (1992) *Geografická kartografie*, Praha, 1992, SPN, 373 s.
9. DOBEŠOVÁ, Z. (2009) Tvorba plánů pro podporu cestovního ruchu. In E. Hübelová *Geografické aspekty středoevropského prostoru*, Masarykova univerzita, Brno, 2009, s. 207–212. ISBN 978-80-210-4947-5
10. DOBEŠOVÁ, Z. (2008a) Metody hodnocení kartografické funkcionality v GIS programech, *Aktivity v kartografii. Zborník referátov zo seminára*, Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV, Bratislava, Slovensko, 2008, s. 22–29, ISBN 978-80-89060-13-9
11. DOBEŠOVÁ, Z. (2008b) Možnosti tvorby a přenositelnosti bodových znaků mezi GIS programy. In Poštolka: *Geodny Liberec 2008*, Výroční mezinárodní konference České geografické společnosti, Technická univerzita, Liberec, s. 161–168, ISBN 978-80-7372-443-6.
12. DOBEŠOVÁ, Z. (2007) *Kartografická vizualizace prostorových databází regionálních informačních systémů*, (Cartographic visualization of spatial databases of regional information systems), doktorská práce, VŠB-TU, Ostrava, 2007, 135 s.

13. DOBEŠOVÁ, Z. (2004) *Prostorové databázové systémy*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 2004, 76 s., ISBN 80-244-0891-0.
14. DOBEŠOVÁ, Z., DOBEŠ, M. (2007) Vliv kartografického výstupu na datový model a strukturu zdrojových dat. *Sborník 17. kartografické konference*, Kartografická společnost SR, Bratislava, 2007, 45–50 s. ISBN 978-80-89060-11-5
15. DOBEŠOVÁ, Z., KAŇOK, J. (2008) How to evaluate cartographic functionality in GIS software. In Gajos, Styblińska *Geoinformation Challenges*, Proceedings of GIS Polonia, Stowarzyszenie SILGIS, Sosnowiec, Polsko, 2008, 65–70 p., ISBN 83-918826-4-0.
16. DOBEŠOVÁ, Z., KUSEDOVÁ, D. (2009a) *Evaluation of cartographic functionality in GIS software*, [cit. 15.5.2009], [<http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad>]
17. DOBEŠOVÁ, Z., KUSEDOVÁ, D. (2009b) Hodnocení kartografické funkcionality v GIS programech, *Kartografické listy 17*, Kartografická spoločnosť Slovenskej republiky, Geografický ústav Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 2009, ISBN 978-80-89060-12-2.
18. DOBEŠOVÁ, Z., KUSEDOVÁ, D. (2009c) Goal-Question-Metric method for evaluation of cartographic functionality in GIS software. In Pešková: *Proceedings Symposium GIS Ostrava 2009*, VŠB – TU, Tanager, Ostrava, s. 115–120, ISBN 978-80-87294-00-0.
19. DOBEŠOVÁ, Z., ŠTÁVOVÁ, Z. (2006) *Kartografická správnosť automaticky umiestňovaných popisků na mapách*, Aktivita v kartografii 2006, Sborník referátů ze semináře, Kartografická společnost SR a Geografický ústav SAV, Bratislava, s. 74–84, ISBN 80-89060-09-09
20. DRÁPELA, M. V. (1983). *Vybrané kapitoly z kartografie*, Přírodovědecká fakulta J. Ev. Purkyně v Brně, Katedra geografie, Praha 1983, 128 s.
21. DUMKE, R. (2009) *GQM Method Application*, Software Measure Laboratory SML@b. [cit. 15.5.2009], [<http://ivs.cs.uni-magdeburg.de/sw-eng/us/java/GQM>]
22. DYKES, J., MacEACHREN A. M., KRAAK, M. J (2005) *Exploring Geovisualization*. Amsterdam, Elsevier, 730 s. ISBN 978-0-08-044531-1
23. EBERT CH., DUMKE R. (2007) *Software Measurement, Springer. Establish - Extract - Evaluate - Execute. Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 2007, 561 S., ISBN 978-3-540-71648-8
24. FIALA, P., JABLONSKÝ, J., MAŇAS, M. (1994) *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 316 s.
25. KAŇOK, J. (1999): *Tematická kartografie*, Ostravská univerzita, Ostrava, 1999, ISBN 80-7042-781-7

26. KAŇOK, J. (1992) *Kvantitativní metody v geografii – 1.díl, grafické a kartografické metody*, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava, 236 s.
27. KLIMEŠ, L. (1981) *Slovník cizích slov*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1981
28. KONEČNÝ, M., KAPLAN, V., KEPRTOVÁ, K., PODHRÁZSKÝ, Z., STACHOŇ, Z., TAJOVSKÁ, K., ZBOŘIL, J. (2005) *Multimediální učebnice kartografie a geoinformatiky*, [online], [citace 3.5.2008], <http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/kartografie/>
29. KRAAK, M., J., ORMELING, F. (2003) *Cartography, Visualization of Geospatial data*, Second Edition, Prentice Hall, London, 205 s., ISBN 0-13-088890-7
30. KOMÁRKOVÁ, J. (2008) *Kvalita webových geografických informačních systémů*, Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko správní, Pardubice, 2008, 128 s., ISBN 978-80-7395-056-9
31. LOSAVIO, F. et al. (2004) ISO duality standards for measuring architectures. *Journal of Systems and Software*, 2004, vol. 72, issue 2, s. 209–223. ISSN 0164-1212
32. MIKLOŠÍK, F. (2005) *Teorie řízení v kartografii a geoinformatice*. Karolinum, Praha, 262 s., ISBN 80-246-0870-7
33. MORKEŠOVÁ, P. (2009) *Orientační plán ZOO Olomouc*, bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci, vedoucí práce Z. Dobešová.
34. MURDYCH, Z. (1987) *Tématická kartografie*, MŠMT, Praha, 1987, 248 s.
35. NCGIA (2002): *Cartogram Central*, National Center for Geographic Information and Analysis, [online], [citace 3.5.2009], www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central
36. NIŽŇANSKÝ, B. (2009) Concepts of Map Language for GIS. In Pešková: *Proceedings Symposium GIS Ostrava 2009*, VŠB – TU, Ostrava, ISBN 978-80-87294-00-0.
37. NIŽŇANSKÝ, B. (2004) Grafická jednotka mapového znaku, *Kartografické listy č.12*, Geografický ústav Slovenskej akademie vied, Bratislava, 2004, 80–91 s., ISBN 80-89060-05-6
38. OCAD AG (2009) *OCAD – Smart for Cartography*. [cit. 10.6.2009], [<http://www.ocad.com>]
39. ORLITOVÁ, E., VOBORA, V. (2008) CASCADOSS – přehled Open Source geoinformačních programů pro monitoring životního prostředí, *Proceedings GIS Ostrava 2008*, VŠB – TU, Ostrava, ISSN 1213-2454
40. PATTON, R. (2002) *Testování softwaru*, Computer Press, Brno, 313 s., 2002, ISBN 80-7226-636-5
41. PHILIP'S MODERN SCHOOL ATLAS (2008). Octopus Publishing Group, Londýn, Velká Británie, 99. vydání, 184 s., ISBN 978-0-540-08746-4

42. PRAVDA, J. (2006) *Metódy mapového vyjadrovania, Klasifikácia a ukážky*, Geographia Slovaca 21, Slovenská akadémia vied, Geografický ústav, Bratislava, 127 s., ISSN 1210-3519
43. PRAVDA, J., KUSENDOVÁ, D. (2007) *Aplikovaná kartografia*, Geo-grafika, Bratislava, ISBN 978-80-89317-00-4
44. PRAVDA, J. (1998) *Redakcia a konštrukcia máp a atlasov*, Univerzita Komenského Bratislava, 88 s., 1998, ISBN 80-223-1300-9
45. RAPANT, P. (2005) *Geoinformatika a geoinformační technologie*, VŠB-TUO, Ostrava, 2005, 346 s.
46. SLOCUM, T., McMASTER, R., KESSLER, F., HOWARD, H. (2004) *Thematic Cartography and geographic Visualization*, Prentice Hall, 518 s., 2004, ISBN 0-13-035123-7
47. SOLINGEN, R., BERGHOUT, E. (1999) *The Goal/Question/Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development*, The McGRAW Hill Publishing Company, Cambridge, Great Britain, 1999, 216 s.
48. STRIJK, T., VAN KREVELD, M. (2002) Practical extensions of Point Labeling in the Slide Model, *GeoInformatika*, Volume 6/2 , Kluwer Academic Publishers, p. 181–197 ISSN 1384-6175
49. TALAŠOVÁ, J. (2003) *Fuzzy metody, vícekritériální hodnocení a rozhodování*, Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc, 2003, 179 s., ISBN 80-244-0614-4
50. ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY A ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ A KOL. *Terminologický slovník geodézie, kartografie a katastra* (1998), Bratislava, Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, 540 s., ISBN 80-88716-36-5
51. VEVERKA, B., ZIMOVÁ, R. (2008) *Topografická a tematická kartografie*, Praha, Vydavatelství ČVUT, 2008, 198 s.
52. VOŽENÍLEK, V. (2007) Agenda současné počítačové kartografie, Sborník *Symposium GIS Ostrava 2007*, VŠB-TUO, 2007, ISSN 1213-2454
53. VOŽENÍLEK, V. (2005) *Cartography for GIS, Geovisualization and Map Communication*, Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 2005, 142 s., ISBN 80-244-1047-8
54. VOŽENÍLEK, V. (1999) *Aplikovaná kartografie I. – tematické mapy*. Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc, 1999, 170 s.
55. VÚGTK, Terminologická komise Českého úřadu zeměměřického a katastrálního: *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí*, Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický [cit. 15.5.2009], [<http://www.vugtk.cz/slovník>]

Obrázky bez citací – autorka.

10 Seznam ilustrací a tabulek

Obr. 1.1: Orientační plán ZOO Olomouc (Morkesová, 2009)	12
Obr. 1.2: Vizualizace jevů mapovým znakem	14
Obr. 1.3: Vertikální řazení vrstev v programu AutoCAD Map	16
Obr. 1.4: Kartograficky chybné řazení vrstev	16
Obr. 1.5: Výchozí nastavení čtvercového znaku pro bodovou vrstvu v AutoCAD Map 3D 2009	17
Obr. 1.6: Horizontální členění vrstev (Dobešová, 2007)	17
Obr. 1.7: Sestavení výsledné kompozice (Dobešová, 2007).....	18
Obr. 1.8: Vygenerované polygony masek kolem popisu dopravních linek	20
Obr. 1.9: Bodové znaky stromů, které vyjadřují tvarem jehličnatý nebo listnatý druh stromu.....	21
Obr. 2.1: Ukázka chybného napojení linií způsobeného programem	24
Obr. 2.2: Ukázka chyby umístění šipky v automaticky generované legendě.....	24
Obr. 2.3: Testovací mapa znázorňující intenzitu dopravy na silnicích stuhovým kartodiagramem	26
Obr. 2.4: Ukázky různých testů popisů v mapách (vlevo proložení znaků, uprostřed maskování pozadí a víceřádkový popis, vpravo odsazení popisu od linie a kopírování tvaru linie).....	28
Obr. 2.5: Polární diagram jako způsob znázornění dosažených hodnot kritérií.....	29
Obr. 2.6: Polární diagram s vyznačenou aspirační úrovní	30
Obr. 2.7: Grafická reprezentace dosažení kritérií při hodnocení kartografického produktu (Bláha, 2009)	30
Obr. 2.8: Lineární fuzzy čísla: fuzzy číslo typu Z (C_1), lichoběžníkové (C_2), trojúhelníkové (C_3) a fuzzy číslo typu S (C_4) (Talašová, 2003)	33
Obr. 2.9: Příklad jazykové proměnné (Talašová, 2003)	33
Obr. 2.10: Ukázka více možných odpovědí na otázku.....	36
Obr. 2.11: Ukázka otázky, kdy je manuální tvorba ohodnocena jako 0 bodů.....	36
Obr. 2.12: Vztahy mezi čtyřmi fázemi metody GQM (upraveno dle Dunke, 2009).....	38
Obr. 3.1: Ukázka testovací tematické mapy pro bodové znaky (Dobešová, 2007).....	42
Obr. 4.1: Znázornění hlavních cílů a podcílů ve formě stromu	47
Obr. 4.2: Ukázka automatického výpočtu váhy v tabulce MS Excel.....	48
Obr. 4.3: Ukázka otázek s ilustrujícím obrázkem	49
Obr. 4.4: Afinní transformace v ArcGIS.....	50
Obr. 4.5: Ukázka vzorníku bodových znaků v programu Quantum GIS	51
Obr. 4.6: Dialog nastavení barev v programu Kristýna-GIS prohlížečka	52
Obr. 4.7: Výběr klasifikační metody a frekvenční graf v programu ArcGIS	53
Obr. 4.8: Zapínání vrstev a změna pořadí vrstev metodou „táhni a pusť“ v programu ArcGIS	54
Obr. 4.9: Souhrnné hodnocení v sešitu MS Excel	55
Obr. 4.10: Internetové stránky projektu	60
Obr. 4.11: Ukázka otázek odhalujících chyby ve tvorbě legendy.....	62
Obr. 4.12: Ukázka komentáře hodnotitele o asociativnosti areálových znaků ve vzorníku.....	62

List of pictures

Fig. 1.1: Orientational plan of ZOO Olomouc (Morkesová, 2009)	12
Fig. 1.2: Visualisation of phenomenon by map symbol.....	14
Fig. 1.3: Vertical order of layers in program AutoCAD Map.....	16
Fig. 1.4: Incorrect order of layers	16
Fig. 1.5: Default setting of square symbol for point layer in AutoCAD Map 3D 2009.....	17
Fig. 1.6: Horizontal segmentation of layers (Dobešová, 2007)	17
Fig. 1.7: Assembling of final composition (Dobešová, 2007)	18
Fig. 1.8: Generated polygons of masks around labels of transport lines	20
Fig. 1.9: Point symbols of trees, shape express coniferous or deciduous tree	21
Fig. 2.1: Sample of incorrect connection of lines caused by program	24
Fig. 2.2: Sample of errors in localisation of arrows in automatically generated legend	24
Fig. 2.3: Testing map that express intensity of traffic on roads by line diagram	26
Fig. 2.4: Samples of the various tests of labels in the maps (left character spacing, in the middle masking of background and multi-line label, on the right indentation of the line and copy the shape of the line by labels).....	28
Fig. 2.5: Polar diagram as way of visualisation of values achieved criteria	29
Fig. 2.6: Polar diagram with aspiration level	30
Fig. 2.7: Graphic representation of achievement of criteria in assessment of cartographic product (Bláha, 2009)	30
Fig. 2.8: Linear fuzzy numbers: fuzzy number type Z (C1), trapezoidal (C2), triangular (C3) and fuzzy number type S (C4) (Talašová, 2003)	33
Fig. 2.9: Example of language variable (Talašová, 2003)	33
Fig. 2.10: Example of several answers	36
Fig. 2.11: Example of question, when manual creation is evaluated as 0 points	36
Fig. 2.12: Relationship of four phases of GQM method (adapted according Dunke, 2009).....	38
Fig. 3.1: Example of testing map for point symbols (Dobešová, 2007).....	42
Fig. 4.1: Visualisation of main goals and sub-goals as tree graph	47
Fig. 4.2: Example of automatic calculation of weight in MS Excel table.....	48
Fig. 4.3: Example of question with explanatory picture	49
Fig. 4.4: Afinne transformation in the program ArcGIS.....	50
Fig. 4.5: Example of pattern book of point symbols in the program Quantum GIS	51
Fig. 4.6: Dialog for setting colors in the program Kristýna GIS viewer	52
Fig. 4.7: Selection of classification methods and frequency graph in the program ArcGIS	53
Fig. 4.8: Switching layers and change order of layers using "drag and drop" in program ArcGIS	54
Fig. 4.9: Summary evaluation in MS Excel sheet.....	55
Fig. 4.10: Internet pages of project	60
Fig. 4.11: Example of questions what detecting errors in the creation of the legend	62
Fig. 4.12: Sample of comment by evaluator about associativity of area symbols in pattern book	62

Seznam tabulek

Tab. 2.1: Ukázka části jednoduchého hodnocení (Dobešová, 2007)	25
Tab. 2.2: Ukázka výsledného porovnání dvou GIS programů (Dobešová, 2007)	27
Tab. 2.3: Ukázka použití hvězdičkové metody pro hodnocení popisu.....	27
Tab. 4.1: Přehled hlavních cílů, podcílů a jejich vah metody CartoEvaluation	46
Tab. 4.2: Přehled hodnocených GIS programů.....	57
Tab. 4.3: Výsledky hodnocených GIS programů.....	58
Tab. 4.4: Výsledky testování pro cíl <i>B – Mapové znaky</i>	59
Tab. 4.5: Výsledky hodnocení v dílčím podcíli <i>Intervalové stupnice</i>	60
Tab. 4.6: Odpovědi v dílčím cíli <i>Barevné stupnice</i> (abecední řazení programů).....	64
Tab. 8.1: Results of evaluated GIS programs	120

List of tables

Tab. 2.1: Example of part of the simple evaluation (Dobešová, 2007).....	25
Tab. 2.2: Example of result of comparing two GIS programs (Dobešová, 2007).....	27
Tab. 2.3: Example of star method for evaluation of label.....	27
Tab. 4.1: List of main goals, sub-goals and their weights in CartoEvaluation method.....	46
Tab. 4.2: Overview of evaluated GIS programs	57
Tab. 4.3: Results of evaluated GIS programs	58
Tab. 4.4: Results of evaluation for goal <i>B – Map symbols</i>	58
Tab. 4.5: Results of evaluation in partial goal Interval scales.....	60
Tab. 4.6: Answers in partial goal <i>Color ramp</i> (alphabetical order of programs).....	64
Tab. 8.1: Results of evaluated GIS programs	120

11 Rejstřík

3D 15, 52, 53, 86, 87, 104, 111, 112

A

Animovaná mapa 7, 13, 61, 65, 86, 118
Animovaný znak 16, 17, 63, 71, 72, 74, 118
ArcGIS 13, 14, 18, 25, 27, 41, 50, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 118, 120, 121
Atribut 13, 15, 19, 20, 40, 41, 44, 50, 55, 61, 65, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82
AutoCAD Map 3D 13, 14, 16, 17, 25, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 117, 120, 121

B

Barva 17, 20, 41, 51, 70, 71, 72, 80

C

CartoEvaluation 7, 9, 19, 22, 35, 43, 44, 46, 49, 55, 56, 66, 91, 116, 119

D

Databáze 14
Diagram 18, 29, 30, 65, 89
DPZ (dálkový průzkum Země) 14, 35

F

Fotografie 11, 18, 41, 54, 89
Fuzzy 32, 33, 34

G

Geografický informační systém viz GIS
Geoprvek 14
Georeliéf 13, 61, 65, 85
GIS 7, 9, 13, 14, 19, 22, 27, 32, 35, 37, 40, 44, 48, 56, 57, 58, 59, 60, 116, 119
Goal - Question – Metric 7, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 45
Geomedia Professional, Viewer 14, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 120
Grafický editor 11
GRASS 14, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 120

H

Heuristické testování 38, 39
Hodnocení viz Metoda hodnocení
Hypsometrie 61, 63, 64, 75, 85, 100, 110, 117, 121

I

IDRISI 14, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 120
Integrita dat 20

J

JANITOR 57, 58, 59, 60, 63, 64, 120

K

Kartografie 7, 11, 13, 15, 23, 44, 49, 118
Kartografická vyjadřovací metoda 19, 41
Kartodiagram 24, 25, 26, 32, 44, 46, 52, 51, 62, 65, 78, 79, 80, 117
Kartogram 78, 81, 85, 88
Kompozice mapy 15, 17, 18, 41, 44, 46, 51, 54, 61, 62, 65, 87, 88, 118
Kristýna GIS 57, 58, 59, 61, 64, 120

L

Legenda 18, 23, 24, 41, 62, 65, 80, 87, 88, 102, 105, 106, 112, 113, 118, 121
Logo 18, 41, 89, 114

M

Mapa 11, 14, 15, 17, 18, 23, 26, 41, 87, 88
MapInfo Professional 14, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 117, 120, 121
Mapový výstup 7, 14, 43, 44, 56, 61, 65, 116, 117
Metadata 46, 63, 69, 75, 94, 121
Metoda hodnocení 22, 23, 25, 26, 34, 38, 39, 44, 45
Měřítko 15, 17, 20, 84, 89
Množina testů 41
MISYS 14, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 117, 120

N

Nadpis 17, 45, 46, 54, 55, 88

Nadstavbový prvek 17, 18, 41, 46, 53, 54, 61, 89

O

OCAD 12, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 117, 120, 121

OSS – Open Source Software 11, 35, 56, 117, 120

P

Písmo 27, 53, 55, 64, 70, 82, 88, 89

Popis 15, 19, 20, 27, 28, 36, 41, 46, 53, 55, 61, 77, 82, 83, 89

Q

Quantum GIS 14, 51, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 120

R

Rastr 65, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 78

Rozhodování 7, 22, 28, 31

S

Směrovka 18, 41, 89

Stupnice 29, 34, 46, 49, 51, 53, 59, 60, 61, 63, 64, 75, 78, 79, 80, 81, 84, 88, 117, 118

T

Tabulka – nadstavbový prvek 18, 89

Testování 22, 26, 27, 37, 38, 40, 41, 43

Tiráž 17, 45, 46, 54, 55, 88

TopoL 14, 51, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 117, 120

Třída prvků 13

U

uDIG 14, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 117, 120

V

Váha 23, 28, 31, 32, 36, 37, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 116

Vícekriteriální hodnocení 23, 28

Výkres 11, 13, 14, 17, 56

Z

Znak animovaný viz Animovaný znak

Znak areálový 13, 15, 73

Znak bodový 13, 15, 17, 21, 41, 42, 70

Znak liniový 13, 15, 17, 25, 37, 71, 117



Zdena Dobešová je odbornou asistentkou na Katedře geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Vyučuje předměty bloku Informatika pro studijní obor Geoinformatika-geografie. Specializuje se na databáze v GIS, programování v GIS a výuku programu AutoCAD Map. Dále se věnuje počítačové kartografii.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI



9 788024 423531