

Zdena DOBEŠOVÁ, Dagmar KUSEDOVÁ

HODNOCENÍ KARTOGRAFICKÉ FUNKCIONALITY V GIS PROGRAMECH

Dobešová, Z., Kusendová, D.: Evaluation of cartographic functionality in GIS software.

Kartografické listy 2009, 17, 4 tabs., 12 refs.

Abstract: Comparing software from the point of cartographic functionality is necessary before utilization GIS software for cartographic outputs. Suitable solution for evaluating cartographic functionality is a Goal – Question – Metric (GQM) method which was developed for multi-purpose evaluation of software. Research team suggested main and detailed cartographic goals according GQM method.

Keywords: cartographic functionality, Goal-Question-Metric method, GIS software

Úvod

Stupeň funkcionality GIS programů bývá navzájem odlišný. Některé programy vynikají v analytických prostorových operacích, jiné v kartografické funkcionalitě nebo v práci s datovými formáty nebo v editačních funkcích. Porovnání programů navzájem není jednoduchý úkol. Kromě porovnávání funkcionality může být porovnávána uživatelská vstřícnost, ekonomická náročnost, technická náročnost programů apod.

Z hlediska funkcionality a využitelnosti programů je nutné také rozdělit funkcionalitu na několik oblastí a porovnávat programy v těchto jednotlivých oblastech funkcionality. Jedním z úkolů GIS programů je vizualizace výstupů analytických operací prováděných v GIS. Kromě vizualizace výsledků se často GIS programy přímo používají na tvorbu kartografických výstupů. S rozvojem informačních technologií se na kartografii začalo nahlížet jako na součást geoinformatiky, jako na jednu ze složek v řetězci „sběr-zpracování-vizualizace“ dat v rámci geoinformačních systémů (Pravda 2006). Pro kartografii to však neznamená ztrátu identity a samostatnosti.

Úroveň kartografické funkcionality je v různých programech na různé úrovni. Z těchto důvodů byl proveden na řešitelských pracovištích autorek návrh metody pro hodnocení kartografické funkcionality. Účelem navržené metody je mít nástroj pro vzájemné porovnání kvality kartografické funkcionality různých GIS programů navzájem.

Výběr metody hodnocení

Nalézt vhodnou hodnotící metodu byl první úkol. Obecně lze hodnotit různým způsobem. Lze učinit jednoduché slovní popisné hodnocení. Nebo hodnocení ve smyslu Ano-Ne u jednotlivých aspektů. Například „Lze vytvářet kartodiagramy?“, odpověď Ano-Ne, resp. Lze-Nelze (Dobešová 2008). Další možností hodnocení je ohodnocení klasifikační stupnicí například známkováním nebo přidělováním počtu hvězdiček (Dobešová a Kaňok 2008). U klasifikování známkou nebo hvězdičkou je potřeba stanovit požadavky, při jejichž splnění je určitá známka udělena. Problémem je konečné vyhodnocování výsledku hodnocení tak, aby výsledky vedly k porovnání programů a vytvoření pořadí ve smyslu kvality kartografické funkcionality.

Ing. Zdena DOBEŠOVÁ, Ph.D., Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, Česká republika, e-mail: zdena.dobesova@upol.cz

Doc. RNDr. Dagmar KUSEDOVÁ, CSc., Univerzita Komenského, Přírodovědecká fakulta, Katedra humánne geografie a demogeografie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, Slovensko, e-mail: kusendova@fns.uniba.sk

Metoda Goal-Question-Metric

Metoda Goal-Question-Metric (dále GQM) byla zvolena jako nejvhodnější pro hodnocení kartografické funkcionality. Tato metoda se jeví jako nestranná a nejpokročilejší ze všech dříve zmíněných metod. Metoda Goal-Question-Metric byla použita již dříve pro celkové hodnocení GIS Open Source softwarů (dále OSS) v rámci projektu CASCADOSS (Orlitová a Vobora 2008).

Metoda Goal-Question-Metric byla vyvinuta Victorem Basili na Universitě v Maryland, College Park a v Software Engineering Laboratory v Goddard Space Flight Centre NASA (Basili et al. 1994). Tato metoda se používá obecně pro hodnocení softwarů. Metoda spočívá v hodnocení stavu pomocí sady definovaných otázek. Odpovídá se výběrem z nabízených odpovědí, které jsou koncipovány tak, aby bylo možné každou odpověď změřit v rámci definované škály.

V metodě GQM je definován model měření ve třech úrovních.

1. **Konceptuální úroveň** (cíl – goal) Definují se cíle z různých pohledů s respektováním relativity vůči prostředí.
2. **Operační úroveň** (otázka – question) Sestavení sady otázek pro definování modelu objektivního studia. Otázky se zaměří tak, aby charakterizovaly a dosáhly specifických cílů.
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.

Metoda GQM je vlastně návratem k nejjednodušší hodnotící metodě, kdy se na pokládané otázky 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 obsahuje dodávaný vzorník geometrických a alfanumerických znaků?“. V odpovědi na tuto otázku jsou nabízené tyto možnosti: nula bodů za pouze jeden znak, 1 bod za 1 až 10 různých znaků ve vzorníku a 2 body za odpověď 11 a více znaků v dodávaném vzorníku. Za odpověď na jednu otázku lze získat tedy maximálně dva body.

Tvorba metody hodnocení

Tvorba metodiky pro hodnocení kartografické funkcionality GIS programů sestávala ze tří hlavních částí:

1. Definice hlavních cílů a dílčích cílů, t.j. sledované kartografické funkce.
2. Sestavení sad otázek a nabízených odpovědí v jednotlivých cílech.
3. Návrh metriky – váhových koeficientů otázek a cílů.

První krok definice hlavních cílů znamenal návrh rozdělení kartografických požadavků na několik hlavních sledovaných charakteristik. Tento návrh prošel několika variantami. V první variantě byly jako hlavní cíle navrženy tyto cíle (Dobešová 2008):

Metoda bodových znaků;

Metoda liniových znaků;

Metoda plošných znaků;

Společné charakteristiky (nastavení barev, graf četnosti hodnot při klasifikaci tříd, ...);

Popisy prvků;

Nadstavbové kompoziční prvky;

Způsob uložení atributových dat;

Šablony, tisk a export výstupů;

Extenze a programová rozšíření pro kartografii.

Po vzájemné diskuzi s kartografy a uživateli programů byly následně seskupeny první tři metody do jednoho cíle *Mapové znaky*. Byly vytvořeny nové skupiny cílů, některé byly sdruženy a některé doplněny. Nově byl zařazen první cíl, a to: *A Konstrukce mapy*, kde se hodnotí sestavení základní osnovy mapy, dostupnost nastavení různých souřadnicových systémů a jejich transformací. Jako nejdůležitější se jeví cíl *B Mapové znaky* a cíl *C Kartografické metody*. Součet vah těchto dvou cílů tvoří největší váhu v celkovém hodnocení. Do cíle *D Mapová syntaxe* byly zahrnuty funkce týkající se základní kompozice mapy, tvorbu základních a nadstavbových kompozičních prvků, tvorbu výstupů a šablon. Tak bylo vytvořeno pět následujících hlavních cílů a jim stanoveny následující váhy (Tab.1).

Tab. 1 Hlavní cíle a váhy hlavních cílů

Cíl	Váha
A Konstrukce mapy	5 %
B Mapové znaky	30 %
C Kartografické metody	35 %
D Mapová syntaxe - stratigrafická, komponentní a kompoziční	15 %
E Společné charakteristiky	15 %
Celkem	100 %

Druhým krokem byl návrh dílčích podskupin cílů v jednotlivých základních cílech a pak návrh otázek a odpovědí. Návrh formulací otázek a jejich možných odpovědí se jevil jako jeden z obtížných kroků. Problematické bylo formulovat otázku srozumitelně a při tom terminologicky správně (Nižnanský 2009). Při formulaci otázek byla snaha respektovat požadavky kartografie, nikoliv stav funkcionality v GIS programech. Nicméně formulace otázek a počet otázek vycházel a byl ovlivněn znalostí a zkušeností řešitelského kolektivu s konkrétními GIS programy. Při návrhu cílů byla snaha sledovat hlavní cíle a metody kartografie dle děl Voženílk (2004), Kaňoka (1999), Pravdy (2006), Pravdy a Kusendové (2007).

Následoval *třetí krok* – stanovení metriky. Tento krok byl neméně obtížný. Skládal se z návrhu jednotlivých vah ve třech úrovních, a to: hlavních skupin cílů, jejich dílčích podskupin a váhy odpovědí na otázky. Návrh vah procházel diskuzemi s kartografy a uživateli programů. Z tab. 1 je patrné, že v první úrovni se největší váha přiložila tvorbě mapových znaků a typům kartografických metod. Dohromady tvoří více než 60 %. Ve druhé úrovni vah jednotlivých dílčích cílů v hlavních cílech tvoří součet vah dílčích cílů celkovou váhu celého cíle. V rámci dílčích cílů musí součet vah odpovědí tvořit při maximálním bodovém zisku 100 %.

V tab. 2 uvádíme příklad hodnocení a otázky pro cíl *B Mapové znaky*.

Tab. 2 Ukázka otázek a odpovědí pro cíl B Mapové znaky

P	GOAL	QUESTION	ANSWER	%	SCORE
B Mapové znaky				30%	
1. Zásoba znaků - mapová signika				2,0	2,00
1 G: Disponibilita typů znaků (max. 30 %)				100,0	
M 1-3 : 0 - ne	Q1: Lze vkládat do mapy figurální znaky?	1	10,0		
1 - ano	Q2: Lze vkládat do mapy čárové znaky?	1	10,0		
	Q3: Lze vkládat do mapy areálové znaky?	1	10,0		
2 G: Komplexnost vzorníku znaků (max. 70 %)					
M 1-3: 0 - ne	Q1: Jsou dostupné mapové (figurální/čárové/areálové) znaky rastrové?	1	10,0		
1 - ano	Q2: Jsou dostupné mapové (figurální /čárové/areálové) znaky vektorové?	1	20,0		
	Q3: Lze vzorník znaků doplňovat uživatelem?	1	20,0		
M4: 0 - ne	Q4: Lze uživatelsky editovat předdefinované znaky?	2	20,0		
1 - jiným sw					
2 - v GIS sw a dalších sw					
2. Figurální znaky				8,0	8,00
1 G: Vzorník figurálních znaků				100,0	
M 1-2: 0 - ne	Q1: Lze vybrat figurální znak libovolně z předdefinovaných vzorníků?	1	5,0		

Cíl *B Mapové znaky* se skládá z šesti dílčích podcílů. Jsou to:

1. Zásoba znaků - mapová signika.
2. Bodové (figurální) znaky.
3. Liniové (čárové) znaky.
4. Areálové znaky.

5. Topologie mapových znaků.
6. Metadatová informace o konstrukci a skladbě mapových znaků.

Otázky se týkají předdefinovaných vzorníků dodávaných znaků od výrobce, možností editace existujících znaků a tvorby nových znaků, včetně jejich skládání navzájem.

V dílčích cílech 2, 3 a 4 jsou sledovány možnosti nastavování jednotlivých parametrů bodových, liniových a areálových znaků. Podcíl 5 je zaměřen na řešení problematiky umístování znaků (určení lokalizačního/vkládacího bodu), vzájemné překrývání znaků, či kolize znaků v mapovém poli. V současné době se klade důraz na metadatové informace. Tato snaha se týká v současné době zejména GIS dat. Metadatové informace o konstrukci a skladbě vlastních uživatelských mapových znaků však GIS programy nedokáží podat nebo automaticky vytvářet.


Použití metody hodnocení

Celá hodnotící sada cílů a otázek byla realizována v dokumentu aplikace Microsoft Excel ve formě tabulek. Důvodem je automatický výpočet celkového bodového skóre při přepočtu vah. Jednotlivé hlavní cíle byly uspořádány na samostatné listy. Dílčí cíle byly nadepsány zkratkou *G – goal*, otázky jsou uvozeny zkratkou *Q – question*, nabídnuté odpovědi jsou uvozeny zkratkou *M – maturity*. Hodnotící tabulka je tak jednoduše použitelná pro hodnotitele. Její použití bylo postupně ověřeno.

Bylo požádáno několik testerů – uživatelů programů a studentů vysoké školy o vyzkoušení. První testování bylo provedeno pouze na jednom z hlavních cílů, a to cílu *B Mapové znaky*. I toto dílčí testování mohlo být použito pro srovnání různých programů navzájem. Je možné, že některý program vyniká nad jiný v jednom z hlavních cílů A, B, C, ... a naopak v jiném cíli je pořadí programů opačné. Celkové porovnání vyhodnocení může být tedy provedeno jak v dílčích cílech, tak může být provedeno celkové pořadí.

Při sestavování metodiky bylo nutné vzít v úvahu stupeň znalostí hodnotitele z oblasti kartografie. Protože jsme se setkali s různými doplňujícími otázkami uživatelů, byla hodnotící tabulka doplněna sloupcem s dalším vysvětlujícím textem pro konkrétní otázku. Zejména se jednalo o vysvětlování terminologie. Ve finální podobě hodnotící tabulky byly vysvětlivky v některých případech doplněny i ilustrujícím obrázkem (Tab. 3).

Tab. 3 Ukázka otázky s ilustrujícím obrázkem

2 G: Asociativnost znaků (max. 30 %)					
M 1 - 2 : 0 - ne	Q1: Obsahuje vzorník nemotivované figurální znaky - geometrické (konvexní a nekonvexní)?				

Hlavním cílem projektu bylo navrhnout a vytvořit hodnotící metodu, která je dostupná volně uživatelům pro vlastní otestování. Navržená metodika je dostupná na internetové adrese tohoto projektu <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad>. Kromě základních informací o projektu je zde ke stažení také hodnotící tabulka (Dobešová a Kusendová 2009).

Celá metodika i uplatněné testování bylo navrženo a směřováno na desktopové GIS aplikace. Pro její ověření bylo provedeno otestování vybraných GIS programů. Jejich výběr se řídil u placených programů dostupností na pracovištích řešitelů. Dále byly vybrány některé volně dostupné programy a open source projekty. Hodnocené programy byly: ArcGIS (ArcMap), MapInfo Professional, AutoCAD Map 3D, Kristýna GIS, JANITOR J/2 (JanMap), uDIG, Quantum GIS, GRASS, IDRISI Andes, Geomedia a další.

V tab. 4 jsou uvedeny výsledky pro dílčí test *B – Mapové znaky*. Maximální dosažená hodnota, které bylo možné dosáhnout, bylo 30 %. 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 základními možnostmi použití a tvorby znaků. Pokročilejší možnosti tvorby znaků vykazují programy (skóre kolem 20 %), které jsou vyvíjeny již delší dobu a mají tak možnost postihnout specifitější požadavky kartografie. K programu ArcGIS je například dodávána speciální extenze Maplex pro tvorbu popisů. Také je zřejmý rozdíl mezi prohlížečkou Kristýna GIS, která je zdarma a placenou verzí. Verze 3.0 má vyšší dosažené skóre z důvodu vyšší kartografické funkcionality oproti volně šířené prohlížečce.

Tab. 4 Výsledky testování pro cíl B - Mapová znaky

GIS program	Dosažené skóre
GRASS 6.2.3 pro Linux	11,67
IDRISI Andes	12,15
Kristýna GIS Prohlížečka 1.3	13,31
Kristýna GIS 3.0	14,00
uDig 1.1.0	14,39
JANITOR J/2 - JanMap 2.4.6	15,11
Quantum GIS 1.0.1	16,10
AutoCAD Map 3D 2009	17,65
MapInfo Professional 7.8	20,75
ArcGIS - ArcMap 9.3	26,05

Diskuze

Navržená metoda je snahou nalézt maximálně objektivní metodu. Samozřejmě se autoři nevyhnuli určité subjektivitě. Některé detailní otázky vycházely z toho, že určité specifické možnosti programy již mají implementovány (například správný popis vrstevnic), ale jiné nikoliv. Naopak v případě, že tester nezná funkcionalitu některých programů může tyto programy znevýhodnit. Tento problém byl řešen zadáním testování stejného produktu více testerům. Také určitou subjektivitou se vyznačuje navržení metriky – váhových koeficientů i když tyto váhové koeficienty byly také upravovány na základě diskuzí a prvních provedených testování. Pokusné testování vedlo 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, předefinované 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.

S obdobným problémem jsem se setkali u problému písma a popisu. V programu AutoCAD Map je na vysoké úrovni funkcionality 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. Z této zkušenosti jsem stáli před 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 jednotlivých prvků v mapě se používá často i pro tvorbu názvu mapy a tiráž. Hodnocený program může takto ztratit nebo naopak získat další body. Nevýhodou zdvojení stejných otázek může být i zhoršená práce při hodnocení uživatelem, kterému se jeví opakování stejných otázek matoucí a nadbytečné. Naopak, pokud otázky by byly zařazeny pouze jednou, uživatel (tester) neví, kterou funkcionalitu má hodnotit, zda nástroje *Text* nebo nástroj automatického popisu. Dalším problémem je realizace některých funkcionalit formou extenze apod. Z těchto důvodů jsme se rozhodli pro doporučení uživatelům-testerům, aby své hodnocení doplnili slovním komentářem např.: „Možné je jen v extenzi“. Tento komentář v hodnotící tabulce může sloužit jako vysvětlení ostatním uživatelům, kteří výsledné hodnocení použijí při výběru svého budoucího programu.

V hodnotící metodě je zahrnuta i snaha postihnout i expertnost realizovaných kartografických metod. Tato metodika neřeší jeden z aspektů, který má vliv na práci v programu a tvorbě kartografických výstupů a tou je uživatelská vstřícnost (usability). Uživatelská vstřícnost programu může do jisté míry ovlivnit využitelnost kartografické funkcionality. Touto oblastí se zabývá jiná teorie hodnocení. Pro hodnocení vstřícnosti programového prostředí se používají heuristické metody (Komárková 2008). Vytvořená metodika nepostihuje technické problémy jako je stabilita programu při kartografických operacích, rychlost překreslování mapového výřezu, rychlost generování výstupů apod.

Závěr

Navržená metodika slouží k hodnocení kartografické funkcionality GIS programů s využitím metody *Goal-Question-Metric*. Metoda vede k porovnání úrovně kartografické funkcionality jednotlivých GIS programů. Testování není limitováno počtem testovaných produktů. Stejnou metodou lze testovat i nové verze již testovaných produktů. Realizovaná metodika by měla napomoci uživatelům při výběru a následné volbě vhodného GIS programu v případě, že zvažují tvorbu kvalitních kartografických výstupů a může být nadále rozšiřována, neboť se vyvíjí jak metody kartografie tak úroveň GIS programů. Do hodnocení byly zahrnuty již nyní i nově používané kartografické vizualizační metody jako jsou animované mapy s animovanými znaky, zobrazení 3D povrchů atd. V případě přidání hodnotících otázek je nutné upravit v některých částech i váhové koeficienty.

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu GA ČR 205/09/1159 – „Inteligentní systém pro interaktivní podporu tvorby tematických map“ a za podpory grantu International Visegrad Fund č. 20810129: „Evaluation of cartographic functionality in GIS software“.

Literatúra

- BASIL, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H. D. (1994). Goal Question Metric Paradigm. *Encyclopedia of Software Engineering*. New York (John Wiley & Sons).
- DOBEŠOVÁ Z, KUSENDOVÁ D. (2009). Goal-Question-Metric method for evaluation of cartographic functionality in GIS software. *Proceedings GIS Ostrava 2009*. Ostrava. Dostupné na: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2009/sbornik/Lists/Papers/032.pdf (30.5.2009).
- DOBEŠOVÁ, Z. (2008). Metody hodnocení kartografické funkcionality v GIS programech. *Aktivity v kartografii. Zborník referátov zo seminára*. Bratislava (Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV), s. 22-29.
- DOBEŠOVÁ, Z., KAŇOK, J. (2008). How to evaluate cartographic functionality in GIS software. *Geoinformation Challenges, Proceedings of conference GIS Polonia*. Sosnowiec (Stowarzyszenie SILGIS), 65-70.
- DOBEŠOVÁ Z, KUSENDOVÁ D. (2009). *Evaluation of cartographic functionality in GIS software*. Dostupné na: <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad> (30.5.2009).
- KOMÁRKOVÁ, J. (2008). *Kvalita webových geografických informačních systémů*. Pardubice (Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní).
- KAŇOK, J. (1999). *Tematická kartografie*. Ostrava (Ostravská univerzita).
- NIŽNANSKÝ, B. (2009). Concepts of Map Language for GIS. *Proceedings GIS Ostrava 2009*, Ostrava. Dostupné na: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2009/sbornik/Lists/Papers/045.pdf (30.5.2009).
- ORLITOVÁ, E., VOBORA, V. (2008). CASCADOSS – přehled Open Source geoinformačních programů pro monitoring životního prostředí. *Proceedings GIS Ostrava 2008*, Ostrava. Dostupné na: http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2008/sbornik/index.htm (30.5.2009).
- PRAVDA, J. (2006). Metódy mapového vyjadrovania, Klasifikácia a ukážky. *Geographia Slovaca*, 21, Bratislava (Geografický ústav Slovenskej akadémie vied).
- PRAVDA, J., KUSENDOVÁ, D. (2007). *Aplikovaná kartografia*. Bratislava (Geo-grafika).
- VOŽENÍLEK, V. (2004). *Aplikovaná kartografie I., Tematické mapy*. Olomouc (Vydavatelství Univerzity Palackého).

S u m m a r y

Evaluation of cartographic functionality in GIS software

Research team suggested evaluation method for cartographic functionality in GIS software. Evaluation of several GIS software was realized according method Goal-Question-Metric. Final numerous results can be used for comparing GIS software each other. Multipurpose method Goal-Question-Metric was realized as set of five main goals (Tab. 1):

- A Map construction,
- B Map signs,
- C Cartographic methods,
- D Map syntax – stratigraphical, componential and compositional,
- E Common characteristic.

Every main goal consists of several partial goals. The laborious part was the workout of questions, answers and weights (Tab.2). The first and second step was the suggestion of questions and answers. The third step was suggestion of metric in every level of goals and answers. The metric is expressed by weight coefficient in percentage.

The formulation of questions and numbers of questions were rearranged after first testing evaluation by users. The questions were to supply by explanation of some questions by notes and illustrations (Tab. 3).

First tests were realized on goal B *Map symbols*. This main goal consists of six partial goals. The results of testing brought the comparison between GIS software. There were tested both commercial software both free software and open source projects. Evaluated software were: ArcGIS (ArcMap), MapInfo Professional, AutoCAD Map 3D, Kristýna GIS, JANITOR J/2 (JanMap), uDIG, Quantum GIS, GRASS, IDRISI Andes, Geomedia Professional. The reach percentages were around half of full score (30 %) and higher (Tab. 4). That is mean the basic pattern books of symbols and editing function for maps symbols are good in present GIS software. The questions and division to partial goal were refined after the first tests in goal B.

The author tried to reach maximum objectivity in numbers and formulation of question and in setting percentage weights. There was influence of experiences with several GIS software. The main point of goal construction was theory of cartography. The final evaluation table is arranged in Microsoft Excel sheet. The testing table and results with questions, answers and automatically calculation is free for use on web page of International Visegrad Fund project: <http://www.geoinformatics.upol.cz/app/visegrad>.

The evaluation method can be extended with new question according evolution of cartography and evolution of GIS software. In this version were considered animated symbols and animated maps and 3D visualization of surface.

The research is supported by grant of International Visegrad Fund no. 20810129 called „Evaluation of cartographic functionality in GIS software“.

Tab. 1 Main goals and weights of main goals

Tab. 2 The example of question and answers in goal B Map signs

Tab. 3 The example of question with illustrated picture

Tab. 4 Results of testing for goal B Map signs

Lektoroval:

**Doc. RNDr. Branislav NIŽNANSKÝ, CSc.,
Katólicka univerzita v Ružomberku, Pedagogická fakulta,
Ružomberok**