

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

Václav KUDĚLKA

**SROVNÁNÍ VISUÁLNÍHO PROGRAMOVÁNÍ V GIS
PRODUKTECH PODLE KOGNITIVNÍCH DIMENZÍ**

**COMPARISON OF VISUAL PROGRAMMING IN GIS
PRODUCTS ACCORDING TO COGNITIVE DIMENSIONS**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Zdena DOBEŠOVÁ, Ph.D.

Olomouc 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracoval samostatně pod vedením Ing. Zdeny Dobešové, Ph.D.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 20. května 2013

Děkuji vedoucímu práce Ing. Zdeně Dobešové, Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování práce.

Za poskytnuté rady s měřením a následným zpracováním dat metodou Eye – Tracking děkuji Mgr. Stanislavu Popelkovi.

Vložený originál **zadání** bakalářské/magisterské práce (s podpisy vedoucího katedry, vedoucího práce a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	6
ÚVOD	7
1 CÍLE PRÁCE.....	8
2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	9
2.1 Použitá data	9
2.2 Použité programy	10
2.3 Postup zpracování	10
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	11
3.1 Kognitivní dimenze	11
3.2 Visuální programování	12
3.3 VPL komponenta	12
4 SROVNÁNÍ PODLE KOGNITIVNÍCH DIMENZÍ.....	16
4.1 Dotazník kognitivních dimenzí	16
4.2 Přehled kognitivních dimenzí	16
4.3 Specifikace kognitivních dimenzí	17
4.4 Aplikace dotazníku kognitivních dimenzí na jednotlivé VPL komponenty	21
4.5 Ukázkové diagramy	22
5 TESTOVÁNÍ METODOU EYE - TRACKING.....	26
5.1 Eye – Tracking test pro diagramy ve Workflow Designer	26
5.2 Eye – Tracking test pro diagramy v ModelBuilder.....	27
6 VÝSLEDKY	29
6.1 Dimenze [ROLE] z dotazníku kognitivních dimenzí.....	29
6.2 Eye – Tracking	32
7 DISKUZE	34
8 ZÁVĚR	35
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
SUMMARY	
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
CAD	Computer Aided Design
GIS	Geographic Information System
HCI	Human Computer Interaction
SMI	SensoMotoric Instruments
VPL	Visual Programming Language

ÚVOD

Visuální programování je ve významných komerčních GIS produktech obsaženo dnes již běžně. Je realizováno pomocí takzvaných VPL komponent. V těchto VPL komponentách uživatel vytváří diagramy, které jsou analogií klasického textového programování. Jednotlivé části kódu jako funkce, operace, úlohy, vstup/výstup dat atd. jsou ve visuálním programování nahrazovány grafickými prvky a jejich propojení je zajišťováno pomocí linie. Výsledný diagram se většinou následně označuje jako dataflow diagram a slouží pro hromadné zpracování dat. S pomocí těchto dataflow diagramů je pak práce uživatele GIS produktu podstatně rychlejší a efektivnější.

Vzhledem k rozdílným vlastnostem a způsobům práce v jednotlivých VPL komponentách, je potřeba sestavit a srovnat jejich kvalitu z hlediska vlastního pracovního prostředí. Avšak je třeba pamatovat i na uživatele, kteří budou tyto VPL komponenty využívat. Pro tyto potřeby byly vytvořeny kognitivní dimenze, které vycházejí z obecné kognitivní psychologie. Kognitivní psychologie se zabývá studiem poznávacích procesů, paměťi, představivosti, pátrací činnosti, pozornosti atd. a jejich vznikem v lidském mozku.

Kognitivní dimenze jsou praktickou aplikací těchto procesů na zkoumání a srovnávání kvality VPL komponent. Možností jak tyto dimenze zpracovat a řešit je využití dotazníku kognitivních dimenzí. Tento dotazník byl sestaven předními světovými vědci v oblastech informatiky a psychologie.

Cílem vzniku této práce je aplikace tohoto dotazníku na visuální programování ve vybraných komerčních GIS produktech a vytvoření ukázkových dataflow diagramů ve srovnávaných GIS produktech. V práci je následně metoda kognitivních dimenzí porovnána s dalším dnes rozšířeným způsobem testování lidského mozku a vnímání, a sice metodou Eye –Tracking.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je provést hodnocení vizuálního programování v GIS produktech podle kognitivních dimenzí. Dalším cílem je zpracovat rešerši o nasazení vizuálního programování v GIS produktech. Vybrané GIS produkty pro tuto práci jsou: ArcGIS, AutoCAD Map, ERDAS a IDRISI. Srovnání těchto produktů je provedeno podle dotazníku kognitivních dimenzí, který byl vytvořen Thomasem R. G. Greenem a Allanem F. Blackwellem.

Praktickou částí této práce je vytvoření sad dataflow diagramů pro jednotlivé GIS produkty. Tyto dataflow diagramy mají následně demonstrovat vybrané funkce jednotlivých komponent pro vizuální programování. Některé z těchto diagramů mají umožňovat srovnání práce ve výše uvedených GIS produktech.

V průběhu tvorby práce došlo k rozšíření o testování metodou Eye – tracking. Rozšíření bylo provedeno z důvodů možnosti porovnání metody kognitivních dimenzí s odlišnou metodou testování.

Posledním cílem této práce je analyzovat výsledky zpracování dotazníku kognitivních dimenzí a prezentovat jednotlivé nedostatky a přednosti jednotlivých komponent vizuálního programování. Následně tyto výstupy porovnat s výsledky, které vzešly z testování metodou Eye – Tracking.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Při vytváření této práce byly použity kognitivní dimenze, respektive dotazník, který z těchto dimenzí vychází. Dále pro srovnání předchozí metody bylo provedeno testování Eye – Tracking. Postup zpracování je uveden v diagramu.

2.1 Použitá data

K vlastnímu otestování pracovního prostředí, zkoumaných VPL komponent, byly autorem tohoto textu vytvořeny sady modelů a diagramů. Při tvorbě jednotlivých sad byla snaha autora o vyčerpání veškerých funkcí, nástrojů a dalších možností využití VPL komponenty. Aby tyto modely mohly plnit svou funkci, bylo třeba je naplnit vstupními daty. V případě VPL komponent primárně určených pro práci s vektorovými daty, bylo použito sady ArcČR 3.0 od společnosti ARCDATA Praha, s.r.o. VPL komponenty implementovány v produktech, určených pro zpracování rastrových dat, byly naplněny daty pro testování funkčnosti těchto produktů. Tyto data jsou zpravidla přiložena v instalačním balíčku produktů.

Dotazník kognitivních dimenzí v editovatelném formátu byl poskytnut jedním z autorů, panem Allanem F. Blackwellem z univerzity v Cambridge. S panem Blackwellem proběhla korespondence, v níž se kladně vyjádřil pro překlad dotazníku do češtiny. Korespondenci v kopii obdržel i druhý z autorů pan Thomas R. G. Green. Při překladu byly dodrženy veškeré požadavky autorů. Jednalo se o zachování formulací dimenzí z anglického originálu. Při překladu byla pouze upravena terminologie pro potřeby této bakalářské práce. Pro srovnání VPL komponent byla použita nejaktuálnější verze dotazníku z roku 2007.

Data pro analýzy Eye-Tracking byla naměřena a zpracována autorem práce. Tyto data byla pořízena na speciálním zařízení, určeném pro snímání pohybu zornice lidského oka. Přístup k tomuto zařízení autorovi umožnila Katedra geoinformatiky UPOL, která jej vlastní. Byly naměřeny dvě sady dat.

První sada byla naměřena v listopadu 2012. Jednalo se o testování VPL komponenty Workflow Designer v produktu Autodesk AutoCAD Map 3D 2012. Data byla měřena na studentech 1. ročníku navazujícího magisterského studijního oboru Geoinformatika, Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého. Test byl proveden v rámci výuky předmětu KGI/CAD - CAD.

Měření druhé sady dat bylo provedeno v dubnu 2013. Proběhlo testování VPL komponenty ModelBuilder v produktu ESRI ArcGIS 10.0. Testu byli podrobeni studenti 2. ročníku bakalářského studijního oboru Geoinformatika a geografie, Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého. Test byl proveden v rámci výuky předmětu KGI/SKRI - Skriptování v GIS.

2.2 Použité programy

V rámci této práce byly srovnány VPL komponenty ve čtyřech GIS produktech. První dva z těchto produktů jsou primárně určeny pro zpracování vektorových dat a zbylé dva produkty jsou primárně určeny pro zpracování dat rastrových.

Vektorová data byla zpracovávána pomocí VPL komponent Workflow Designer a ModelBuilder. Workflow Designer byl implementovaný v produktu AutoCAD Map 3D 2012, který byl vyvinut společností Autodesk, v době kdy byla tato práce vytvářena, se jednalo o nejaktuálnější verzi. VPL komponenta ModelBuilder od společnosti ESRI, která je obsažena v produktu ArcGIS 10.0, úroveň licence ArcInfo. Během zpracovávání vyšla nová verze ArcGIS 10.1, byly změněny názvy licenčních úrovní. V případě této práce ArcInfo odpovídá, podle nového pojmenování, úrovni Advanced.

V případě zpracování rastrových dat byly srovnány VPL komponenty od společností Intergraph & Hexagon Group a Clark Labs. Od společnosti Intergraph & Hexagon Group byl srovnán produkt Erdas Imagine 9.3 s VPL komponentou Model Maker. Verze 9.3 byla použita, jelikož VPL komponenta Model Maker je totožná s komponentou ve verzi Erdas Foundation 2011. Produkt Idrisi 15 – The Andes Edition, patřící společnosti Clark Labs, obsahující komponentu Macro Modeler.

Data naměřená metodou Eye – Tracking byla zaznamenána programy od společnosti SMI (SensoMotoric Instruments). Jednalo se o programy: iView X, Experiment Center a BeGaze. Výstupy a zpracování bylo následně provedeno v produktu OGAMA, který vyvinul Dr. Adrian Voßkübler, Freie Universität Berlin.

2.3 Postup zpracování

- překlad dotazníku kognitivních dimenzí z anglického jazyka do češtiny
- tvorba rešerše o problematice kognitivní psychologie, kognitivních dimenzí, vizuálního programování a VPL komponent
- zajištění vstupních dat
- tvorba modelů ve VPL komponentách pro zpracování vektorových dat, ModelBuilder, Workflow Designer
- tvorba modelů ve VPL komponentách pro zpracování rastrových dat, Model Maker, Macro Modeler
- aplikace kognitivních dimenzí na VPL komponenty (Model Maker, Macro Modeler, ModelBuilder, Workflow Designer) pomocí přeloženého dotazníku kognitivních dimenzí
- sepsání závěrečných diskusních pojednání pro jednotlivé VPL komponenty
- vytvoření a provedení testů Eye – Tracking pro VPL komponenty ModelBuilder a Workflow Designer
- sepsání textové části bakalářské práce, vytvoření příloh
- tvorba webových stránek

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Kompletní pojetí současné kognitivní psychologie vychází z faktu, že myšlení je ve své podstatě zpracování informací. V podstatě se jedná o sdružení řady dílčích témat. Především pak poznávací procesy, paměť, představivost, pátrací činnosti a pozornost. Vlastní zpracování informací se děje manipulací se symboly. Jedním z primárních principů fungování počítače je v tomto případě právě práce se symboly. Díky tomuto faktu je vhodným způsobem jak zkoumat myšlení a následně kvalitu notace zkoumání programů a jejich analogií v lidském mozku (Marek Petřů, Fyziologie Mysli, 2007). Na základě této teorie byla vytvořena platforma HCI (Human – Computer Interaction). Tuto platformu sestavili Thomas R. G. Green a Marian Petre. Při tvorbě této platformy vycházeli z obecných základů kognitivní psychologie. Tuto problematiku autoři uvedli v článku: *Usability Analysis of Visual Programming Environments: a 'cognitive dimensions' Framework* (Green, Petre, 2012)

3.1 Kognitivní dimenze

Kognitivní dimenze vycházejí z poznatků kognitivní psychologie. Tato psychologie se zabývá studiem vnímání okolní reality lidským mozkiem. Využitím smyslů pro modelaci reality v lidském mozku. Na základě těchto vstupních podnětů pak lidský mozek vytváří s využitím kognitivních činitelů myšlenková propojení. Za kognitivní činitele jsou obecně považovány abstrakce, klasifikace, srovnávání, diferenciacce apod. Myšlenková propojení následně reflektují chování a reakce člověka na podněty, které vlivem smyslového vnímání vstoupili do lidského mozku.

Díky kognitivní psychologii bylo možné jednotlivé reakce lidského mozku rozdělit do určitých zkoumaných tříd, které umožňují kvalitativně i kvantitativně zhodnotit zkoumanou problematiku. Tyto třídy se nazývají kognitivní dimenze. Jedná se již o konkrétní aplikaci kognitivní psychologie pro potřeby informatiky, v tomto případě o vizuální programování a jeho zhodnocení.

V roce 1998 byl formulován manuál pro kognitivní dimenze. V tomto manuálu bylo přesně specifikováno jak kognitivní dimenze aplikovat na zkoumanou problematiku. V tomto případě VPL. Na jednoduchých příkladech byly jednotlivé dimenze prezentovány v již konkrétních příkladech využití. U některých dimenzí bylo ukázáno porovnání VPL s klasickým kódem v textové formě. Manuál vytvořil Allan F. Blackwell ve spolupráci s autorem kognitivních dimenzí v obecnějším slova smyslu Thomasem R. G. Greenem: *Cognitive Dimensions of Information Artefacts: a tutorial* (Blackwell, Green, 2000).

V roce 2000 Thomas R. G. Green ve spolupráci s Allanem F. Blackwellem vytvořili dotazník pro hodnocení vizuálního programování - *Cognitive Dimensions Questionnaire* (Blackwell, Green, 2007). Tento dotazník hodnotí VPL komponentu podle empiricky sestavených atributů vycházejících z kognitivní psychologie v informatice, HCI. Aktuální verze dotazníku je z roku 2007. Oproti původní verzi z roku 1998 byla rozšířena o další atributy, které byly vytvořeny na základě zkušeností s využíváním první verze.

3.2 Visuální programování

Visuální programování (VPL) umožňuje programovat za použití grafických prvků. Tímto způsobem může být reprezentována prostorová analýza, vstup dat, iterátor apod. Z hlediska syntaxe je využíváno propojování jednotlivých grafických prvků pomocí linií. Linie v návaznosti na geometrické prvky vyjadřuje posloupnost jednotlivých operací programu. Tento způsob programování nevyžaduje uživatelskou znalost sémantiky a syntaxe textového programovacího jazyka. Díky VPL jsou totiž grafické reprezentace operací a syntaxe automaticky kompilovanými ve skriptovacím jazyce, např. Python či Visual LISP. Této problematice se věnuje na katedře Geoinformatiky UPOL Zdena Dobešová v odborných článcích: *Visual programming language in geographic information systems* (Dobešová, 2011a) a dále *Programming Language Python for Data Processing* (Dobešová, 2011b).

Autor této práce vycházel především ze článku: *Assesment of Visual Languages in Geographic Information Systems* (Dobešová, 2012a). Článek pojednává o možnostech dávkového zpracování dat v GIS. V tomto článku jsou již aplikované některé dimenze (HCI) na konkrétní VPL komponenty a sice ModelBuilder a Workflow Designer.

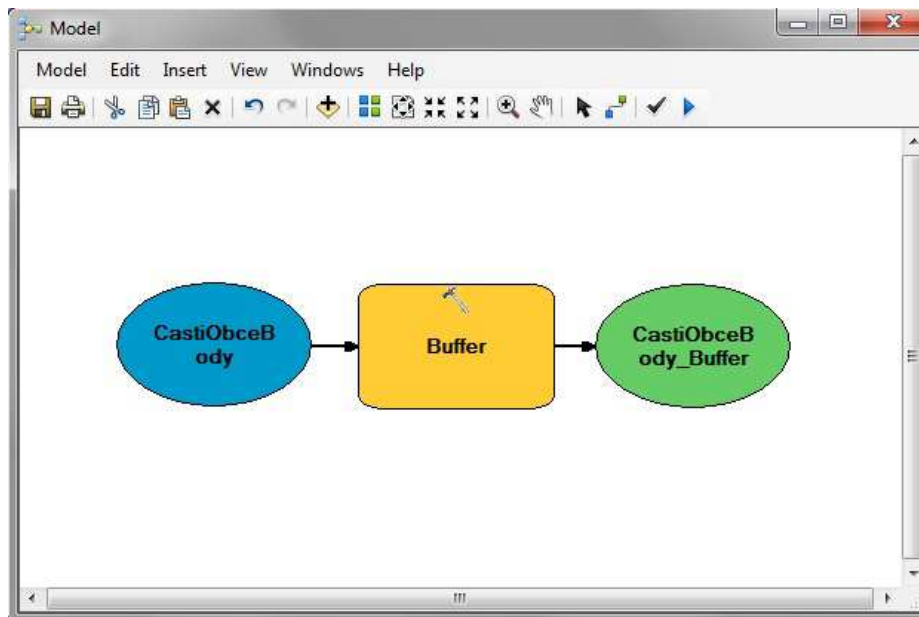
Článek *Visual Programming for Novice Programmers in Geoinformatics* (Dobešová, 2012b) uvádí do problematiky VPL od úplného počátku. Definuje že, VPL je grafické konstruování dávkového zpracování dat. Dále se zaměřuje na funkčnost VPL komponenty ModelBuilder. Jsou zde uvedeny i příklady reprezentace zpracování dat přes VPL a následně i skript, který s tímto diagramem koresponduje.

3.3 VPL komponenta

Realizace visuálního programování probíhá ve VPL komponentě. VPL komponenta umožňuje používat grafické prvky a vytvořit diagram, který následně slouží pro dávkové zpracování dat. Reprezentace vstupů dat, analýz, operací a výstupních dat se v jednotlivých VPL komponentách liší někdy zcela zásadně. Obdobná situace nastává i v případě propojování jednotlivých grafických prvků a sestavování výsledného diagramu, který následně vykonává dávkové zpracování dat.

ModelBuilder

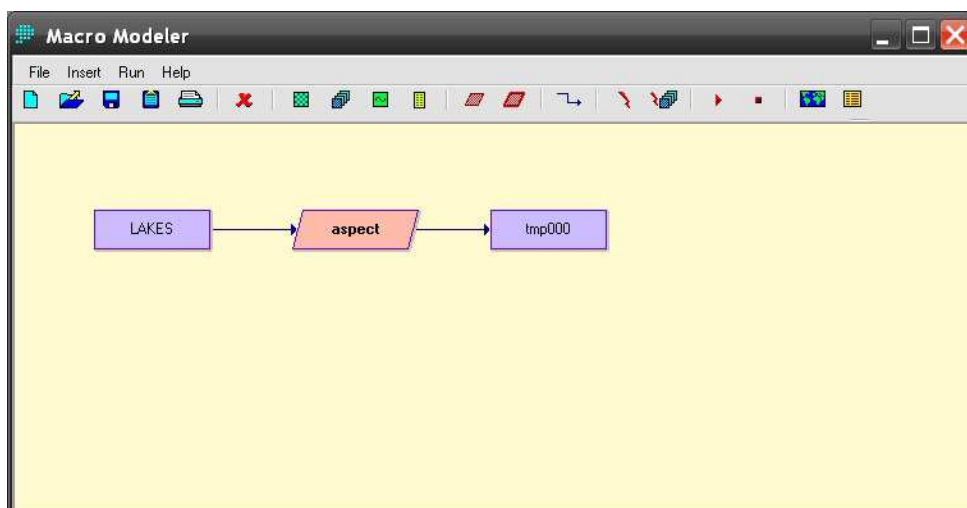
Tato VPL komponenta je obsažena v produktu ESRI ArcGIS 10.0. Diagramy vytvořené v rámci této komponenty jsou uloženy ve specifických složkách (toolbox). Tyto diagramy je možné exportovat jako Python Script. Uživatelské rozhraní obsahuje v horní části nabídkovou lištu, kde je možné editovat, vkládat, testovat model atd. Pod nabídkovou lištou je umístěn panel s ikonami. Ikony zde zastupují nejpoužívanější funkce, které by mohl uživatel při své práci využít, například propojování grafických prvků linií.



Obr. 1 Uživatelské rozhraní – ModelBuilder

Macro Modeler

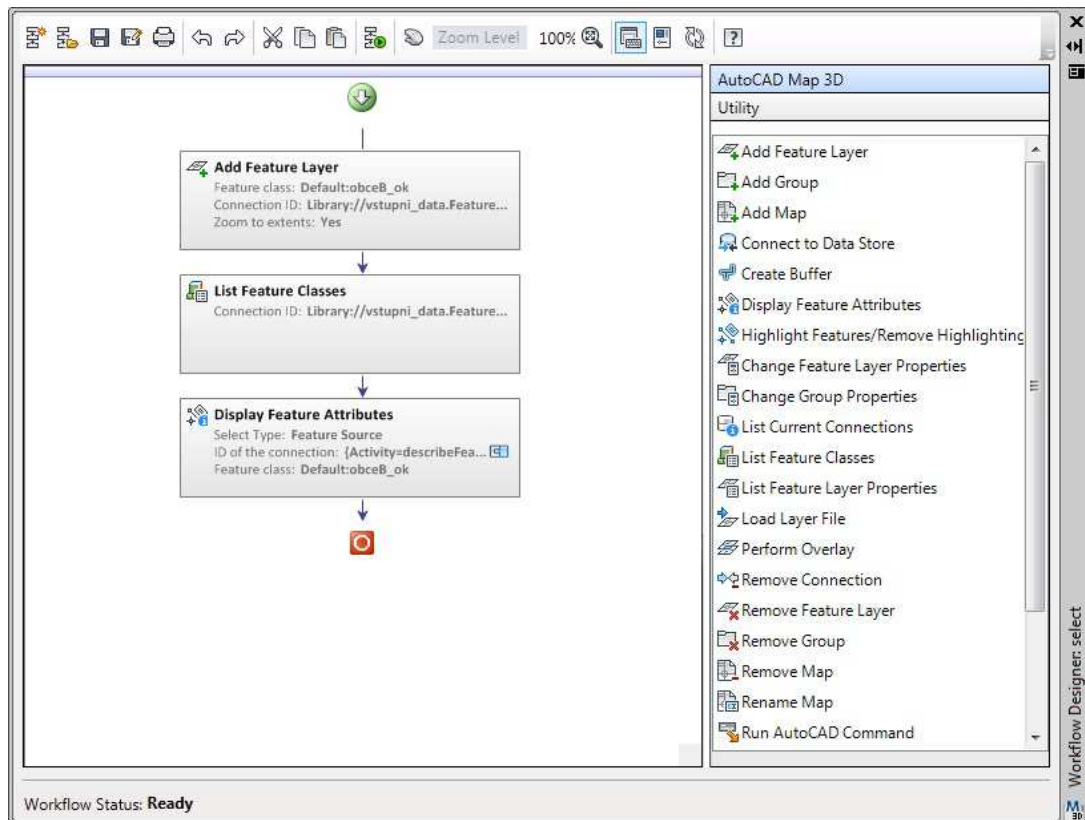
GIS produkt Idrisi 15.0 The Andes Edition má implementovány VPL komponenty Macro Modeler. Na rozdíl od komponenty ModelBuilder jednotlivé diagramy mají vlastní soubory a nejsou uloženy ve specifické složce. Tyto soubory mají příponu (.imm). Uživatelské rozhraní je uspořádáno do nabídkové lišty, kde lze například nainportovat již dříve vytvořený diagram. Dále vkládat prvky reprezentující operace, analýzy, vstup dat, testování diagramu. Obdobně jako v komponentě ModelBuilder je v této komponentě umístěn pod nabídkovou lištou panel s ikonami. Tyto ikony zastupují uživatelsky nejvíce potřebné funkce: vložení prvku, propojení, spuštění diagramu atd.



Obr. 2 Uživatelské rozhraní – Macro Modeler

Workflow Designer

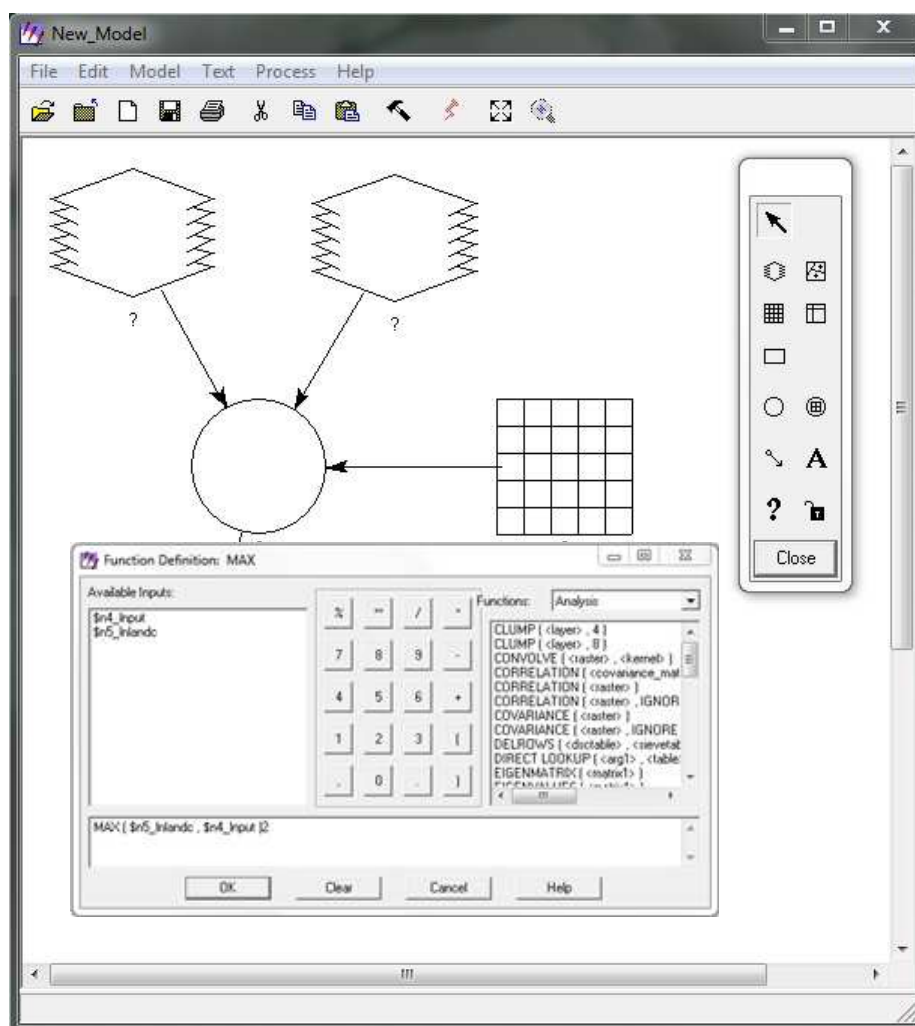
Rozmístění uživatelského rozhraní VPL komponenty produktu Autodesk AutoCAD Map 3D 2012 je koncipováno bez nabídkové lišty. Volby pro vložení či založení nového diagramu jsou reprezentovány ikonami. Tyto ikony jsou umístěny v horním panelu okna VPL komponenty. V tomto panelu jsou dále umístěny ikony pro spuštění diagramu, pohyb v pracovním prostředí a nápovědu. Nabídka operací, analýz, vkládání dat a cyklů je umístěna ve svislém okně na pravé straně pracovního rozhraní. Diagramy vytvořené v této komponentě jsou uloženy zvlášť jako soubor (.xoml).



Obr. 3 Uživatelské rozhraní – Workflow Designer

Model Maker

Erdas Imagine 9.3, od společnosti Intergraph & Hexagon Group, obsahuje VPL komponentu Model Maker. Tato komponenta má v horní části umístěnou nabídkovou lištu. Na této liště lze vkládat již vytvořené diagramy, je zde možnost uložení diagramu, vyvolání nápovědy. Pod nabídkovou lištou je umístěn panel s ikonami. Jsou zde hlavně ikony sloužící pro tvorbu diagramu a propojování prvků. Definice prvků operací se provádí v okně Function Definition. Diagramy vytvořené v této komponentě jsou uloženy přímo jako soubor, označený příponou (.gmd).



Obr. 4 Uživatelské rozhraní – Model Maker, okno Function Definition

4 SROVNÁNÍ PODLE KOGNITIVNÍCH DIMENZÍ

V této kapitole bude provedeno srovnání visuálního programování v GIS produktech podle kognitivních dimenzí. Srovnány byly VPL komponenty s aplikací nejaktuálnější verze dotazníku kognitivních dimenzí. Verze je z roku 2007. Překlad dotazníku je proveden pro potřeby hodnocení kvality reprezentace GIS operací, dávkového zpracování v GIS, ergonomičnosti práce ve VPL komponentách. V dotazníku je dále hodnocena také platforma HCI. Tato platforma je zakomponována v jednotlivých dimenzích.

4.1 Dotazník kognitivních dimenzí

Originální anglická verze dotazníku obsahuje celkem 5 sekcí. Pro potřeby této bakalářské práce byla použita a přeložena sekce 4. Tato sekce se zabývá právě kognitivními dimenzemi, platformou HCI a ergonomičností práce ve VPL komponentě. V dotazníku je obsaženo 16 dimenzí. Až na dimenzi [NOVL] obsahují všechny dimenze dvě až tři dílčí otázky. Zaměření těchto otázek vyplývá z celkové podstaty dané dimenze.

Každá dimenze v dotazníku má uveden pro lepší orientaci zkratkou název v angličtině ve hranaté závorce. Pro lepší orientaci jsou dimenze v textu označovány hranatou závorkou, ve které je uveden zkratkou originální název dimenze z angličtiny. Na toto řešení bylo přistoupeno z důvodů přímé provázanosti s anglickým originálem dotazníku.

4.2 Přehled kognitivních dimenzí

V této kapitole je uvedený stručný přehled jednotlivých dimenzí. Pro lepší orientaci je tento přehled koncipován do tabulky. Zkratka dimenze je uvedena v levém sloupci. V pravém sloupci je uveden název dimenze v angličtině. Název dimenze nebyl překládán do češtiny. V práci autor označuje všechny kognitivní dimenze podle anglického originálu.

Tab. 1 Zkratky označující kognitivní dimenze a jejich celý název v angličtině

Zkratka označující dimenzi	Název v angličtině
[VIJU]	Visibility and Juxtaposability
[VISC]	Viscosity
[DIFF]	Diffuseness
[HMOS]	Hard Mental Operations
[ERRP]	Error - proneness
[CLOS]	Closeness of Mapping
[ROLE]	Role - expressiveness
[HIDD]	Hidden Dependencies
[PROG]	Progressivity
[PROV]	Progressive Evaluation
[PREM]	Premature Commitment

Zkratka označující dimenzi	Název v angličtině
[PREM]	Premature Commitment
[CONS]	Consistency
[SECN]	Secondary Notation
[ABST]	Abstraction Gradient
[NOVL]	New Operations Visual Language
[IMPR]	Improvement

4.3 Specifikace kognitivních dimenzí

Podstatou kognitivních dimenzí je popsat a vystihnout interakci mezi uživatelem a VPL komponentou. Níže jsou jednotlivé dimenze popsány a specifikovány. Pořadí popisu odpovídá pořadí, ve kterém jsou dimenze uvedeny v dotazníku kognitivních dimenzí.

Dimenze [VIJU]

Tato dimenze má tři dílčí podotázky. Řeší se, zda je v pracovním prostředí VPL komponenty možnost nahlížet, a kontrolovat již vytvořené prvky diagramu během editace či tvorby nových prvků. Dále se dimenze zabývá náročností náhledu na konkrétní prvky diagramu a možností vyhledávání ve VPL komponentě. V posledním bodě je položena otázka, zdali má uživatel možnost vidět současně více prvků diagramu, například pokud je diagram příliš rozměrný a obsahuje okno celkového náhledu.

Dimenze [VISC]

Uživatel již vytvořil diagram ve VPL komponentě a dostal se do situace, že potřebuje na vytvořeném diagramu provést změny a upravit jej. Dimenze [VISC] popisuje náročnost provedení těchto dodatečných změn. Šetří, zdali se tyto změny projeví i na prvcích diagramu, které nebyly modifikovány uživatelem. Například pokud uživatel vytvoří prvek operace buffer a chce provést změnu rozsahu, jak moc složitý formulář musí ve VPL komponentě obsloužit, aby tuto změnu realizoval.

Dimenze [DIFF]

Dimenze rozebírá vlastní náročnost vytvoření diagramu. Uživatel má dané určité zadání a využije VPL komponentu k vypracování řešení. Náročnost vypracování řešení popisuje právě tato dimenze. Je-li vytvoření požadavku či řešení pro uživatele intuitivní. Dimenze jmenuje i konkrétní problémy, které mohou při tvorbě diagramu vyvstat. Další problematikou, která je v této dimenzi řešena, je časová náročnost vytvoření diagramu. Tato časová náročnost se může u jednotlivých VPL komponent značně lišit. Závisí samozřejmě také na dovednostech a znalostech konkrétního uživatele.

Dimenze [HMOS]

Zde je poukazováno na náročnost myšlenkových operací, které musí uživatel vyvinout při práci ve VPL komponentě. Dimenze se zabývá výskytem operací či úkonů, které jsou ze strany uživatele obtížně realizovatelné. V konkrétních případech se může jednat například o vložení vstupních dat, nastavení parametrů u prvků operací, komplikované napojování prvků pomocí spojovacích linií.

Dimenze [ERRP]

Náchylnost k vytváření chyb. I takto by se dala označit dimenze [ERRP]. Zkoumá vytváření chyb při práci ve VPL komponentě ze strany uživatele i ze strany pracovního prostředí VPL komponenty. Na závěr tato dimenze zaznamenává, zdali při vlastní práci vznikají rušivé elementy. Například vznik proužků, rozmazání či zmizení diagramu při pohybu v pracovním prostředí atd.

Dimenze [CLOS]

Podobnost řešeného problému v reálném světě s vytvářením diagramu řeší dimenze [CLOS]. Jedná se o přirozenost modelování potřebné problematiky. Jestli je obdobné jako v případě, že by uživatel zadání řešil bez využití vizuálního programování. Dimenze se dotazuje i na výskyt nástrojů v pracovním prostředí VPL komponenty, které jsou bez předchozích zkušeností s prací v této komponentě nesrozumitelné. Jinak řečeno uživatel na první pohled nemá tušení, k čemu daný nástroj ve VPL komponentě slouží.

Dimenze [ROLE]

Tato dimenze se zaměřuje na grafické reprezentace jednotlivých prvků v diagramu ve VPL komponentě. Dotazuje se na možnou záměnu prvků diagramu, vlivem nedostatečného odlišení grafických reprezentací prvků. V poslední části se dimenze zaměřuje na výskyt prvků, které jsou v diagramu kvůli zajištění syntaxe, jsou vizualizovány, ale pro uživatele nemají žádný praktický význam.

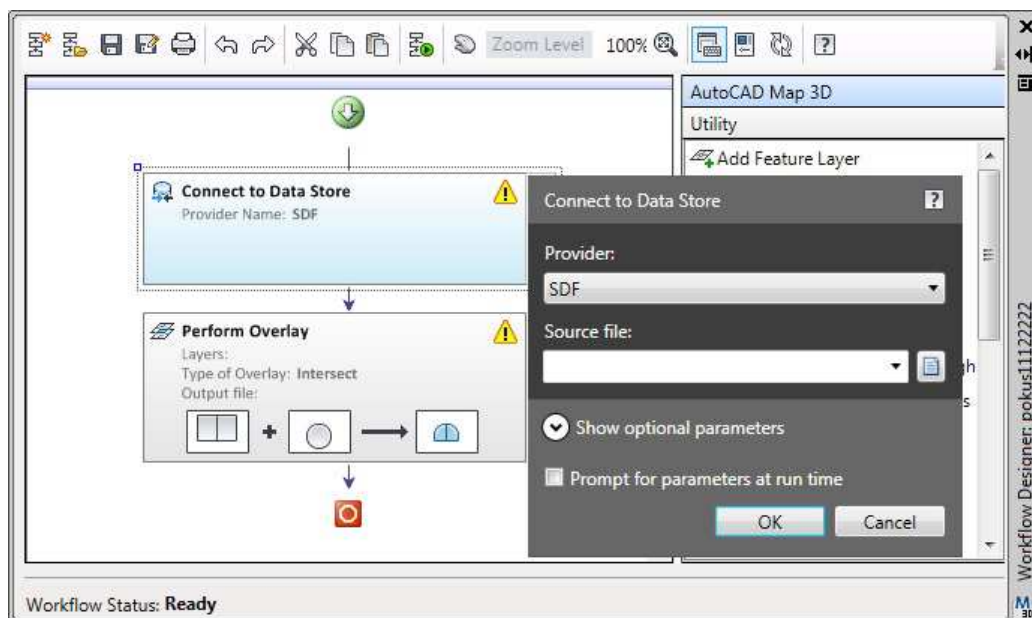
Dimenze [HIDD]

Výskyt skrytých závislostí mezi prvky v diagramu odhaluje tato dimenze. Jedná se zejména o liniové propojování prvků. Dále se dimenze dotazuje na výskyt prvků, které jsou obtížně interpretovatelné. Pokud VPL komponenta umožňuje vkládání popisků, může uživatel i nechtěně zakrýt propojovací linie prvků. Tato situace je dotázána v dimenzi. V posledním bodě je řešeno, zda lze tyto závislosti dočasně vypnout přes pracovní prostředí VPL komponenty.

Dimenze [PROG]

Dimenze se dotazuje na možnost přerušit tvorbu diagramu v pracovním prostředí VPL komponenty a zkontrolovat v jaké fázi se vlastní tvorba diagramu nachází. Důležité v

případě této dimenze je specifikování, že uživatel nemusí mít vždy umožněno ukončit práci. Například v případě kdy má otevřený formulář prvku, který umožňuje vyplnit údaje pro nastavení operace (Obr. 5). Dále se dimenze dotazuje na možnost tvorby pracovních verzí diagramu.



Obr. 5 Dimenze [PROG] – znemožnění pohybu v pracovním prostředí formulářem prvku diagramu

Dimenze [PROV]

Možnost simulace nebo analýzy dalšího postupu při tvorbě diagramu, v případě, že uživatel nemá v danou chvíli jasno, jak bude dále postupovat. Dimenze se dotazuje na výskyt nástrojů, které by tuto simulaci mohly realizovat. Nakonec je položena otázka, zdali je možné sestavit diagram, který by zadání řešil pouze přibližně. Nebo pouze nastínil postup řešení dané úlohy.

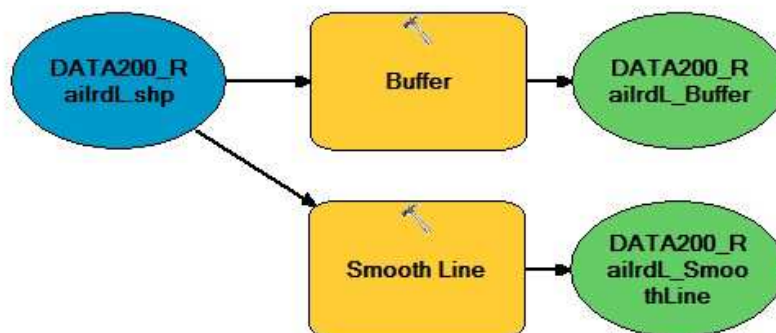
Dimenze [PREM]

Prakticky tato dimenze řeší, zdali uživatel při tvorbě diagramu musí začít od prvku, který bude jako první v pořadí dle syntaxe VPL komponenty, nebo je možnost vytvářet diagram například od koncového prvku (většinou výstupní data). V případě, že VPL komponenta umožňuje tento postup práce, je položen dotaz na rozhodnutí, která musí uživatel provádět s předstihem. Následně zdali možnost této práce nevnáší do výsledného diagramu chyby ze strany uživatele.

Dimenze [CONS]

Zde je řešen vztah mezi podobnými operacemi v rámci řešení úlohy a jejich programovou realizací ve VPL komponentě, která však může být značně odlišná.

Například je-li grafická reprezentace prvků operací stejná, a jednotlivé operace jsou odlišeny popisem. Uživatel se může na první pohled zdát, že diagram provádí několikrát stejnou operaci. Při detailním zkoumání diagramu však uživatel zjistí, že každý prvek provádí jinou operaci. Tato situace je nastíněna na obr. 6.



Obr. 6 Dimenze [CONS] – odlišení prvků operací popisem

Dimenze [SECN]

Dimenze se zabývá možností vkládání popisků ze strany uživatele do diagramu. Avšak podmínkou je, aby tyto popisky měly pouze informativního charakteru a nebyly VPL komponentou zpracovány, jako součást kódu ve kterém je diagram napsán. Jedná se vlastně o analogii vkládání komentářů přímo do kódu u klasického programování. Dimenze se dále dotazuje, co by ze strany uživatele bylo přínosné okomentovat, označit či zvýraznit v případě vytištění diagramu na papír.

Dimenze [ABST]

Dimenze řeší, zdali má VPL komponenta ve svém pracovním prostředí zahrnutý vývojářské nástroje, které uživateli umožňují vytvářet si vlastní prvky a operace. Následně se dimenze dotazuje, jestli takto vytvořené prvky je možné opakovaně využívat při tvorbě nových diagramů.

Dimenze [NOVL]

Zabývá se možností využití již vytvořených diagramů i na úlohy, pro které nebyly tyto diagramy původně určeny. Může se jednat o úlohy s obdobným zadáním, v praxi lze tuto dimenzi realizovat parametrickými vstupy, kdy se diagram při spuštění uživatele dotazuje na vstupní hodnoty, vstupní data atd.

Dimenze [IMPR]

Poslední dimenze v dotazníku se zabývá možností zpětné vazby mezi uživatelem VPL komponenty a jejími tvůrci. Dále jestli ze strany uživatele při práci vyvstaly nějaké náměty na zlepšení práce ve VPL komponentě.

4.4 Aplikace dotazníku kognitivních dimenzí na jednotlivé VPL komponenty

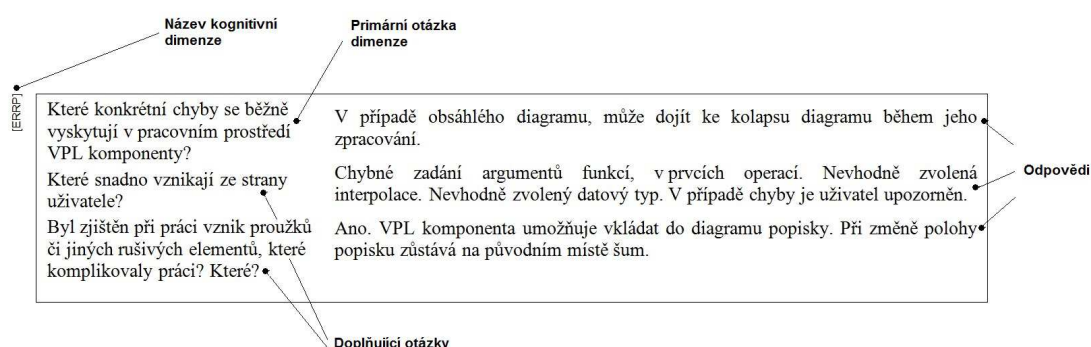
Při zpracovávání dotazníku kognitivních dimenzí byly pro jednotlivé VPL komponenty vytvořeny sady diagramů. Díky těmto sadám bylo následně možné vyplnit jednotlivé kognitivní dimenze. Každá sada obsahuje pět dílčích diagramů. Tyto diagramy byly vytvořeny podle dimenzí v dotazníku. Aby byla možnost otestovat, zda danou dimenzi VPL komponenta splňuje.

Jednotlivé dotazníky kognitivních dimenzí jsou přiloženy v příloze bakalářské práce. Vyplňování dotazníku proběhlo na základě získaných zkušeností během práce ve VPL komponentách a tvorbě diagramů. Dotazník je koncipován obecně na testování vizuálního programování v libovolných VPL komponentách i mimo geoinformatiku a GIS produkty. Po konzultaci s jedním z autorů dotazníku Allanem Blackwellem, bylo autorovi této práce umožněno dotazník upravit pro potřeby geoinformatiky.

Dimenze v dotazníku byly zpracovány se snahou vystihnout pozitivní i negativní vlastnosti jednotlivých VPL komponent. Formulace odpovědí je koncipována popisnou formou. Náměty na zlepšení či inovaci práce ve VPL komponentě jsou následně řečeny v poslední dimenzi [IMPR].

Aplikace dimenzí na VPL komponenty byla v některých případech značně odlišná. Například dimenze [VIJU] a její druhá část, která se zabývá prohlížením diagramu, vycházela značně odlišně u všech VPL komponent. Komponenta ModelBuilder má okno celkového náhledu na diagram (overview), čili má uživatel dobrou možnost orientace v diagramu i když je poměrně rozsáhlý. Komponenta Workflow Designer nemá práci ve více oknech ani okno celkového náhledu, uživatel má pouze možnost svislého pohybu v pracovním prostředí. Komponenty Model Maker a Macro Modeler mají podobnou grafickou reprezentaci grafických prvků, na první pohled díky tomuto může ze strany uživatele dojít k záměně.

Pro lepší představu je níže uveden obrázek (obr. 7) s vysvětlením jak jsou rozděleny dimenze a jak správně dimenzi přečíst.



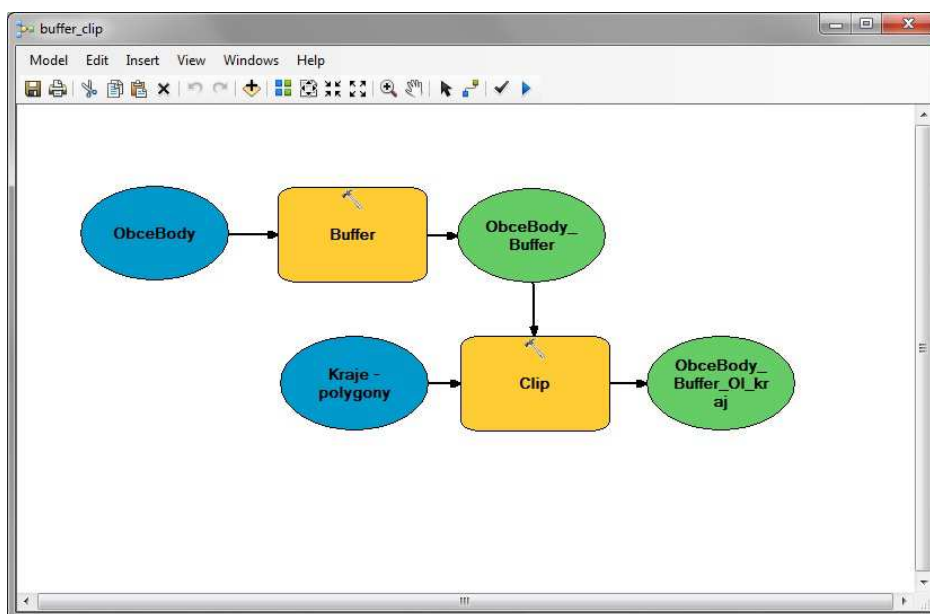
Obr. 7 Dotazník kognitivních dimenzí - vysvětlení

4.5 Ukázkové diagramy

Veškeré vytvořené diagramy jsou k nalezení na přiloženém DVD. V této kapitole jsou publikovány vybrané diagramy i s vloženou kognitivní dimenzí. Dimenze je volena tak, aby bylo názorně vidět zpracování a aplikace kognitivní dimenze přímo na konkrétní případ. Kapitola je rozdělena podle testovaných VPL komponent. Obsahem je i komentář autora. Komentář popisuje aplikaci dimenze na diagram a následné závěry, které vyvstali při řešení konkrétní kognitivní dimenze.

ModelBuilder

Ukázkový diagram `buffer_clip` s kognitivní dimenzí [ROLE]. Diagram obsahuje prvky pro vstupní data, výstupní data, data vzniklá operací v rámci diagramu a prvky operací. Na první pohled je zřejmé, že prvek `ObceBody_Buffer`, který vznikl operací v rámci diagramu a následně vstupuje do dalšího prvku operace, není odlišen barvou od konečného prvku výstupních dat. Je zde stejná zelená barevná výplň, odlišení je jen názvem - textem. Dimenze [ROLE] dále konkretizuje grafické reprezentace, které VPL komponenta ModelBuilder využívá. Jedná se o geometrické odlišení prvků, odlišení prvků barvou, popisek a navíc prvky operací obsahují ikonu.



[ROLE]

Je snadné, při prohlížení již vytvořeného diagramu, určit k čemu jednotlivé prvky diagramu slouží? Proč?

Jsou v modelu části obtížné pro interpretaci? Které konkrétně?

Vyskytují se v diagramu části, u kterých uživatel nechápe jejich funkci, ale výskyt těchto částí je nutný pro fungování diagramu? O které části se jedná?

Prvky reprezentující operace a analýzy čitelné dobře. Problematické odlišení prvků pro data vstupní, vytvořená v rámci diagramu a dále v diagramu použitá a data výstupní. Prvky operací, analýz a dat odlišeny popiskem, tvarem a barvou.

Prvky vzniklé operací v diagramu a dále v diagramu použité, odlišeny pouze popiskem (stejná barva, tvar jako vstupní).

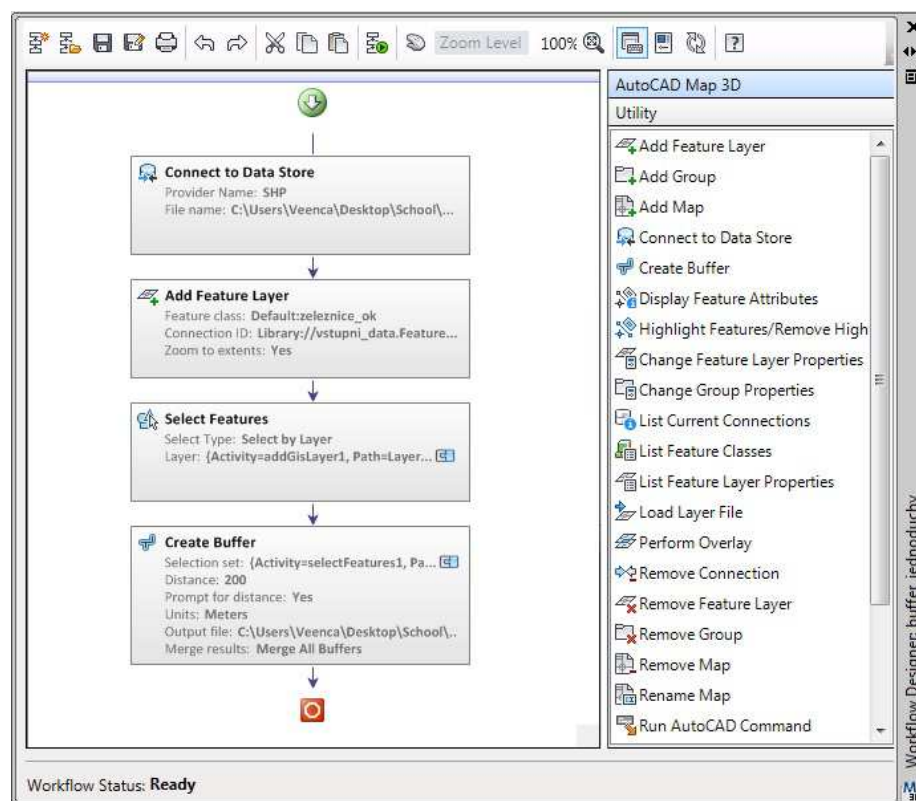
Nevyskytují, všechny prvky a jejich reprezentace jsou zřejmé a intuitivní.

Obr. 8 Diagram vytvořený ve VPL komponentě ModelBuilder s kognitivní dimenzí [ROLE]

Workflow Designer

Diagram s názvem `buffer_jednoduchy`, který byl vytvořen v pracovním prostředí VPL komponenty Workflow Designer, je uveden na obr. 9. V tomto případě na něj byla aplikována dimenze [PREM]. Komponenta má nativně stanovený směr orientace diagramu, tj. svisle od horního okraje pracovního prostředí k dolnímu okraji. Tento směr práce nelze uživatelsky změnit. Při tvorbě diagramu může ze strany uživatele dojít ke ztrátě orientace, a následně určení špatného navazujícího prvku. Následující prvek nemusí používat data, která jsou přímo výstupem z předchozího prvku.

VPL komponenta neodlišuje prvky výstupu. Je zde zvolený přístup, kdy cesta k výstupnímu souboru je nadefinována v prvku operace. V přiloženém obrázku se jedná o prvek `Create Buffer`. Obdélníková reprezentace přímo zobrazuje, v absolutním adresování kam budou výsledná data uložena.



[PREM] Když uživatel vytváří program, má možnost pracovat v libovolném pořadí při sestavování prvků, nebo je VPL komponentou nucen přemýšlet dopředu a postupovat dle vyžadovaného sledu operací? Pokud je tomu tak, která rozhodnutí musí uživatel provádět s předstihem? Jaké problémy může tento fakt zanechat do práce uživatele?

Uživatel má již VPL komponentou daný směr sledu prvků a operací. Je nucen přemýšlet dopředu nad výslednou podobou diagramu a vkládání jednotlivých prvků. Prvky jsou již automaticky VPL komponentou spojeny linií. Směr je také určen nativně od horní hrany k dolní hraně pracovního prostředí VPL komponenty a nelze změnit.

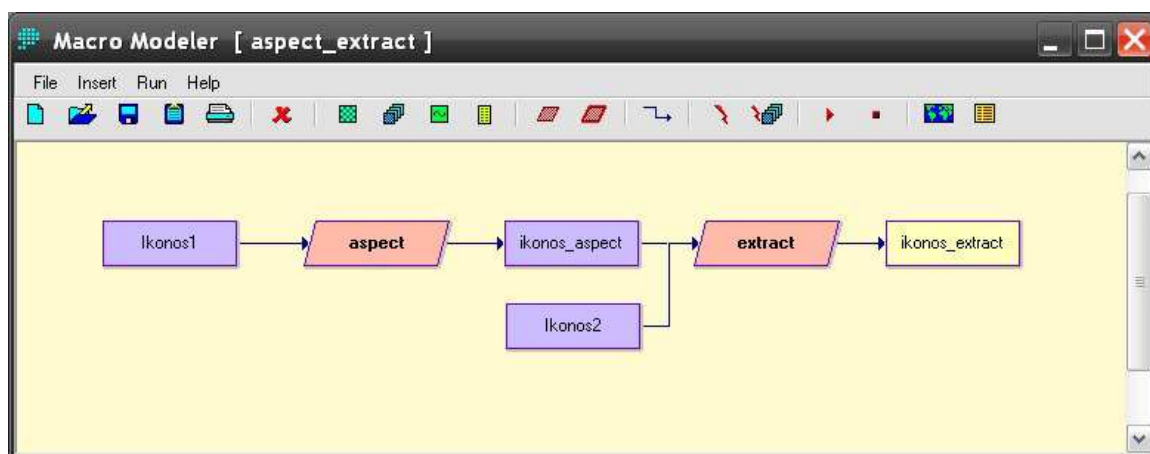
Uživatel musí vědět, kdy budou do diagramu vstupovat data, správně umístit prvek reprezentující vstupní data. Výstupní data zde již nemají zvláštní reprezentaci, jejich uložení se zadá přímo v prvku operace (zobrazeno přímo v grafické reprezentaci prvku). Výsledný diagram může být nepřehledný.

Obr. 9 Diagram vytvořený ve VPL komponentě Workflow Designer s kognitivní dimenzí [PREM]

Macro Modeler

Dimenze [HIDD] aplikovaná na model s názvem aspect_extras. Skryté závislosti jsou zde reprezentovány propojovacími liniemi, které jednotlivé prvky v diagramu propojují a také zajišťují syntaxi. Asi nejpodstatnější funkcí je přenesení informace o vstupních datech do prvku operace. Při vložení prvku operace již VPL komponenta sama vloží i prvek výstupních dat. Skrytou závislostí je i vyplnění formuláře u prvků operací. Vyvolá se až v případě stisknutí pravého tlačítka myši.

V Dimenzi [HIDD] jsou dvě doplňující otázky. V první se řeší, zdali může v případě změny popisku ze strany uživatele dojít ke zhoršení čitelnosti vizuálních propojení prvků. Tato otázka je zodpovězena negativně, jelikož v komponentě nelze měnit velikost grafických reprezentací prvků. Při změně nativního popisku prvku, je zobrazován textový řetězec do maximální délky 16 znaků. Druhá doplňující otázka se zabývá dočasným vyřazením některého prvku z akce. Tato možnost v komponentě není.



[HIDD]

Pokud ve struktuře vytvořeného diagramu některé části úzce souvisejí, či jsou funkčně napojeny na další části, a změny by mohly tyto celky ovlivnit, jsou tyto závislosti viditelné? Které typy závislosti jsou naopak skryté?

V jakých případech se tyto vizuální napojení mohou zhoršit, pokud uživatel vytváří zvláště velký popis prvků?

Zůstávají tyto závislosti neměnné, nebo jsou ve VPL komponentě úkony, které je mohou například dočasně vypnout? Pokud ano, o které úkony se jedná?

Veškeré tyto závislosti a napojení jsou reprezentovány pomocí linií. Závislosti jsou viditelné. Úzce vždy souvisí napojení vstupních dat na konkrétní operaci. Dále výstupní data z operace, která nemohou ani bez této operace sama existovat. Skryté závislosti jsou v případě formulářového nastavení parametrů operace. Nejsou na první pohled viditelné. Až když je uživatel kliknutím pravého tlačítka myši na prvek operace zobrazí.

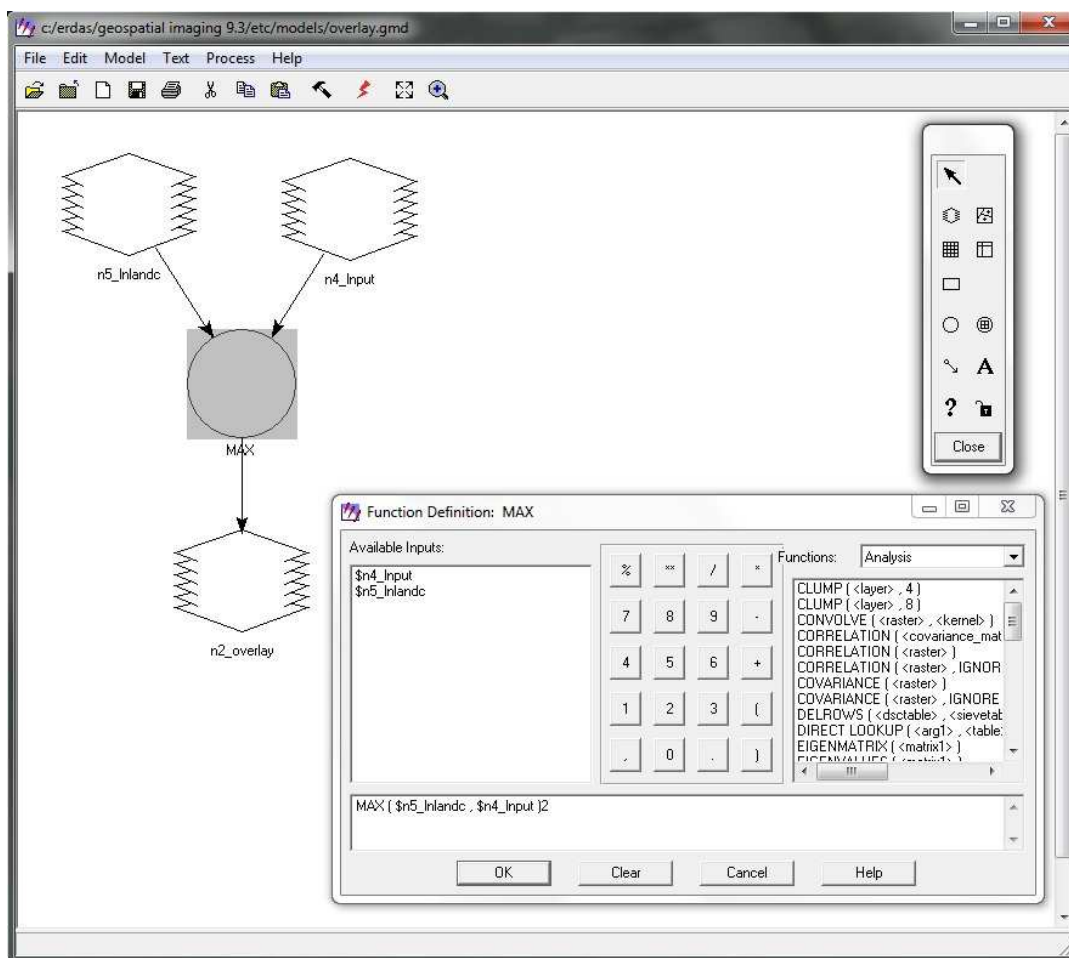
Případ nemůže nastat, jelikož nelze měnit velikost grafických reprezentací prvků. Popis se automaticky zmenšuje do prvku. Pokud je popis příliš dlouhý (více než 16 znaků) dále se v prvku nezobrazí.

Tyto závislosti zůstávají neměnné. Úkony pro dočasné vypnutí se ve VPL komponentě nevyskytují.

Obr. 10 Diagram vytvořený ve VPL komponentě Macro Modeler s kognitivní dimenzí [HIDD]

Model Maker

Vybraný ukázkový model ve VPL komponentě Model Maker byl otestován kognitivní dimenzí [CLOS]. Název modelu je overlay. VPL komponenta má oproti ostatním složitější obsluhu. Uživatel musí nastavovat podstatně více parametrů, avšak díky tomu je práce velmi přesná. Toto je také zodpovězeno v podotázce dimenze. Z hlediska kroků reálného zadání je v případě komponenty vizualizován pouze vstup a výstup dat. Prvky operací v sobě mohou mít zakomponovány další dílčí funkce. Uživatel má možnost si tyto prvky označit vlastním popisem.



[CLOS]

Jak blízce spolu souvisí pracovní prostředí VPL s reálným zadáním, které je VPL komponentou řešeno? Obsahuje VPL komponenta nástroje, které jsou nesrozumitelné nebo obtížně použitelné pro řešení daného úkolu?

Kroky reálného zadání se omezují na vstupní a výstupní data, zde je reprezentace intuitivní. V případě prvků operací závisí, zdali obsahují ještě další dílčí operace, tyto totiž nejsou viditelné v grafické reprezentaci ale pouze v okně Function Definition.

K obsluze této VPL komponenty jsou vyžadovány odborné znalosti, uživatel bez těchto potřebných znalostí nebude schopen s VPL komponentou pracovat. V případě nesrozumitelnosti dané funkce je možno využít nápovědu.

Obr. 11 Diagram vytvořený ve VPL komponentě Macro Modeler s kognitivní dimenzí [CLOS]

5 TESTOVÁNÍ METODOU EYE - TRACKING

Testování metodou Eye - Tracking bylo provedeno na VPL komponentách Workflow Designer a ModelBuilder. Tyto komponenty byly vybrány z důvodu, že jsou vyučovány na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Testování byli studenti, kteří měli zapsané kurzy KGI/CAD a KGI/SKRI. V těchto kurzech byly v akademickém roce 2012/2013 VPL komponenty probrány v rámci cvičení. Celkem bylo otestováno 19 studentů předmětu KGI/CAD a 22 studentů předmětu KGI/SKRI.

Testování metodou Eye – Tracking bylo provedeno z důvodu možnosti komparace s metodou srovnání podle kognitivních dimenzí. Zbývající VPL komponenty tj. Model Maker a Macro Modeler nebylo možné otestovat ze dvou zásadních důvodů. Prvním důvodem je, že tyto dvě VPL komponenty nebyly v daném roce na katedře probírány v žádném předmětu. Na základě tohoto faktu vyplývá i druhý důvod, a sice nedostatek vhodných respondentů.

Testování VPL komponenty Workflow Designer proběhlo v průběhu měsíce listopadu 2012. Testování komponenty ModelBuilder proběhlo v březnu 2013. Z důvodu vyššího počtu respondentů bylo toto testování časově náročnější.

5.1 Eye – Tracking test pro diagramy ve Workflow Designer

Test vytvořený pro komponentu Workflow Designer obsahuje celkem 11 testovacích otázek. Respondentovi se nejprve zobrazil fixační kříž, následně znění otázky a nakonec diagram vytvořený v komponentě Workflow Designer. V testu jsou obsaženy dvě varianty otázek. Respondent buď zaznamenává odpověď kliknutím přímo do té části diagramu, u které si myslí, že je správná. Druhou variantou zadání je výběr z více možností. V testu byla správná vždy právě jedna odpověď. V tabulce č. 2 jsou uvedeny jednotlivé otázky testu. Diagramy jsou umístěny na přiloženém DVD. Dále je na DVD vložen projekt z programu BeGaze, surová data naměřená přes Experiment Center a vyexportovaný projekt pro analytické zpracování v programu OGAMA.

Otázky byly voleny po konzultaci s vedoucím práce tak, aby maximálně vystihly kognitivní vnímání respondentů. Obtížnost otázek z pohledu autora byla přiměřená. Autor vycházel z probírané látky na cvičeních. Náročnější byly otázky s rozsáhlejšími diagramy. Zde musel respondent vynaložit podstatně více času, při hledání správné odpovědi. Problém také dělala otázka, kde měl respondent označit prvek v diagramu, který měl prokazatelně parametrický vstup. Zde mohou být výsledky poněkud zkreslené, jelikož někteří respondenti vynaložili nepřiměřeně mnoho času na hledání správné odpovědi.

Tab. 2 Přehled otázek testu pro komponentu Workflow Designer

Pořadí otázky v testu	Znění otázky	Název diagramu na příloženém DVD
1.	Označte začátek diagramu.	zacatek
2.	Označte konec diagramu.	konec
3.	V diagramu označte prvek, který je vypnutý.	vypnuto
4.	Označte prvek, který má prokazatelně parametrický vstup.	parametr
5.	Vyberte prvek, který je vlivem nedostatku vstupních parametrů nefunkční.	kolize
6.	Vyberte prvek, který do diagramu připojuje úložiště pro soubory typu "shapefile".	shapefile
7.	Vyberte prvek, který je vlivem nedostatku vstupních parametrů v kolizi.	vlozeni
8.	Označte prvek, který provádí výběr.	vyber
9.	Spouští se v diagramu další vložený diagram? a) ano, b) ne, c) nelze zjistit	vnoreny_model
10.	Kolik prvků v tomto diagramu provádí překryvnou operaci "intersect"? a) 3, b) 2, c) 1	intersect
11.	Kolik prvků obsahuje tento diagram? a) 7, b) 5, c) nelze určit	pocet_funkci

5.2 Eye – Tracking test pro diagramy v ModelBuilder

VPL komponenta ModelBuilder byla testována stejným způsobem jako Workflow Designer. Test tentokrát obsahoval 14 otázek. Autor k tomuto vyššímu počtu otázek přistoupil po konzultaci testu s vedoucím práce a předchozích zkušenostech s měřením VPL komponenty Workflow Designer v listopadu 2012. Inovace proběhla hlavně v opakovaném vložení stejného diagramu respondentovi, avšak je již dotazován na jinou problematiku v diagramu. Takto je respondent dotazován na diagram konecna_vstup a konecna_vystup. Diagram byl ve VPL komponentě změněn, pouze přemístěním prvků na jiné pozice, a byla změněna otázka. Při testu se většina respondentů domnívala, že jde o zcela odlišný diagram.

Následné zpracování dat proběhlo stejným způsobem jako u komponenty Workflow Designer. Výstupy použité v kapitole 6 byly vytvořeny v programu OGAMA. Na příloženém DVD jsou opět nahraná surová data z programu Experiment Center a vyexportované projekty pro programy OGAMA a BeGaze.

Tab. 3 Přehled otázek testu pro komponentu ModelBuilder

Pořadí otázky v testu	Znění otázky	Název diagramu na příloženém DVD
1.	Označte prvek, který do diagramu připojuje vstupní data.	1_BuffSil_100
2.	Označte prvek, který nad vrstvou vodních toků provede extrahování vodních toků pro Olomoucký kraj.	2_clip_ol_kraj_vod
3.	Který prvek pracuje s daty, vytvořenými operací v rámci diagramu, označte.	3_rastr_extr_def
4.	Označte prvek, který pracuje se dvěma vstupními vrstvami.	4_dva_vstupy
5.	Kolik prvků v diagramu provádí překryvné analýzy? [0, 3, 5]	5_overlay_pocet
6.	Který prvek pracuje s daty, vytvořenými operací v rámci diagramu, označte.	6_raster_extract_by_mask
7.	Označte vstup, který je parametrický.	7_parametr_vyber
8.	V diagramu označte prvek, který po své aktivaci způsobí kolizi celého procesu.	8_kolize_while
9.	Který z těchto diagramů má parametrický vstup? [nalevo, napravo, oba diagramy, žádný]	9_buff_vyber_param
10.	Označte konečnou výstupní sadu dat z tohoto diagramu.	10_konecna_vystup
11.	Kolik parametrických vstupů má tento diagram? [3, 6, 9]	11_pocet_param_vstupu
12.	Obsahuje tento diagram tzv. vnořený model? Pokud ano, označte jej.	12_vnoreny_model
13.	Označte konečnou výstupní sadu dat z tohoto diagramu.	13_konecna_vstup
14.	Který diagram provádí více operací? [nalevo, napravo, žádný]	14_pocet_operaci

6 VÝSLEDKY

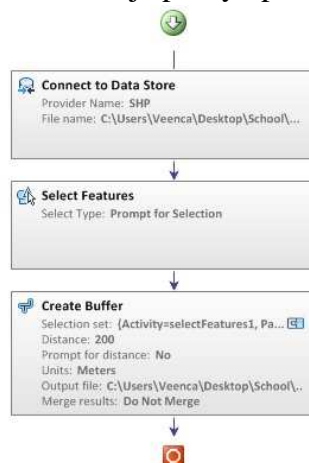
Výsledků práce je několik. Prvním výsledkem práce je překlad originálního dotazníku kognitivních dimenzí z angličtiny do češtiny. Přeložený dotazník bude zaslán dle domluvy zpět jednomu z autorů A. Blackwellovi.

Druhým a hlavním výsledkem práce je vyplnění čtyř dotazníků pro čtyři vizuální programové komponenty. V této kapitole je uvedena kognitivní dimenze [ROLE] pro srovnávané VPL komponenty. Kompletní vyplněné dotazníky kognitivních dimenzí jsou k této práci přiloženy jako vázaná příloha. Dotazníky mají zodpovězeny všech šestnáct kognitivních dimenzí. U některých otázek dimenzí se může na první pohled zdát, že by tato otázka nemusela být vůbec řešena. Dimenze byly nakonec zodpovězeny všechny, jelikož autoři dotazníku vyžadují tento postup, a nepřejí si, aby byl dotazník jakkoliv modifikován. Jedná se hlavně o to, aby nebyly odstraňovány dílčí otázky v dimenzích nebo celá jedna dimenze. Autor této práce tedy dle požadavků Allana F. Blackwella a Thomase R. G. Greena vyplnil všechny dimenze a otázky v dotazníku kognitivních dimenzí.

6.1 Dimenze [ROLE] z dotazníku kognitivních dimenzí

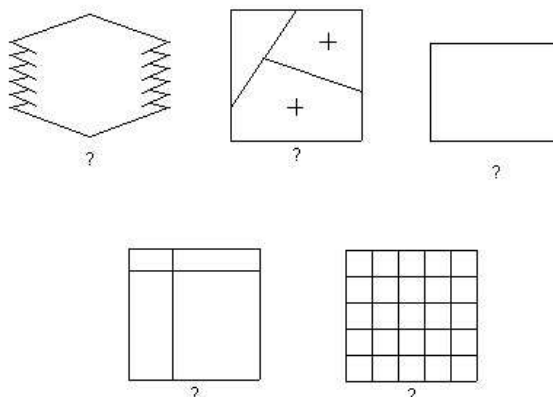
Dále je uvedena dimenze [ROLE] tj. Expressiveness – expresivita, která vzešla na základě zpracování dotazníku v jednotlivých VPL komponentách. Dimenze [ROLE] je ve výsledcích uvedena z důvodu, že vyšla ze všech dimenzí nejvíce odlišně. Ve všech srovnávaných VPL komponentách byly grafické reprezentace jednotlivých prvků v diagramu odlišné již na první pohled.

Komponenta **Workflow Designer** má grafické reprezentace prvků jednotné, pouze obdélníky. Pokud chce tedy uživatel přesně zjistit, k čemu konkrétní prvek v diagramu slouží, musí číst buď ikony, nebo popis prvku uvedený v horní části grafické reprezentace prvku. V diagramu se vzniklá data vepisují přímo do grafické reprezentace prvku operace. Uživatel vidí v těle prvku cestu k výstupním datům. Dále v případě, že prvek provádí operaci buffer, vidí uživatel jakou má tento buffer přednastavenou hodnotu (např. 200 metrů). Workflow Designer neodlišuje prvky operací a dat barevně (obr. 12).



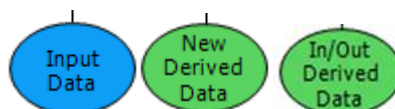
Obr. 12 Diagram pro operaci buffer, Workflow Designer

Model Maker má grafické reprezentace prvků rozděleny podle typu vstupních dat. Dokonce rozlišuje, zdali je na vstupu tabulka, matice, vektorová data, rastrová data nebo skalár, například typu integer. Prvky operací mají jednotnou grafickou reprezentaci. Odlišení je provedeno popiskem. Nevyskytuje se zde barevné odlišení prvků.



Obr. 13 Grafické reprezentace prvků pro vstupní data – Model Maker, zleva rastrová data, vektorová data, skalár, tabulka a matice

ModelBuilder odlišuje prvky vstupující do diagramu, prvky operací a prvky výstupních dat barevnou výplní (modrá výplň - vstupní data, zelená výplň – nová a výstupní data). Neodlišuje však data vzniklá v rámci diagramu (stejná barva jako koncová výstupní data). Tyto jsou odlišeny pouze popiskem. Popisek může uživatel v nastavení parametrů prvku změnit.



Obr. 14 Prvky vstupních dat, ModelBuilder, zleva data vstupní, data výstupní, data vzniklá operací v rámci diagramu

Macro Modeler odlišuje prvky operací a prvky pro vstupní i výstupní data grafickou reprezentací, popiskem a barvou. V těle geometrické reprezentace prvku však zobrazuje popisek maximálně o délce šestnáct znaků. Uživatel nemůže v této VPL komponentě měnit velikost prvků. Prvky vzniklé operací v rámci diagramu mají stejnou barvu i grafickou reprezentaci jako prvky které jsou do diagramu vloženy jako vstupní data.



Obr. 15 Macro Modeler, zleva vstupní data, operace, výstupní data se zkráceným popiskem

Kompletní vypracování této dimenze pro čtyři srovnávané VPL komponenty je uvedeno v tabulce č. 4. Dimenze jsou označeny podle jednotlivých VPL komponent.

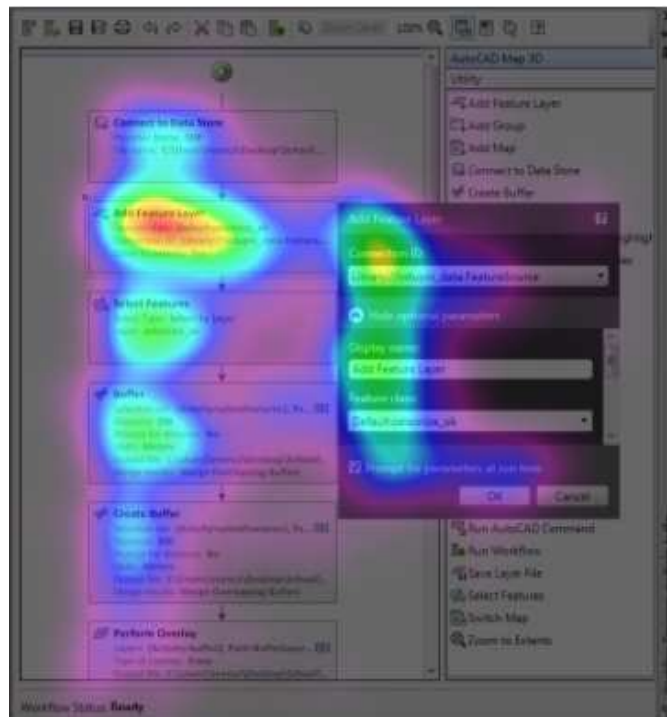
Tab. 4 Dimenze [ROLE] pro srovnávané VPL komponenty

Macro Modeler [ROLE]	<p>Je snadné, při prohlížení již vytvořeného diagramu, určit k čemu jednotlivé prvky diagramu slouží? Proč?</p> <p>Jsou v modelu části obtížné pro interpretaci? Které konkrétně?</p> <p>Vyskytují se v diagramu části, u kterých uživatel nechápe jejich funkci, ale výskyt těchto částí je nutný pro fungování diagramu? O které části se jedná?</p>	<p>Prvky reprezentující operace a analýzy čitelné dobře. Problematické odlišení prvků pro data vstupní, vytvořená v rámci diagramu a dále v digramu použitá a data výstupní. Prvky operací, analýz a dat odlišeny popiskem, tvarem a barvou.</p> <p>Prvky vzniklé operací v diagramu a dále v diagramu použité, odlišeny pouze popiskem (stejná barva, tvar jako vstupní).</p> <p>Nevyskytují, všechny prvky a jejich reprezentace jsou zřejmé a intuitivní.</p>
Model Maker [ROLE]	<p>Je snadné, při prohlížení již vytvořeného diagramu, určit k čemu jednotlivé prvky diagramu slouží? Proč?</p> <p>Jsou v modelu části obtížné pro interpretaci? Které konkrétně?</p> <p>Vyskytují se v modelu části, u kterých uživatel nechápe jejich funkci, ale výskyt těchto částí je nutný pro fungování diagramu? O které části se jedná?</p>	<p>Prvky dat mají odlišné grafické reprezentace. VPL komponenta rozlišuje vektorová data, rastrová, tabulky a diskretní hodnoty. V dolní části těchto prvků je zobrazen popisek.</p> <p>Prvky operací, v komponentě je možno, aby v jednom prvku bylo vloženo více operací. Prvky výstupních a vstupních dat mají stejné grafické reprezentace.</p> <p>Takové prvky při tvorbě diagramu nevznikají.</p>
Workflow Designer [ROLE]	<p>Je snadné, při prohlížení již vytvořeného diagramu, určit k čemu jednotlivé prvky diagramu slouží? Proč?</p> <p>Jsou v diagramu části obtížné pro interpretaci? Které konkrétně?</p> <p>Vyskytují se v diagramu části, u kterých uživatel nechápe jejich funkci, ale výskyt těchto částí je nutný pro fungování diagramu? O které části se jedná?</p>	<p>Prvky mají jednotnou grafickou reprezentaci, jedná se o obdélník. Tento obdélník má šířku s fixní velikostí. Výška obdélníku je pak dynamicky stanovena podle parametrů prvku a podle operace, kterou reprezentuje.</p> <p>Grafická reprezentace prvků pro data, operace a analýzy je jednotná. Uživatel je nucen číst popisky v těle prvku, díky tomuto pozná reálný význam prvku.</p> <p>Takové části se v diagramu nevyskytují.</p>
ModelBuidler [ROLE]	<p>Je snadné, při prohlížení již vytvořeného diagramu, určit k čemu jednotlivé prvky diagramu slouží? Proč?</p> <p>Jsou v modelu části obtížné pro interpretaci? Které konkrétně?</p> <p>Vyskytují se v modelu části, u kterých uživatel nechápe jejich funkci, ale výskyt těchto částí je nutný pro fungování modelu? O které části se jedná?</p>	<p>Prvky reprezentující operace a analýzy jsou čitelné dobře. Problematické odlišení prvků pro data výstupní a vytvořená v rámci diagramu. Prvky operací, analýz a dat odlišeny popiskem, tvarem, barvou a symbolem (uživatel může změnit manuálně).</p> <p>Prvky vzniklé operací v diagramu a dále v diagramu použité, jsou odlišeny pouze popiskem (stejná barva, tvar jako vstupní).</p> <p>Veškeré prvky diagramu jsou odlišeny mimo geometrických tvarů i popiskem. Tento popisek udává význam každého prvku. Uživatel si může kliknutím zobrazit k čemu je tento prvek potřebný v okně prvku. V pravé části tohoto okna se vyskytuje zjednodušená nápověda, je zde i kompletní nápověda skrytá pod tlačítkem help.</p>

6.2 Eye – Tracking

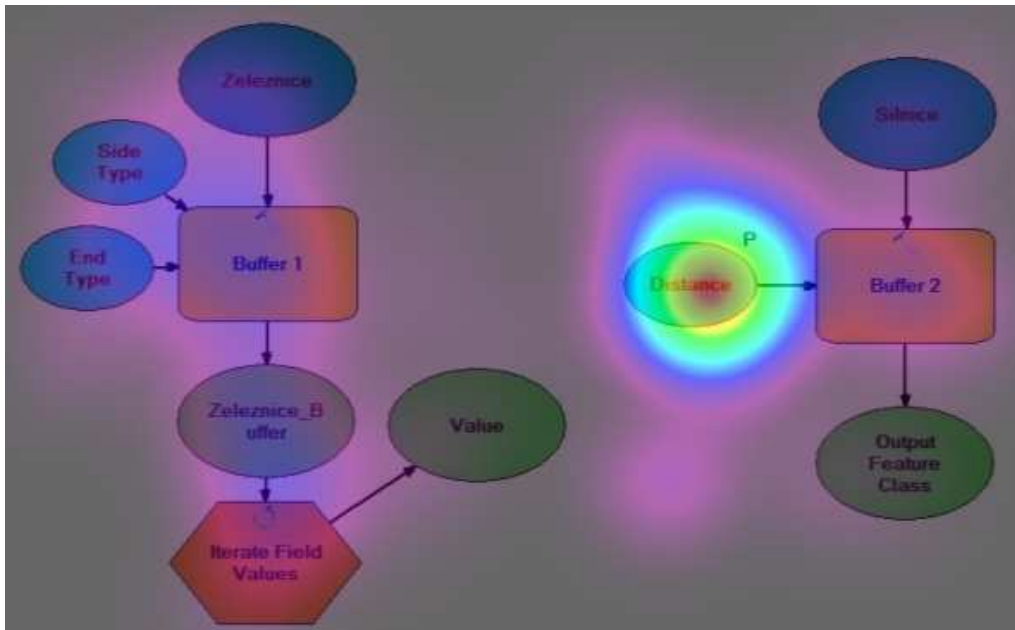
Výsledky dvou testování, která probíhala s tříměsíčním odstupem, jsou kompletně nahrány na příloženém DVD k bakalářské práci. Uvedeny jsou zajímavé příklady, které nabízejí odlišný pohled na problematiku VPL komponent. Příklady zobrazují heat mapy, pro dva vybrané diagramy. První je z VPL komponenty Workflow Designer a druhý z komponenty ModelBuilder.

Výsledky na obou testovaných komponentách jsou hodně ovlivněny náročností otázky položené v testu. Na obr. 16 měli respondenti najít prvek, který má nastavený parametrický vstup. Tento vstup se volí pomocí zatržítka v prvním černém obdélníku úplně dole. Z heat mapy je zřejmé, že studenti studovali nejdéle obdélník, který má rozvinutou volbu vpravo, ale volba parametrického nastavení je mimo centrum heat mapy. Oblastí hot spot je více a je zřejmé, že hledání správné odpovědi trvalo déle. To naznačuje, že expresivita zde není dobrá.



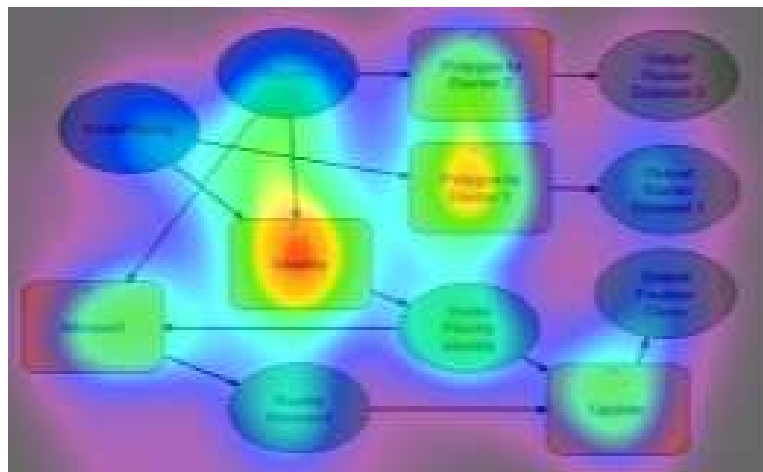
Obr. 16 Eye – Tracking testování, VPL komponenta Workflow Designer – otázka 4

Obdobná testovací otázka byla použita i pro ModelBuilder. Parametrický vstup je graficky znázorněn v ModelBuilder písmenem P. Při testování byl použit diagram, kde byl nastaven jeden vstupní parametr. Související otázka zněla: „Označte vstup, který je parametrický.“ Na heat mapě je zřejmé (obr. 17), že pozornost se soustředěna přímo na tento prvek a písmeno P se nachází blízko středu hot-spot. Je zřejmé, že dimenze [ROLE] expressiveness vychází lépe u komponenty ModelBuilder v případě parametrického vstupu.



Obr. 17 Eye – Tracking testování, VPL komponenta ModelBuilder – otázka 7

Diagram na obr. 18 měl vloženo několik prvků operací, a byla položena otázka: „Kolik prvků v diagramu reprezentuje překryvné operace?“ Z výsledných hot-spot je zřejmé, že testeři sledovali hlavně symbol obdélníku, který představuje jakýkoliv nástroj (operaci). Následně musel již uživatel vybrat a počítat jen ty obdélníky, které reprezentují jen překryvné operace. Správná odpověď zde je „2 prvky“. Nejsilnější hot-spot je na nástroji Identity. Lze si to odůvodnit tím, že se jedná o nástroj, který přísluší ke hledané operaci (správné odpovědi) a také je blízko středu diagramu, což vysvětluje nejsilnější hot-spot.



Obr. 18 Eye – Tracking testování, VPL komponenta ModelBuilder – otázka 5

7 DISKUZE

Asi nejzásadnější otázkou pro diskuzi v této práci je, zdali jsou kognitivní dimenze vhodné pro hodnocení a srovnávání VPL komponent. Zdali není vhodnější testovat VPL komponenty metodou Eye – Tracking.

Kognitivní dimenze realizované dotazníkem nabízejí sofistikovaný přehled o šestnácti klíčových vlastnostech, které by měly VPL komponenty buď splňovat, nebo alespoň nabízet nějakou alternativu. Poměrně dobře vystihují grafickou reprezentaci prvků, popisné vlastnosti diagramu jako celku, i jeho dílčích částí.

Z některých dimenzí vzešly i náměty na zlepšení či drobné úpravy VPL komponenty, pro zlepšení práce ze strany uživatele. Dotazník kognitivních dimenzí toto formuluje ve své závěrečné dimenzi [IMPR].

Celkově lze považovat kognitivní dimenze a jejich dotazník za poměrně výkonný nástroj, který svým popisem dokáže srovnávat i VPL komponenty mezi sebou. Vývojáři GIS produktů by mohli využívat právě tento dotazník pro hodnocení platformy HCI.

Metoda Eye – Tracking poukázala na problematiku zkušeností uživatelů s prací ve VPL komponentě. VPL komponenty v GIS produktech mají své specifické rysy, a vyžadují vysokou míru odborných znalostí. Bez těchto znalostí nemůže uživatel, i kdyby byla VPL komponenta zpracována zcela bez nedostatků, nikdy efektivně s tímto nástrojem pracovat.

Eye-Tracking testování může přinést objektivizaci závěrů, ke kterým se došlo při hodnocení podle kognitivních dimenzí. Hodnocení podle kognitivních dimenzí bylo provedeno na základě dlouhodobých praktických zkušeností autorem bakalářské práce. Tudíž může být zatíženo ve větší, či menší míře subjektivním názorem. Naopak testování proběhlo na skupině studentů a je tudíž objektivnější. Protože Eye-Tracking testování nebylo hlavním cílem práce, lze objektivizaci výroků potvrdit jen pro některé dimenze.

8 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo provést srovnání visuálního programování v GIS produktech podle kognitivních dimenzí. Dalším cílem bylo zpracovat rešerši o nasazení visuálního programování v GIS produktech. Vybrané GIS produkty pro tuto práci byly: ArcGIS, AutoCAD Map, ERDAS a IDRISI. Srovnání produktů proběhlo podle dotazníku kognitivních dimenzí. V praktické části byly vytvořeny sady dataflow diagramů, pro jednotlivé GIS produkty. Každá sada obsahuje pět diagramů, které jsou nahrané na příloženém DVD k této práci. V průběhu byla ještě práce rozšířena o metodu Eye – Tracking, z důvodu komparace metody kognitivních dimenzí.

Nejpodstatnějšími výstupy této práce jsou zpracované dotazníky kognitivních dimenzí pro srovnávané GIS produkty. Tyto dotazníky ve výsledku poukazují na nedostatky při práci ve VPL komponentách. V práci je prezentována kognitivní dimenze [ROLE]. Z této dimenze vzešly nedostatky grafických reprezentací prvků v jednotlivých VPL komponentách. Celkové srovnání s návrhy změn či drobných nedostatků VPL komponent je v příložených dotaznících. Drobné návrhy na inovace VPL komponent jsou uvedeny v dimenzi [IMPR]. Dimenze [SECN] a její řešení vyvodily, že možnost vkládat popisky má pouze Model Maker a ModelBuilder. Možnost zákazu vykonání prvků umí pouze Workflow Designer. V komponentách Workflow Designer a Model Maker schází možnost nastavit barevnou výplň.

Dále bylo v rámci bakalářské práce provedeno testování metodou Eye – Tracking. Tato metoda poukázala na další fakt, kterým se kognitivní dimenze příliš nezabývají. Mimo technického zpracování a aplikace platformy HCI, je také velice podstatná zkušenost uživatelů s prací ve VPL komponentě. Pokud uživatelé příliš zkušeností nemají, na výsledcích se to zásadně projeví. Nicméně v obou testovaných skupinách se vyskytovali studenti převážně s průměrnými znalostmi komponent. Lze uvažovat o vyřazení odpovědí studentů, kteří evidentně měli slabé znalosti – špatné odpovědi a dlouhé časy odpovědí.

Nakonec byly zpracovány webové stránky pro tuto bakalářskou práci, kde je možnost stáhnout kompletní text této práce ve formátu PDF.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

PETRŮ, J. *Fyziologie mysli, Úvod do kognitivní vědy*. Olomouc, Ostrava, 2007. 385 s. ISBN 978-80-7254-969-6. [cit. 12-05-2013]

DOBEŠOVÁ, Z. (2011a): Visual programming language in geographic information systems .Recent Researches in Applied Informatics, Proceedings of the 2nd International Conference on Applied Informatics and Computing Theory, AICT 11, Prague WSEAS Press, 276-280 s., ISBN 978-1-61804-034-3 [cit. 12-05-2013]

DOBEŠOVÁ, Z. (2011b): Programming Language Python for Data Processing. Proceedings of International Conference on Electrical and Control Engineering (ICECE), Yichang, China, Volume 6, Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), CFP 1173J-PRT, 4866-4869s. ISBN 978-1-4244-8163-7. [cit. 12-05-2013]

BLACKWELL, A., GREEN, T. (2007): “A Cognitive Dimensions Questionnaire “, *Blackwell Green* [online]. 2007 [cit. 12-05-2013]. A., Dostupné z WWW: <<http://www.cl.cam.ac.uk/~afb21/CognitiveDimensions/CDquestionnaire.pdf>>

GREEN T., PETRE M. (2012): “Usability Analysis of Visual Programming Environments: a ‘cognitive dimensions’ Framework“ [cit. 12-05-2013] Dostupné z WWW: <<http://homepage.ntlworld.com/greenery/workStuff/Papers/UsabilityVPs.PDF>>

BLACKWELL A., GREEN T. (2000): “Cognitive Dimensions of Information Artefacts: a tutorial“ [cit. 12-05-2013] Dostupné z WWW: <<http://www.cl.cam.ac.uk/~afb21/CognitiveDimensions/CDtutorial.pdf>>

BLACKWELL A., GREEN T. (2007): [cit. 12-05-2013] “A Cognitive Dimensions Questionnaire“ [cit. 12-05-2013] Dostupné z WWW: <<http://www.cl.cam.ac.uk/~afb21/CognitiveDimensions/CDquestionnaire.pdf>>

DOBEŠOVÁ Z. (2012a): *Assesment of Visual Languages in Geographic Information Systems* [cit. 12-05-2013]

DOBEŠOVÁ Z. (2012b): *Visual Programming for Novice Programmers in Geoinformatics* [cit. 12-05-2013]

CHURCH L. (2008): "Cognitive Dimensions – a short tutorial" [cit. 12-05-2013]
Dostupné z WWW: < <http://www.lukechurch.net/professional/publications/ppig-2008-09-cognitivedimensions-ashorttutorial.pdf>>

VOŽENÍLEK, V. (2002): Diplomové práce z geoinformatiky. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, UP, 61 s. [cit. 12-05-2013]

SUMMARY

The aim of this bachelor thesis was to compare visual programming in GIS products. Among the comparator software was AutoCAD Map 3D 2012, ArcGIS 10.0, Erdas Imagine 9.3 and Idrisi 15. Elements of GIS products that enable the realization of visual programming in GIS product called VPL components. As a method for comparison are used cognitive dimension. Dimension were developed by Thomas R. G. Green and Allan F. Blackwell and assembled into a cognitive dimensions questionnaire. This questionnaire includes a total of sixteen cognitive dimensions. The dimensions of the questionnaire were empirically compiled to best captured Human – computer interaction and also the technical side VPL components. The author of this thesis questionnaire applied to the VPL components in these GIS products.

After completing the questionnaire came to the surface, the VPL components can be designed in a very different way from the developers. Components may require high expertise operator. In addition, some components are not able to zoom in and out in the working environment. The dimensions emerged and the limited possibilities of using the tools in the work environment, etc. In addition to cognitive dimensions and measurements were carried out using Eye - Tracking. The second method was to VPL components used to compare the results of both methods.

The conclusion presents the results obtained by both methods. The result is that the method of the cognitive dimension has good descriptive function and is able to design and optimize. These optimizations have resulted in zpracování questionnaire. Method eye tracking pointed to the fact that the work in the VPL components is required high level zkušeností users with this type of programming.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy

- Příloha 1 Kognitivní dimenze aplikované ve VPL komponentách GIS produktů
- Příloha 2 Dotazník kognitivních dimenzí Macro Modeler
- Příloha 3 Dotazník kognitivních dimenzí Model Maker
- Příloha 4 Dotazník kognitivních dimenzí ModelBuilder
- Příloha 5 Dotazník kognitivních dimenzí Workflow Designer

Volné přílohy

- Příloha 6 DVD

Popis struktury DVD

- Metadata
- Text_Prace
- Data_Eye_Tracking_ModelBuilder
- Data_Eye_Tracking_Workflow_Designer
- Projekty_Eye_Tracking_BeGaze
- Projekty_Eye_Tracking_Ogama
- Data_Diagramy
- Diagramy_Macro_Modeler
- Diagramy_Model_Maker
- Diagramy ModelBuilder
- Diagramy Workflow Designer
- Dotazniky_Kognitivni_Dimenze
- Web