

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra geoinformatiky**

**Peter Karvaš**

**SESTAVENÍ ZNALOSTNÍ BÁZE EXPERTNÍHO  
SYSTÉMU PRO ZNÁZORŇOVÁNÍ RELATIVNÍCH  
HODNOT JEVU**

(Build a knowledge base of expert system for the display of the relative values of the phenomenon)

**Diplomová práce**

**Vedúci práce: Doc. RNDr. Jaromír Kaňok, CSc.**

**Olomouc 2011**

## **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že som diplomovú prácu magisterského štúdia oboru Geoinformatika vypracoval samostatne pod vedením Doc. RNDr. Jaromíra Kaňoka, CSc..

Všetky použité materiály a zdroje sú citované s ohľadom na vedeckú etiku, autorské práva a zákony na ochranu duševného vlastníctva.

Všetky poskytnuté i vytvorené digitálne dáta nebudem bez súhlasu školy poskytovať.

V Olomouci 23. apríla 2011

---

Ďakujem vedúcemu práce Doc. RNDr. Jarmírovi Kaňokovi za podnety a pripomienky pri vypracovaní práce. Ďalej ďakujem konzultantom a pracovníkom katedry geoinformatiky UP za pomoc a cenné rady pri spracovaní práce.

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Peter KARVAŠ**  
Studijní program: **N1301 Geografie**  
Studijní obor: **Geoinformatika**  
Název tématu: **Sestavení znalostní báze expertního systému pro znázorňování relativních hodnot jevu**  
Téma anglicky: **Build a knowledge base of expert system for the display of the relative values of the phenomenon**  
Zadávací katedra: **Katedra geoinformatiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je:

- vypracování pravidel pro naplnění znalostní báze expertního systému.
- propracovat zásady, pravidla a metody tematické kartografie pro znázorňování relativních hodnot jevu (kartogramy, metoda teček - kartogramový způsob, dasymetrická metoda apod.) do podoby znalostní báze.

Navržené postupy budou dovedeny do podoby detailních elementárních kartografických znalostí a pomohou při procesu tvorby map s využitím expertního systému (výběr z DROOLS, JESS). Každý rozhodovací krok při interaktivní tvorbě map bude doplněn množinou možných řešení mapy. Z nich uživatelé bude podle cíle mapy volit taková řešení, která budou nejlépe odpovídat funkci, účelu a konkrétnímu tématu mapy.

Doporučený postup prací:

- Rešerše mapové a atlasové tvorby zaměřenou na zpracování relativních hodnot jevu.
- Rešerše literatury, která se věnuje metodám pro znázornění relativních hodnot jevu.
- Zpracování rozhodovacího procesu při tvorbě tematické mapy (TM) podle tématu mapy.
- Zpracování rozhodovacího procesu při tvorbě TM podle funkce a účelu mapy.
- Zpracování rozhodovacího procesu při tvorbě TM pro výběr vyjadřovacích prostředků.
- Zjištění souvislostí rozhodovacích procesů při tvorbě TM a dodržování základních zásad, pravidel tematické kartografie.
- Spojení rozhodovacích procesů v jeden logický celek (algoritmus) pro znázorňování relativních jevů v tematických mapách.
- Sepsání textové části práce + CD (DVD).

O magisterské práci vytvoří student informační internetovou stránku, která bude v den odevzdání práce umístěna na server UP. Na závěr práce připojí jednostránkové resumé v anglickém jazyce. Veškerá digitální podkladová data a všechny digitální výsledky budou přiloženy k práci na CD-ROM. Student odevzdá údaje o všech datových sadách, které vytvořil a získal v rámci práce, pro potřeby zaevidování do Metainformačního systému katedry ve formě vyplněného dotazníku.



Rozsah grafických prací: dle potřeby práce  
Rozsah pracovní zprávy: max. 50 stran bez příloh  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Prostudovat základní literaturu o expertních systémech, kartografických metodách a také teorii o cílech, funkcích a účelech tematických map a atlasů. Seznámit se z produkty DROOLS a JESS.

Kaňok, J.: Tematická kartografie. Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava 1999, 318 s.

Pravda, J.: Stručný lexikon kartografie. VEDA, Bratislava 2003. 325 s. ISBN 80-224-0763

Pravda, J.: Metódy mapového vyjadrovania. Klasifikacia a ukážky. Geographia Slovaca 21/2006, VEDA, Vydavateľstvo SAV GÚ, Bratislava, 2006, 126 s. ISSN 1210-3519

Ratajski, L.: Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej. 2. vyd., Warszawa - Wrocław, PPWK 1989, 338 s.

Slocum, T.A. McMaster, R., B., Kessler, F., C., Howard, H., H.: Thematic Cartography and Geographic Visualization. Prentice Hall series in geographi information science. 2nd edition. Pearson Education, USA, 2005.

Voženílek, V.: Diplomové práce z geoinformatiky, Vydavatelství UP, Olomouc, 2002, 60 s.

Voženílek, V. : Cartography for GIS: geovizualization and map communication. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2005, 140 s. ISBN 80-244-1047-8


Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Jaromír Kaňok, CSc.  
Katedra geoinformatiky

Datum zadání diplomové práce: 11. prosince 2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011

  
Doc. RNDr. Jaromír Kaňok, CSc.

L.S.  
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA GEOINFORMATIKY  
tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc  
-1-

  
Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 11. prosince 2009

# OBSAH

<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1 CIELE PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>2 POUŽITÉ METÓDY A POSTUP SPRACOVANIA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Použitý softvér .....	11
2.2 Postup spracovania .....	12
<b>3 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....</b>	<b>13</b>
3.1 Metódy pre zobrazovanie relatívnych hodnôt javu .....	14
3.1.1 Metóda bodiek .....	14
3.1.2 Dasymetrická metóda .....	15
3.1.3 Kartogram .....	16
3.1.4 Modifikácie kartogramu - pseudokartogram .....	18
3.2 Reprezentácia znalostí, znalostné inžinierstvo .....	21
3.3 Expertné systémy .....	22
3.3.1 Báza znalostí .....	23
3.3.2 Inferenčný mechanizmus .....	23
3.3.3 Typy ES .....	24
3.3.4 Tvorba ES .....	24
3.4 Ontologické inžinierstvo .....	25
3.5 Ontológie v informačnom kontexte .....	25
3.5.1 Kategorizácia ontológií .....	26
3.5.2 Jazyk OWL .....	26
3.5.3 Hlavné komponenty OWL ontológie .....	27
<b>4 VLASTNÉ RIEŠENIE .....</b>	<b>29</b>
4.1 Typické chyby na mapách .....	29
4.1.1 Kartogram a pseudokartogram .....	29
4.1.2 Grafy a diagramy .....	29
4.1.3 Kartografické znaky .....	30
4.1.4 Stupnice .....	30
4.1.5 Popis na mape .....	31
4.1.6 Farby na mape .....	32
4.1.7 Kompozícia mapy .....	32
4.2 Výber riešenia .....	34
4.3 Tvorba ontológie .....	34
4.3.1 Budovanie taxonómie .....	35

4.3.2	Disjunktnosť tried .....	37
4.3.3	Objektové vlastnosti .....	37
4.3.4	Definičný obor a obor hodnôt.....	38
4.3.5	Inverzná vlastnosť.....	39
4.3.6	Vizualizácia grafického pohľadu na ontológiu.....	40
4.3.7	Obmedzenia vlastností.....	40
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>43</b>
5.1	Pomenovanie tried a vlastností.....	43
5.2	České riešenie.....	43
5.2.1	Popis tried .....	45
5.2.2	Popis vlastností .....	52
5.3	Anglické riešenie.....	53
5.3.1	Popis taxonómie tried .....	54
5.4	Grafické ukážky riešení.....	60
5.4.1	Ukážka českého riešenia.....	60
5.4.2	Ukážka anglického riešenia .....	62
<b>6</b>	<b>DISKUSIA.....</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVER .....</b>	<b>66</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATÚRA A INFORMAČNÉ ZDROJE</b>	
	<b>SUMMARY</b>	
	<b>ZOZNAM PRÍLOH</b>	

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

<b>Skratka</b>	<b>Význam abecedne</b>
CMYK	Cyan Magenta Yellow black
D(v)	Definičný obor objektovej vlastnosti v Protégé
ES	Expertný systém
GIS	Geografický Informačný Systém
GIT	Geoinformačné technológie
GUI	Graphical User Interface
H(v)	Obor hodnôt objektovej vlastnosti v Protégé
HSV	Hue Saturation Value
ICA	International Cartography Association
JPEG	Joint Picture Experts Group
OWL	Web Ontology Language
PNG	Portable Network Graphics
RDF	Resource Description Framework
RGB	Red Green Blue
SVG	Scalable Vector Graphics
XML	eXtensible Markup Langure



# ÚVOD

Prečo reprezentovať znalosť? Informačné technológie ako také nevytvárajú znalosť, slúžia iba ako prostredník, ktorý vďaka svojim nástrojom umožňuje znalosť vytvoriť, spravovať a pomocou vytvorenej infraštruktúry zdieľať medzi užívateľmi.

Znalosť primárne vzniká, leží v ľudských myšliach, zdieľanie znalostí vyžaduje dôveru, musí byť podporované a odmeňované. Technológie umožňujú vytvoriť nové vlastnosti spojené so znalosťou, popritom je nutná podpora manažmentu a vytváranie zdrojov. Samotné vytváranie znalosti by malo začať pilotným projektom, pri tom je ale nutné zdefinovať kvalitatívne a kvantitatívne merateľné ukazovatele pre samotné vyhodnotenie pilotného programu. Vytváranie znalostí je kreatívny proces, ktorý by mal byť podporovaný novými cestami vytvárania znalostí, ktoré umožňujú danú znalosť vhodne reprezentovať a spracovávať.

Veľké množstvo organizácií pôsobiacich v sférach ľudskej činnosti s pridanou hodnotou sa stretávajú s problémom straty znalostí z odchodom skúsených ľudí, zamestnancov. Rovnako to platí aj v oblasti kartografie, s odchodom skúsených odborníkov sa vytrácajú z kartografickej tvorby striktné pravidlá, ktoré presne definujú jednotlivé kartografické metódy. Táto strata znalostí sa stáva stále väčším problémom a prijímajú sa rôzne opatrenia k uchovaniu znalostí. Reprezentácia znalostí sa zdá byť najvhodnejším riešením nielen pre uchovanie expertných znalostí, ale aj pri výučbe a odovzdávaní informácií novej generácii. Tento fakt odovzdávať a učiť je jedným z hlavných cieľov mojej práce.

Definícia tematickej mapy podľa ICA: „Tematická mapa je mapa, ktorej hlavným obsahom je vizualizácia rozloženia prírodných a socioekonomických javov (objektov a procesov), následne ich vzájomných vzťahov.“ Tematické mapy znázorňujú rozloženie jedného alebo viacerých javov. Štatistické dáta sú veľmi často exprimované v tematických mapách. Dáta rozdeľujeme do dvoch veľkých skupín na kvalitatívne a kvantitatívne. Kvantitatívne dáta sú absolútne alebo relatívne. Vizualizáciu relatívnych hodnôt javu riešila moja diplomová práca.

Diplomová práca bola riešená v rámci projektu GA205/09/1159 Inteligentní systém pro interaktivní podporu tvorby tematických map. Projekt sa zaoberá návrhom inteligentného systému, slúžiaceho užívateľovi pre interaktívnu podporu tvorby máp. Východiskom pre vznik tohto systému je zvyšujúci sa počet užívateľov, ktorí nepoznajú základné kartografické pravidlá pre tvorbu máp, ktorí pristupujú k tvorbe máp pomocou GIS a GIT intuitívne. Výstupom ich práce sú často mapy, ktoré neplnia svoj cieľ a ani funkciu.

# 1 CIELE PRÁCE

Cieľom diplomovej práce bolo vypracovať súbor pravidiel pre naplnenie znalostnej bázy expertného systému, prepracovať zásady, pravidlá a metódy tematickej kartografie pre znázorňovanie relatívnych hodnôt javu (kartogramy, metóda bodiek - kartogramový spôsob, dasymetrická metóda) do podoby znalostnej bázy za pomoci vybudovania znalostnej ontológie. Navrhnuté postupy boli dovedené do podoby elementárnych kartografických znalostí a mali by pomôcť pri procese tvorby máp s využitím expertného systému DROOLS.

Samotnej práci predchádzalo podrobné štúdium mapovej a atlasovej tvorby, štúdium literatúry zameranej na spracovanie relatívnych hodnôt javu. V ďalšom kroku nasledovalo spracovanie rozhodovacieho procesu pri tvorbe tematickej mapy podľa témy mapy, podľa účelu a funkcie mapy a pre výber vyjadrovacích prostriedkov.

Práca sa zamerala na zisťovanie súvislostí rozhodovacích procesov pri tvorbe tematických máp a dodržiavaní základných zásad a pravidiel tematickej kartografie.

Finálnym a hlavným cieľom práce bolo spojenie jednotlivých rozhodovacích procesov v jeden logický celok - ontológiu pre znázorňovanie relatívnych hodnôt javu v tematických mapách. Výsledná ontológia reprezentuje vzťahy, ich kardinalitu a rozhodovacie pravidlá.

V rámci projektu GACR bude na pracovisku Vysokej školy Bánskej ontológia pomocou Java tried prevedená do formy funkčnej v prostredí DROOLS, kde budú v rámci projektu následne dodefinované konkrétne kartografické pravidlá, ktorými sa záväzne bude riadiť celý rozhodovací proces pri tvorbe máp pre znázorňovanie relatívnych hodnôt javu, čiže pri tvorbe kartogramov, kartogramového spôsobu metódy bodiek a dasymetrickej metódy.

O diplomovej práci bola vypracovaná internetová stránka, ktorá bola následne umiestnená na serveri UP a CD-ROM z celkovou dokumentáciou o práci.

## 2 POUŽITÉ METÓDY A POSTUP SPRACOVANIA

Pred samotným spracovaním práce prebehlo štúdium atlasovej a mapovej tvorby so zameraním hlavne na všetky druhy kartogramov, pseudokartogramov, metódu bodiek a dasymetrickú metódu. U každého poddruhu spomínaných metód bol prevedený rozbor zásad konštrukcie jednotlivých metód, snažili sme sa identifikovať spoločné a rozdielne črty a pravidlá. Tento proces štúdia mapových výstupov mal výrazný prínos pri budovaní ontológie, kde sa komplexný pohľad na danú záujmovú doménu a vzťahy v rámci príslušnej domény očakáva. Podobný proces nasledoval aj po naštudovaní literatúry týkajúcej sa tematiky zobrazovania relatívnych hodnôt javu, kde sa obdobne vyžadoval komplexný pohľad na danú doménu.

Po ukončení študijného procesu nasledovali konzultácie s expertom na doménu, kde boli vydiskutované sporné momenty v maximálnej možnej miere.

Znalosti nadobudnuté v prvých dvoch krokoch sme sa následne spojili v jeden logický celok - ontológiu pomocou softvéru Protégé. Jednotlivé pojmy, vzťahy boli zjednodušené a zovšeobecnené a prevedené do podoby strojového kódu, počítačového jazyka. Z pojmov sa stali triedy a objekty, vzťahy upravovali vlastnosti a podmienky. Výsledkom tohto procesu bola formulácia základných pravidiel tematickej kartografie pre zobrazovanie relatívnych hodnôt javu.

Vo vlastnom závere práce boli jednotlivé dosiahnuté výsledky a použitá metodika analyzované a prebrané v diskusii.

### 2.1 Použitý softvér

Pre tvorbu ontológie bol použitý softvér Protégé vo verzii 3.4.4., aby ju bolo možné následne previesť do prostredia expertného systému DROOLS.

Protégé je open-source nástroj, jeden z najrozšírenejších nástrojov poskytovaných zdarma, platformne nezávislý pre vývoj a správu ontológií a znalostných báz, ktoré sa využívajú v rôznych znalostných aplikáciách a širokom spektre aplikačných domén. Prvú verziu vytvoril Mark Musen, prvýkrát bola sprístupnená v roku 1987. Nástroj je vyvinutý v Jave, funguje na rôznych platformách ako je Win, Mac, Linux, Unix. Vytvorenú OWL ontológiu je možné uložiť do formátov: RDF/XML, OWL/XML, OWL Fuctional Syntax, Manchester OWL Syntax, Latex, Turtle. Pre rozšírenie funkcionality využíva tzv. pluginy napr. OWL Viz (pre vizualizáciu ontológií), pluginy pre prispôsobenie GUI. Umožňuje import ontológie do formátov XML, RDF, OWL a export ontológie do formátov formátov CLIPS, HTML, OWL, RDF, Turtle, N-Triple, N3, integráciu s inými aplikáciami napr. expertné systémy DROOLS, JESS. Využíva API pre prístup k ontológiám a programové manipulácie s nimi [32].

Protégé nie je expertný systém, ani neslúži priamo k ich tvorbe, ale pomáha vytvárať jednu z ich hlavných častí - bázu znalostí. Tým, že je znalostná база vytváraná oddelene, je možné lepšie ju spravovať a udržiavať [32].

## 2.2 Postup spracovania

Prvým krokom práce bolo štúdium mapovej a atlasovej tvorby zameranej na spracovanie relatívnych hodnôt javu a následné štúdium literatúry a internetových zdrojov, ktoré sa venujú metódam pre znázorňovanie relatívnych hodnôt javu (kartogram, metóda bodiek - kartogramový spôsob a dasymetrická metóda).

Po podrobnom oboznámení sa s tematikou bol spracovaný rozhodovací proces pri tvorbe tematickej mapy podľa témy, funkcie a účelu mapy a pre výber jednotlivých vyjadrovacích prostriedkov. S tým súvisí zaistenie súvislosti rozhodovacích procesov pri tvorbe tematických máp a dodržiavanie základných zásad a pravidiel tematickej kartografie.

V ďalšom kroku nasledovalo spojenie rozhodovacích procesov v jeden logický celok - ontológiu pre znázorňovanie relatívnych hodnôt javu v tematických mapách. Budovanie ontológie malo viacero fáz. V prvej fáze prebehla v nástroji Protégé cez menu OWLClasses definícia jednotlivých tried a objektov, v ďalšej fáze cez menu Properties definícia objektových vlastností, definičných oborov a oborov hodnôt jednotlivých vlastností, inverzných vlastností. V poslednej fáze boli u jednotlivých tried nedefinované obmedzujúce podmienky a rôzne druhy obmedzení (globálne, lokálne, existenciálne atď.)

Každý z predchádzajúcich krokov bol konzultovaný s expertom a vedúcim práce, prípadne pripomienky a námietky boli zohľadnené a po diskusii zahrnuté v diplomovej práci.

Záverom práce bola diskusia a vyvodenie záverov nad dosiahnutými výsledkami a vytvorenou ontológiou so súborom pravidiel pre vizualizáciu relatívnych hodnôt javu.

Nakoniec nasledovalo spísanie textovej časti práce, tvorba CD-ROM a webovej stránky o diplomovej práci.

### 3 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Je veľkou výzvou pre kartografickú komunitu zosumarizovať kartografickú znalosť do podoby zrozumiteľnej a voľne prístupnej laickej verejnosti. Prvé pokusy v tejto oblasti siahajú ešte do 70. rokov. V 80. rokoch bolo viacero snáh, kartografovia sa snažili o automatizovanú tvorbu máp, automatické popisovanie mapových prvkov, automatickú generalizáciu a detekciu konfliktov medzi popismi v mape. Základnou myšlienkou celého procesu bolo preniesť, čo najväčšiu mieru ľudskej expertnej znalosti a pretransformovať znalosť do jazyka počítača v prostredí expertného systému, ktorý by mal následne túto znalosť poskytovať jeho používateľom. Tieto systémy boli vytvárané poväčšine vo vývojárskych centrách v rámci projektov, často skončili len ako výstup z projektu alebo odrazový mostík pre ďalšie projekty a štúdie. Veľká časť z nich sa týkala len určitého úzkeho spektra kartografie. Z najdôležitejších môžeme uviesť MAPAID, MAPKEY, ACES.

Reprezentácií znalostí s oblasti kartografie existuje veľmi málo, pri svojej práci som sa stretol len s malou skupinou riešení, ktoré sa zaoberali touto tematikou. Žiadna z nich neriešila túto problematiku komplexne, neexistuje zatiaľ žiadne dostupné riešenie, ktoré by sa zaoberalo kartografiou ako celkom. Existujú iba snahy o jeho zostavenie, ktoré však narážajú na problematiku terminológie jednotlivých kartografických škôl, ktorá nie je jednotná. Pri hľadaní podobných prác sme sa snažili nájsť práce z oblasti samotnej kartografie, geografie, GIS a príbuzných oborov, ktoré majú na kartografiu priamu väzbu. V Českej republike riešil popis landcover pomocou doménovej ontológie docent Čerba zo Západočeskej univerzity v Plzni [14]. Táto tematika je súčasťou tzv. Annex II, ktorá je súčasťou celoeurópskej direktívy INSPIRE. Klasifikačný systém pre INSPIRE, pre landcover je konštruovaný ako doménová ontológia. Finálny systém vzišiel zo štúdie z viac ako 25 národných a medzinárodných klasifikácií landcover ako sú napríklad CORINE Land Cover, LCCS by FAO, Spanish SIOSE atď. Finálna landcover ontológia neslúži len ako univerzálna taxonómia, ale napomáha aj pri procese transformácie medzi národnými taxonómiami.

Skupina W3C Geospatial Incubator v roku 2007 vydala správu a navrhla jednoduchú geospatial ontológiu pre web. Obsahuje geospatial modely definované OGC alebo ISO, ktoré obsahujú požadovanú geografickú reprezentáciu. W3C vyvinulo GeoOWL, jednoduchý geoslovník, ktorý nasleduje GeoRSS. GeoOWL poskytuje diferenciáciu medzi tým čo je geografický objekt a aká je jeho geometria. Táto geografická ontológia je odlišná od akýchkoľvek negeografických ontológií, pretože topológia a vzťahy časť-celok hrajú špecifickú a nezastupiteľnú rolu v geografickej doméne. Okrem geografických pojmov realizácia geospatial sémantického webu poskytuje odlišnú prácu s časom a priestorom. Myšlienka geografickej ontológie je úzko prepojená s kartografickou doménou a inšpirovala ma pri budovaní kartografickej

ontológie, pretože samotné mapové znaky a symboly v mape sú taktiež presne lokalizované a platia medzi nimi topologické vzťahy.

Ontológia E. Panatleaoa [18], ktorá je súčasťou jeho dizertačnej práce, sa zaoberá priamo doménou kartografie. Jedná sa o jednoduchú kartografickú ontologiu, ktorá pokrýva iba mapové znaky a symboly, premenné znaku, formu geoprvkov (bod, línia, polygón) a kategórie atribútových dát (nominálne, ordinálne, numerické). V ontologii sa nezmieňuje žiadna kartografická metóda a ontológia sa nedotýka ani samotnej kompozície mapy.

Špeciálne distribuované riešenie bolo vyvinuté vo Švajčiarsku, jedná sa o tzv. QGIS mapserver [33], ktorý je open source WMS prevedenie. Okrem toho implementuje ďalšie kartografické prvky ako je uvedené v popise služby. Obsahom QGIS mapserveru sú vektorové a rastrové súbory dát, ktoré môžu byť vizualizované podľa kartografických pravidiel obsiahnutých v riešení. Generované mapy sú klientovi odosielané späť cez internet.

Systém pre tvorbu máp CommonGIS [1] integruje špeciálneho kartografického sprievodcu, túto komponentu môžeme považovať za znalostnú bázu. Sprievodca podporuje kladenie otázok a poskytuje odpovede na položené otázky. Týmto spôsobom sa snaží užívateľa učiť a viesť ku korektnému výsledku.

Ontológia vybudovaná v rámci diplomovej práce bude aplikovaná v rámci projektu inteligentného systému pre interaktívnu tvorbu máp. Dizajn kartografického inteligentného systému navrhovaného v rámci projektu je založený na určitých vzájomných vzťahoch medzi zložkami: kartografia, formálne konceptuálne analýzy, znalostná báza (ontológia). Tieto zložky sú nevyhnutné pre vybudovanie expertného systému, ktorého hlavným cieľom bude, aby užívateľ vytvoril kartograficky korektnú tematickú mapu.

### **3.1 Metódy pre zobrazovanie relatívnych hodnôt javu**

Základnými metódami pre vizualizáciu relatívnych hodnôt javu sú kvantitatívne metódy kartogramu, metóda bodiek, dasymetrická a aj metóda pseudokartogramu.

#### **3.1.1 Metóda bodiek**

Podľa Kaňok [8] rozlišujeme dva spôsoby realizácie metódy bodiek a to na základe toho, či sa jedná o znázorňovanie javu kvalitatívneho alebo kvantitatívneho. V prípade, že sa jedná o zobrazovanie kvalitatívneho javu znázorňujeme jav bodkou a ide len o lokalizáciu javu do mapy, na forme bodky v tomto prípade nezáleží, rozhodujúca je kvalita javu - ide o geometrické a symbolické znaky. Z kvantitatívneho hľadiska môžeme povedať, že väčšinou platí pravidlo: jedna bodka vyjadruje jeden jav, objekt.

Rozmiestnenie daného javu v skutočnosti je vyjadrené rozmiestnením bodiek v mape a zároveň poukazuje na intenzitu a rozptýlenie javu. Pred spracovaním mapy metódu bodiek musí byť vykonaná analýza rozmiestnenia javu v geografickom priestore.



Podľa potreby sa následne volí spôsob rozmiestnenia v mape. Spôsob rozmiestnenia môže byť:

- **Topografický spôsob** - vyjadruje rozmiestnenia javu na mape podľa rozmiestnenia v priestore. Vyžaduje sa, aby rozmiestnenie javu na mape bolo podobné skutočnosti, zhodnosť sa zaručiť nedá. Táto metóda je obvykle využíva ako podklad topografické mapy, preto je spojená s hlbšími znalosťami tematickej kartografie, kartografickej tvorby a generalizácie.
- **Kartogramový spôsob** - rozmiestnenie bodiek v tomto prípade je na rozdiel od topografického spôsobu rovnomerné vzťahné k určitej územnej jednotke. Rozmiestnenie a veľkosť javu nepredstavujú jednotlivé bodky, ale ich množina v danom územnom celku. Kartogramový spôsob znázornenia javu je prechodným štádiom medzi bodkovým kartodiagramom a bodkovým kartogramom. V tejto práci sa zameriavame na tento spôsob.

### 3.1.2 Dasymetrická metóda

Podľa Kaňoka [8] metódy dasymetrické ukazujú oblasti s rovnakou hustotou, intenzity javu, snažia sa presnejšie určovať geografické rozloženie štatistických hodnôt. Niekedy sú označované ako dasymetrické kartogramy. V dasymetrickom prístupe je podstata v zaznamenávaní premenlivosti výskytu javu, tým sa táto metóda zbavuje umelo vytvorených jednotiek (administratívnych). Pri tejto metóde pristupujeme k dvom typom analýz.

- **Analýza bodkovej mapy (dasymetrická analýza)** - v rámci bodkovej mapy sa vždy dajú určiť areály s rovnakou hustotou bodiek. Priemerne vzdialenosti medzi bodkami v určených areáloch zostávajú v pomere k hustote javu, jeho intenzite na jednotku plochy.

$$D = V_T : d \quad (1)$$

Kde  $D$  je intenzita javu,  $V_T$  je váha bodky,  $d$  je vzdialenosť medzi bodkami v skutočnosti.

Pretože v prípade dasymetrického kartogramu sú hodnoty rozdelené do triednych intervalov, musíme zistiť dolnú a hornú hranicu výskytu javu. Tieto dve hodnoty nám spolu s analýzou rozmiestnenia bodiek na mape dovoľujú rozdelenie javu do triednych intervalov.

- **Analýza kartogramická** - metóda je používaná v prípade, keď územné jednotky sú príliš veľké alebo keď z určitých častí územia chýbajú štatistické údaje. Všeobecne sa používa v prípade, keď jav nemá plynulý charakter v priestorovom rozložení. Základom je rozdelenie záujmového územia na menšie plochy, ktoré sa vyznačujú rôznym typom geografického prostredia a rôznou hustotou javu, analýza vyžaduje dokonalú znalosť topografického rozmiestnenia javu, čo sa dá dosiahnuť štúdiom tematicky odlišných máp alebo zisťovaním štatistických údajov priamo z literatúry. Ak poznáme intenzitu javu v určitej časti

administratívnej jednotky, môžeme vypočítať hodnotu intenzity javu v ostatnej časti územia podľa vzťahu:

$$D_n = (D - (D_m * a_m)) : (1 - a_m) \quad (2)$$

Kde  $D_n$  je hľadaná veľkosť intenzity javu v časti n, D je veľkosť intenzity javu v celom území,  $D_m$  je veľkosť intenzity javu v známej časti územia m,  $a_m$  je rozloha známej časti územia m.

### 3.1.3 Kartogram

Kartogram je definovaný podľa Kaňok [8] ako mapa s dielčimi územnými celkami, do ktorých sú plošným spôsobom znázornené štatistické dáta relatívnej hodnoty, väčšinou geografického charakteru. Táto metóda patrí k najčastejšie používaným vyjadrovacím prostriedkom kvantity v oblasti geografie.

Avšak v prípade tejto metódy dochádza k častému nesprávnemu použitiu, hlavne v počítačových manuáloch je kartogram v mnohých prípadoch definovaný nesprávne. Najčastejšou chybou je vkladanie absolútnych hodnôt javu, tieto hodnoty sa nevzťahujú k ploche.

Podstatnou charakteristikou kartogramu je to, že zobrazuje relatívne hodnoty javu, kvantitatívne dáta sú prepočítané na jednotku plochy dielčieho územného celku. V prípade, že tieto dáta nie sú prepočítané na plochu, hovoríme o tzv. pseudokartograme (nepravý kartogram). Vonkajšia forma kartogramu predstavuje charakteristický spôsob znázornenia štatistických relatívnych hodnôt, územné celky sú vyplnené rastrom alebo farebným odtieňmi, ktoré reagujú na relatívnu veľkosť príslušných dát. Objektívne zostavené stupnice stanovujú farebné odtiene a hustotu rastru, ktoré nezavádzajú koncového čitateľa mapy.

Podľa Kaňok [8] existuje 22 konštrukčne odlišných druhov kartogramov, v počítačových nástrojoch sú implementované len niektoré, čo obmedzuje využívanie iných typov kartogramov, ktoré niekedy lepšie vyjadrujú, popisujú špeciálne geografické javy. V bežnej praxi sa najviac používa jednoduchý homogénny kartogram.

#### **Druhy kartogramov podľa Kaňok [8], [9] a Kaňok a Voženílek [12]:**

Podľa spôsobu interpretácie javu existujú kartogramy jednoduché, zložené, štruktúrne, bodkové, čiarové, priestorové a samostatnou skupinou sú modifikácie kartogramu.

**Kartogram jednoduchý** - prezentuje len jeden jav. Forma znázornenia javu potom rozlišuje jednoduché kartogramy na homogénne, kvalifikačné, selektívne a kartogramy jednoduché bodkové a geometrické.

- **Kartogram jednoduchý homogénny** - najfrekvencovanejší a najjednoduchší druh kartogramu. Každá časť celku je pokrytá farbou alebo šrafami podľa

dopredu zostavenej stupnice, grafická stupnica musí byť u kartogramu uvedená stále.

- **Kartogram jednoduchý kvalifikačný** - svojou podstatou je obdobou grafu strednej indexovej hladiny, preto je niekedy označovaný aj ako kartogram jednoduchý indexový. V prvom kroku sa určí priemer alebo stredná hladina intenzity javu v celej znázorňovanej ploche kartogramu. V stupnici sa následne vyznačia rozdielnym rastrom triedne intervaly nad a pod strednou hladinou, pritom sa intenzita oboch druhov šrafovania zväčšuje smerom na obe strany od strednej hladiny. Podobne môžeme použiť odtiene farby, pre hodnoty nad strednou hladinou odtiene teplých farieb pre hodnoty pod strednou hladinou odtiene studených farieb, poprípade kombináciu šraf s bodkovou stupnicou. Po znázornení jednotlivých hodnôt kartogramu sa obvykle zvýraznenou čiarou vymedzia územia javu s intenzitou javu nad a pod strednou hladinou.
- **Kartogram jednoduchý selektívny** - svojím spôsobom je iným druhom kvalifikačného kartogramu jednoduchého. Používa sa v prípade výskytu dvoch a viacerých kategórií javu na ploche kartogramu, ktoré sa v relatívnych hodnotách dopĺňajú. Ide o prípady, keď zmenšovaním jednej kategórie, úmerne narastá druhá kategória. Najprv dochádza k selekcii, vyberá sa jedna kategória javu, ktorú spracovávame spôsobom jednoduchého kartogramu, táto selekcia musí byť vyznačená v legende.
- **Kartogram jednoduchý bodkový** - vzniká rozdelením plochy kartogramu sieťou pomyselných, na seba kolmých čiar a priesečníky sú zároveň stredy bodiek zaznamenaných do plochy kartogramu. Na rozdiel od metódy bodiek v tomto prípade sú zakreslené hranice dielčích územných celkov. Vďaka stálej pozícii je jednoduché zhotovovať takýto druh kartogramov na počítači, ktorý vypočíta proporcionálnu veľkosť bodiek, v prípade zlého výpočtu vznikne škvrna.
- **Kartogram jednoduchý geometrický** - je jednoduchý kartogram, ktorý sa skladá z rovnomerne rozložených bez medzier susediacich geometrických obrazcov, pričom každá plocha musí mať zistenú svoju hodnotu intenzity javu, vypočíta sa stupnica a kartogram sa ďalej spracováva štandardným spôsobom.

**Kartogram zložený** - slúži k prezentácii údajov dvoch alebo viacerých sledovaných javov na určitom území, umožňuje rýchle a jednoduché porovnanie intenzít sledovaných javov v jednotlivých dielčích územných celkoch. Zostavenie triednych intervalov v stupniciach musí byť spracované jednotnou metódou, jednotlivé kartogramy musia byť od seba jednoznačne odlíšiteľné (smerom a formou šraf, smerom, odtiene jednej farby k vyjadreniu rozdielnej intenzity). Kartogramy, ktoré vyjadrujú vzťah dvoch geografických javov rôznymi geografickými prostriedkami (šrafami, farbou), sa nazývajú ako **kartogramy vzťahové**. Zložené kartogramy sa podľa vyššie spomínaných kritérií delia na korelačné a pseudokorelačné.

- **Kartogram zložený korelačný** - kartogram, kde závislosť javu je dokázaná štatistickými metódami.

- **Kartogram zložený pseudokorelačný** - kartogram, kde závislosť javov nie je štatisticky dokázaná, ale vzťah je logicky možný a zrejмый z grafického znázornenia sledovaných javov.

**Kartogram bodkový** - umožňuje veľmi ľahko zistiť prezentované množstvo v každej časti kartogramu. Intenzitu vyjadruje zahustenie bodiek v jednotlivých dielčích územných celkoch kartogramu. Každá bodka ma určenú hodnotu, preto je možné jednoduchým výpočtom zistiť konkrétnu číselnú hodnotu javu v danom územnom celku.

- **Kartogram bodkový prirodzený** - vzniká umiestnením zodpovedajúceho počtu bodiek do plôch kartogramu - administratívnych jednotiek. Množstvo bodiek zodpovedá intenzite javu a súčasne konkrétnej hodnote javu. Tento druh kartogramu je veľmi podobný kartogramovému spôsobu metódy bodiek s tým rozdielom, že u tohto druhu kartogramu sú vyznačené hranice územných jednotiek. Iný a podstatnejší rozdiel je v samotnom použití veľkosti bodiek. U kartogramu bodkového prirodzeného, bodky reprezentujú veľkosť javu v medziach variančného rozpätia znázorňovaného súboru dát. V legende musí byť vysvetlená váha bodky, jej vzťah k ploche a súčasne sa uvádza veľkosť minimálnej hodnoty súboru. V prípade veľkého variančného rozpätia sa počet vypočítaných bodiek môže zmenšiť dvakrát, podľa potreby aj viackrát. Tento druh znázorňovania kvantitatívnych údajov výrazne zlepšuje prehľadnosť kartogramu a zároveň umožňuje ľahko vypočítať konkrétnu hodnotu intenzity javu v danom území.
- **Kartogram bodkový geometrický** - zachováva všetky metodické pokyny pre konštrukciu predchádzajúceho druhu kartogramu a.. Líši sa iba v tvare poľa, ktorému je počet bodiek priradený. Zatiaľ čo u predchádzajúceho druhu boli údaje vsunuté do skutočných územných jednotiek, v tomto prípade sú dáta vsunuté do pravidelných geometrických obrazcov, ktorými je zobrazované územie pravidelne delené. Počet bodiek v každom geometrickom obrazci zodpovedá číselnej hodnote intenzity javu nad minimálnou hodnotou javu v súbore dát.
- **Kartogram bodkový pseudogeometrický** - je zvláštny prípad kartogramu bodkového geometrického. Namiesto pokrytia celej plochy kartogramu pravidelnými geometrickými obrazcami je v každej územnej jednotke kartogramu umiestnený geometrický obrazec, najčastejšie štvorec, v ktorom je bodkami vyznačená veľkosť sledovaného javu. Čím vyšší počet bodiek v geometrickom obrazci, tým je vyššia intenzita javu v príslušnej územnej jednotke kartogramu a naopak. Porušuje sa tu zásada, že hodnota javu má mať vzťah ku konštantnej ploche geometrického obrazca.

### 3.1.4 Modifikácie kartogramu - pseudokartogram

Všetky modifikácie kartogramu inak pseudokartogramy si podľa Kaňok [8] zachovávajú časť základných pravidiel pre tvorbu kartogramu, najčastejšie sa zachováva

princíp znázorňovania relatívnej hodnoty vo vzťahu k plochám kartogramu. podľa Kaňok [8], [9] a Kaňok a Voženílek [12] poznáme:

**Pseudokartogram čiarový** - je založený na podobnom konštrukčnom základe ako kartogram bodkový. Zásadným rozdielom je, že v tomto prípade sú bodky nahradené čiarami, každá čiara ma podobne ako bod svoju hodnotu. Použitie čiar prináša problémy pri samotnej konštrukcii a čítaní kartogramu.

- **Pseudokartogram čiarový prirodzený** - konštrukcia čiar a ich počet viac závisí na tvare kartogramu, než na jeho ploche. Predĺžený tvar územia spotrebuje väčší počet čiar - šráf, než územie rovnakej plochy, ale svojím tvarom blízke kruhu. Preto je nutné dodržať ako pri konštrukcii kartogramu štruktúrneho, čo znamená, že hodnota intenzity javu určuje počet čiar v páse s dopredu stanovenou šírkou. Doporučuje sa, aby šírka pásu bola vždy v rozmedzí 1 – 3 cm, ale vždy menší ako šírka najmenšej plošnej jednotky sledovaného javu. Šírka pásu sa zaznačí úsečkou kolmou k zakresleným čiaram. Úsečka musí byť narysovaná jednoznačným spôsobom, aby nebolo pochyb koľko čiar pretína. Nad úsečkou sa uvedie číselná hodnota počtu pretnutých čiar, ktoré označujú hodnotu intenzity javu. V legende musí byť vždy vyjadrený základný vzťah. Pri zakresľovaní sa preferuje zvislý smer, pretože číselné hodnoty znázorňujúce intenzitu javu v plochách sú najlepšie čitateľné. Voľba smeru čiar však predovšetkým závisí od tvaru najmenšej jednotky v sledovanom území. V takom prípade sa volí smer kolmý k najdlhšej ose najmenšej plochy v kartograme.
- **Pseudokartogram čiarový geometrický** - je svojou konštrukciou jednoduchší než predchádzajúci druh kartogramu. Územie je rozdelené na geometrické jednotky, najčastejšie štvorce alebo pravidelné šesťuholníky a tým voľba smeru čiar nerobí žiadne problémy. Doporučuje sa smer kolmý k najdlhšiemu rozmeru geometrického obrazca tj. uhlopriečka v štvorci, priemer v šesťuholníku. Pretože plochy sú u všetkých obrazcov zhodné, stačí určiť v legende hodnotu čiary. Výhodou oboch druhov čiarových kartogramov je, že ich môžeme použiť k znázorneniu dvoch javov.

**Pseudokartogram priestorový** - v literatúre sa označuje aj ako kartogram priestorový prirodzený, predstavuje intenzitu javu pomocou jedného parametra a to výšky. Jednotlivé územné celky sú na základe príslušnej intenzity javu vyvýšené vzhľadom k základni. Relatívna hodnota by mala byť použitá vo vzťahu k ploche, v tomto prípade to môže spôsobiť čitateľovi problémy s vnímaním sledovaného javu. Tento typ sa používa väčšinou k propagačným komerčným účelom, často sa zamieňa so stereogramom.

**Pseudokartogram sieťový** - podobný kartogramu štruktúrnemu. Celá plocha spracovávaného územia sa rozdelí na pravidelné obrazce so zhodnou plochou, najčastejšie štvorcami. Počet štvorcov vnútri hraníc pseudokartogramu má hodnotu 100 %. Ak sa znázorňuje štruktúra javu, doporučuje sa dodržať percentuálny podiel štvorcov, ktorý má zodpovedať percentuálnemu podielu časti sledovaného javu, čo nie je vždy možné dodržať z dôvodu nepravidelnosti hraníc pseudokartogramu. Druhým bodom, ktorý by mal byť dodržaný sa týka rozmiestnením štruktúry javu by malo približne

zodpovedať skutočnosti, čo závisí na znalostiach autora o priestorovom rozmiestnení javu. Určitú rolu u tohto druhu pseudokartogramu hrá autorov prístup ku generalizácii javu.

**Pseudokartogram štruktúrny** - slúži ku grafickému zobrazeniu intenzity vnútorného členenia javu sledovaného na vymedzenom území. Celá mapa sa rozdelí na rovnako široké rovnobežné pásy, najčastejšie v smere juhozápad - severovýchod. Šírka pásu sa volí tak, aby aspoň dva prechádzali najmenšou územnou jednotkou, obvykle sa používa šírka 1 až 3 cm. Každý z jednotlivých pásov predstavuje 100 % javu a vnútorne delenie na rôzne široké pásy, ukazuje percentuálne zastúpenie štruktúry javu, štruktúra javu sa rozlišuje kvalitatívnym spôsobom.

- **Pseudokartogram štruktúrny plynulý** - vnútorné delenie každého pásu môže byť vytvorené podľa stupnice skokovej alebo plynulej, u tohto druhu budú percentuálne podiely zaznamenané podľa skutočného podielu z celku i za cenu, že niektoré časti budú graficky nezachytené. Vo vysvetlivkách musia byť vždy uvedené dielčie časti javu.
- **Pseudokartogram štruktúrny so skokovou stupnicou** - pás, predstavuje 100%, sa rozdelí napr. po 10% alebo po 20 %. Tým sa stanoví dolná hranica percentuálneho podielu z celku, ktorá sa ešte do kartogramu zaznamenáva vo svojej veľkosti. Zložky, ktoré nedosiahnu stanovený skok, sú zaradené do kategórie „zvyšok do 100 %“. Prezentuje sa v prípade, že celkové štruktúry javu ukazujú iba časti celku, ktoré presahujú danú medzu.
- **Pseudokartogram štruktúrny výberový maximálny** - so znázornením maximálnych hodnôt sa používa vtedy, ak sa z celkovej štruktúry javu ukazujú iba časti celku, ktoré presiahnu danú medzu.
- **Pseudokartogram štruktúrny výberový minimálny** - so znázornením minimálnych hodnôt. Pokiaľ bližšie skúmame znázorňovanie jednotlivých zložiek štruktúrnych kartogramov v prípade a., b., c., hovoríme, že ide v podstate o tri druhy generalizácie. V prípade tohto druhu sa však grafickým vyjadrením predkladajú čitateľovi minimálne hodnoty skúmaného javu s možnosťou porovnania v dielčích územných celkoch.

**Pseudokartogram premenných pravouholníkov** - je prepracovanejší typ pseudokartogramu sieťového a najviac zodpovedá zásadám kartogramu. Zostáva tu zachovaná sieť polí, ale tvar a veľkosť polí sa v jednotlivých dielčích jednotkách pseudokartogramu mení. Je tu snaha o aspoň približné zjednotenie počtu plôch pravouholníkov v každej jednotke. Zmeny v tvare poukazujú na rozdielnosť jednotiek a počte pravouholníkov bude zodpovedať percentuálnemu podielu daných častí z celku. Približný počet pravouholníkov sa zaistí tak, že sa berie v úvahu tvar dielčej jednotky pseudokartogramu a to jeho dlhšej a kratšej strany pomyselného pravouholníka. Ďalší postup je podobný ako u sieťového pseudokartogramu, dôležitá je autorova znalosť priestorového rozmiestnenia štruktúry javu.



**Pseudokartogram anamorfózný** - má opačný štýl konštrukcie ako predchádzajúci druh pseudokartogramu, hodnoty územných jednotiek pseudokartogramu sa nevyjadrujú zmenou výrazu grafického znaku pri zachovaní rozmeru a tvaru dielčej jednotky, ale naopak so zväčšením hodnoty intenzity javu sa mení veľkosť plochy územia, tvar územia, pokiaľ je to možné, zostáva rovnaký.

**Pseudokartogram s nepravidelnou sieťou mnohouholníkov** - konštrukcia začína rozmiestnením bodov o jednotnej váhe v ploche budúceho pseudokartogramu metódou bodiek - topografickým spôsobom. Kvalita ďalšieho postupu závisí na správnom prevedení metódy bodiek. Po zakreslení sa najbližšie bodky spoja do tzv. čiarkovaných čiar. V strede čiarkovaných spojnic sa zostroja kolmice, ktoré sa v okolí bodu navzájom pretnú a priesečníky vytvoria hľadaný mnohouholník. Informačná hodnota je vo veľkosti nepravidelných mnohouholníkov, intenzita javu je tým väčšia, čím menšie sú mnohouholníky. Existuje aj ďalší spôsob hľadania mnohouholníkov. Po zakreslení bodov metódou bodiek - topografickým spôsobom, spojíme susedné body, nájdeme stredy spojnic, stredy úsečiek v okolí bodu sa spoja a vznikne mnohouholník. Medzi mnohouholníkmi vzniknú automaticky trojuholníky, v ktorých sa zistí ťažisko. Výsledná sieť vzniká striedavým spojovaním stredov spojnic susedných bodov a ťažísk trojuholníkov v okolí bodu. Hodnotenie intenzity javu je obdobné ako v predchádzajúcom prípade pseudokartogramu.

**Pseudokartogram s nepravidelnou sieťou pravouholníkov** - sa vytvára tak, že sa rozmiestnia body o jednotnej váhe v ploche budúceho pseudokartogramu metódou bodiek - topografickým spôsobom, následne sa územie pseudokartogramu rozdelí sieťou väčších štvorcov, ktoré sú považované za základné plochy. Ak sa vyskytuje v štvorci len jeden bod, znamená to, že v ploche je najmenšia intenzita javu. Každá základná plocha môže byť rozdelená na viac menších pravouholníkov v postupnom delení na poloviny, štvrtiny, osminy, šestnástiny. Zásada je rozdeliť celú spracovávanú plochu tak, aby v každom pravouholníku zostal len jeden bod. Veľkosť pravouholníku siete sa mení nepriamo úmerne k intenzite javu. Čím viac pravouholníkov menšej plochy je sústredených v určitej oblasti pseudokartogramu, tým väčšia je tam intenzita sledovaného javu. Efektnosť tejto metódy sa zvýši odstránením bodiek z užvytvorenej siete pravouholníkov. Pokiaľ sa porovnávajú posledné dva popisované pseudokartogramy, musíme povedať, že pre ľahšie vnímanie intenzity javu je vhodnejší pseudokartogram s nepravidelnou sieťou pravouholníkov. Konštrukcia nepravidelnej siete z pravouholníkov je vhodná pri tvorbe polytematických máp. V nich tvorí sieť pravouholníkov pozadie, na ktorom je obvykle spracovaný ďalší tematický obsah mapy.

### **3.2 Reprezentácia znalostí, znalostné inžinierstvo**

Jedna z najdôležitejších a zároveň najzložitejších častí umelej inteligencie. Rozvíja sa od 80. rokov 20. st. na základe potreby vyvíjať efektívnejšie systémy [16]. Znalosť sa stala kľúčovým prvkom znalostne orientovaných aplikácií, expertných systémov. Zvoliť vhodný spôsob reprezentácie znalostí tzv. reprezentačná schéma je na samotných tvorcach znalostného systému. Schéma predstavuje súbor pravidiel a postupov, ktoré

musia byť napĺňané pre zachytenie expertnej znalosti. Popritom musia tvorcovia myslieť na to, aby bola táto schéma dostatočne zrozumiteľná, zmysluplná, univerzálnej, schopná pokryť celé spektrum znalostí z danej oblasti od všeobecných k zložitejším, pričom by mala podporovať rozšíriteľnosť (modularitu) znalostí.

Podľa Oleja a Petra [18] môžeme deliť typy reprezentácie znalostí na procedurálne, deklaratívne a rámcové schémy. V prípade procedurálnej reprezentácie sa kladie dôraz na samotnú procedúru. V spojení s touto formou môžeme hovoriť o tzv. pravidlách (produkciách), ktoré sa vyskytujú u expertných systémov a slúžia k prenosu znalostí od expertov do počítačovej podoby. Pravidlo obsahuje rôzne podmienky a akcie, ktoré sa dajú realizovať na základe naplnenia týchto podmienok. Príkladom tohto typu môže byť napr. zistenie menšieho čísla z dvoch možných. Deklaratívny typ sa naopak zaoberá otázkou „Ako to má byť riešené?“, rieši napr. „Ako je najväčšie číslo definované?“. Typickým predstaviteľom deklaratívneho typu sú logické schémy, sémantické siete a stavový priestor. Expertný systém má svoju procedurálnu aj deklaratívnu zložku obsiahnutú v tzv. znalostnej báze - báze faktov. Rámcové schémy sú kombináciou procedurálneho a deklaratívneho typu. Deklaratívnosť spočíva v spôsobe zachytávania informácií o objektoch reality pomocou slotu (vlastnosti rámca) a faciet (hodnoty vlastnosti rámca). Procedurálnosť je obsiahnutá v procedúrach, ktoré môžu byť súčasťou rámcovej štruktúry.

Znalostné inžinierstvo sa zaoberá všetkými činnosťami, ktoré sú spojené s vývojom znalostne orientovaných aplikácií. Medzi tieto aktivity patrí získavanie, reprezentácia, uchovávanie a využívanie znalostí Jeho nasledovníkom je tzv. Ontologické inžinierstvo [4].

### 3.3 Expertné systémy

Podľa Dvořáka [2], Feigenbaum definuje expertní systém (ES) ako počítačový program, simulujúci rozhodovacia činnosť experta pri riešení zložitých úloh a využívajúci vhodne zakódované, explicitne vyjadrené znalosti, prevzaté od experta, s cieľom dosiahnuť vo zvolenej problémovej oblasti kvality rozhodovania na úrovni experta. V literatúre sa môžeme stretnúť tiež s pojmom znalostný systém (knowledge-based system). Zásadný rozdiel medzi klasickým a expertným systémom je v štruktúre a spôsobe práce. Klasický systém pracuje s určitou množinou dát, pričom podľa presne stanoveného algoritmu, vloženého programu, transformuje vstupné dáta na výstupné. Expertný systém je oproti tomu tvorený viacerými zložkami viz kapitola štruktúra ES z ktorých najpodstatnejšie sú báza faktov, ktorá zodpovedá množine dát u klasického systému, báza znalostí, ktorá predstavuje znalosti odborníkov, a inferenčný mechanizmus, ktorý predstavuje odpovedajúci algoritmus, vlastný program, ktorý s využitím bázy znalostí modifikuje bázu faktov, až dosiahne požadované riešenie zadanej úlohy. Problematike expertných systémov sa venujú mnohé publikácie.

Charakteristické rysy ES:

- znalosti sú oddelene od mechanizmu ich využívania (odlišnosť od klasických programov),

- schopnosť rozhodovania za neurčitosti,
- schopnosť vysvetľovať.

Štruktúra expertného systému - základné zložky:

- báza znalostí,
- báza faktov,
- inferenčný mechanizmus,
- I/O rozhraní (užívateľské, vývojové, väzby na iné systémy),
- vysvetľovací modul,
- modul pre získavanie znalostí.

### 3.3.1 Bába znalostí

Jej obsahom sú podľa Dvořáka [2] znalosti z určitej domény a špecifické znalosti o riešení problémov v tejto doméne. Znalosti môžu byť najrôznejšieho charakteru:

- od najvšeobecnejších znalostí až po znalosti vysoko špecifické
- od „učebnicových“ znalostí až po znalosti „súkromné“
- od exaktne dokázaných znalostí až k neistým heuristikám
- od jednoduchých znalostí až po metaznalosti (tj. znalosti o znalostiach)

Najčastejšie používané prostriedky pre reprezentáciu znalostí:

- matematická logika,
- pravidlá (rules),
- rozhodovacie stromy (decision trees)
- sémantické siete (semantic nets),
- rámce a scenáre (frames and scripts),
- objekty (objects).

Znalosti môžeme klasifikovať podľa Dvořáka [2] ako:

- plytké (shallow knowledge) - založené na empirických a heuristických znalostiach
- hlboké (deep knowledge) - založené na základných štruktúrach, funkciách a chovaní objektov

### 3.3.2 Inferenční mechanismus

Obsahuje všeobecné (doménovo nezávislé) algoritmy schopné riešiť problémy na základe zadaných faktov pomocou manipulácie so znalosťami z bázi znalostí. Podľa Giarratano a Riley [4] sú metódami inferencie dedukcia, indukcia, abdukcia, heuristiky, generovanie a testovanie, defaultná inferencia, nemonotónna inferencia a intuícia.

Typický inferenčný mechanizmus je založený na:

- inferenčnom pravidle pre odvodzovanie nových poznatkov z existujúcich znalostí,
- stratégií prehľadávania bázi znalostí.

Dôležitou schopnosťou inferenčného mechanizmu je spracovanie neurčitosti. Neurčitosť v expertných systémoch sa môže vyskytovať jednak v bázi znalostí a jednak v bázi faktov. Zdrojom neurčitosti sú nepresnosť, nekompletnosť, nekonzistencia dát,

vágne pojmy a neisté znalosti. Neurčitosť môže byť reprezentovaná a spracovávaná pomocou pravdepodobnostných (Bayesovských) prístupov, faktorov istoty, Dempster-Shaferova teórie, či v konečnom dôsledku fuzzy logikou.

### 3.3.3 Typy ES

Expertné systémy môžeme klasifikovať podľa rôznych hľadísk podľa Dvořáka [2]:

Podľa obsahu báze znalostí môžeme expertné systémy rozdeliť na:

- problémovo orientované - ich báza znalostí obsahuje znalosti z určité domény.
- prázdne (shells) ich báza znalostí je prázdna.

Podľa charakteru riešených problémov môžeme expertné systémy rozdeliť na:

- diagnostické - ich úloha je určiť, ktorá z hypotéz s dopredu definovanej konečnej množiny cieľových hypotéz najlepšie korešponduje s dátami týkajúcimi sa daného konkrétneho prípadu.
- plánovacie - riešia úlohy, kde je známy cieľ, riešenie a počiatočný stav a je potrebné s využitím dát v konkrétnom riešenom prípade nájsť postupnosť krokov, ktorými môžeme ciele dosiahnuť.

### 3.3.4 Tvorba ES

Budovaním ES sa zaoberá znalostné inžinierstvo (knowledge engineering). Samotná tvorba ES zahŕňa činnosti ako výber hardwaru a softwaru, návrh užívateľského rozhrania, získavanie a reprezentácia znalostí a ich následná implementácia, validácia a verifikácia [2].

Nástroje pro tvorbu expertných systémov môžeme rozdeliť do týchto skupín:

- prázdne expertní systémy (napr. EXSYS, FLEX, G2, HUGIN, M4),
- špeciálne programové prostredie (napr. CLIPS, OPS5, Lisp, Prolog),
- obecné programové prostredie (napr. Pascal, Delphi, C, C++Builder).

Kategorizácia spôsobov použitia expertných systémov:

- Konfigurácia - zostavenie vhodných komponent systému vhodným spôsobom.
- Diagnostika - zistenie príčin nesprávneho fungovania systému na základe výsledkov pozorovania.
- Interpretácia - vysvetlenie pozorovaných dát.
- Monitorovanie - posudzovanie chovania systému na základe porovnávania pozorovaných dát s očakávanými.
- Plánovania - stanovenie postupnosti činností pre dosiahnutie požadovaného výsledku.
- Prognózovanie - predpovedanie pravdepodobných dôsledkov zadaných situácií.
- Ladenie - zostavenie predpisov pre odstránenie porúch systému.
- Riadenie - regulácia procesov
- Učenia - inteligentná výučba, kde je možné klásť otázky typu prečo, ako, čo keby.

Výhody ES:

- schopnosť riešiť zložité problémy,
- dostupnosť expertíz a znížené náklady na ich prevedenie,
- trvalosť a opakovateľnosť expertíz,
- tréningový nástroj pre začiatočníkov v danej oblasti,
- poskytuje kontinuálne kvalitné výsledky,
- dokáže svoj výrok jednoznačne zdôvodniť,
- uchovávanie znalostí odchádzajúcich odborníkov.

Nevýhody ES:

- nebezpečenstvo zlyhania v zmenených podmienkach,
- ľudský expert z danej domény nedokáže svoje vedomosti ES priamo, je odkázaný na prostredníka - expertného inžiniera,
- ľudský expert nedokáže popísať všetky aspekty, ktoré sa podieľajú na jeho rozhodnutí,
- ľudský expert niekedy nedokáže svoje rozhodnutia zdôvodniť, vyplývajú z jeho praxe,
- ľudský expert má ďalšie vlastnosti, ktoré do ES nejde premietnuť, a jeho ozhodovanie ovplyvňujú i ďalšie znalosti, ktoré s danou problematikou na prvý pohľad nesúvisia,
- neschopnosť poznať medze svojej použiteľnosti.

### 3.4 Ontologické inžinierstvo

Ontologické inžinierstvo môžeme formálne charakterizovať ako množinu aktivít, ktoré sa zameriavajú na vývoj ontológií s využitím rôznych metodík, jazykov a nástrojov. Základné aktivity spojené s ontologickým inžinierstvom sú: štúdie realizovateľnosti (uvedenie možných problémov, príležitostí, potenciálnych riešení a ekonomických dôsledkov vývoja ontológie a na nej založenej aplikácii), analýza domény (motivácia pre doménu, existujúce riešenie), konceptualizácia (konštrukcia ontologického modelu, integrácia a rozšírenie existujúceho riešenia), implementácia (implementácia formálneho modelu v danom jazyku reprezentácie) údržba (prispôsobenie ontológie novým požiadavkám), použitie (využitie ontologického modelu v praxi) [36].

### 3.5 Ontológie v informačnom kontexte

Expertí na oblasť umelej inteligencie chápu ontológie v pojmoch logických teórií. Informatici ich prirovnávajú k taxonómii a tezauirom. Existujú i rôzne definície čo za ontológiu považovať. Najznámejšou je definícia T. Grubera z roku 1993, ktorú neskôr upravil W. Borst, ktorí definujú ontológie ako „formálne, explicitné špecifikácie zdieľanej konceptualizácie“ [5]. Z pohľadu znalostného inžinierstva môžeme ontológiu chápať ako znalostnú štruktúru vybudovanú za účelom zdieľania informácií a znalostí medzi ľuďmi navzájom, strojmi navzájom, medzi ľuďmi a strojmi vzájomne, znovu

použitia doménových znalostí, využitia explicitných znalostí, ktoré sa sprístupnia iným , oddelením doménových znalostí od operačných a analýzy určitej domény [36].

### 3.5.1 Kategorizácia ontológií

Ontológie delíme na základe niekoľkých hľadísk. Vo všeobecnosti informatici chápu ontológie ako prostriedok pre zdieľanie informácií a popis určitej domény, pritom hovoria o znalostnej báze, ktorú tvoria 2 zložky [36]:

- **TBOX** - Terminological Components: Samotná ontológia - triedy a vlastnosti
- **ABOX** - Assertional Components: Inštancie Tried

Delenie ontológií podľa historického vývoja podľa Svátek [25]:

- **Terminologické** (lexikálne) ontológie - kladú dôraz hlavne na zachytenie taxonómie termínov a vzťahov medzi nimi. Príkladom je napr. WordNet.
- **Informačné** ontológie - zastávajú rolu konceptuálnej vrstvy pre databázové schémy pre pojmové zadávanie požiadaviek.
- **Znalostné** ontológie - logické teórie a ich jednotlivé prvky sú definované pomocou formálneho jazyka. Sú využívané hlavne v znalostných aplikáciách.

Delenie ontológií podľa miery formalizácie a predmetu konceptualizácie podľa Svátek [25]:

- **Doménové** ontológie - ich záujmom je špecifikácia určitej predmetnej oblasti (domény). Príkladom je napr. ontológie KACTUS (komponenty technických systémov), UMLS (lekárska ontológia), Enterprise Ontology (štruktúra a činnosť podniku).
- **Generické** ontológie - podobajú sa doménovým s tým rozdielom, že majú širší záber a zachytávajú všeobecnejšie koncepty reality. Príkladom je možnosť reprezentácie času vzájomných pozícií objektov alebo meronymických vzťahov (vzťahy medzi časťami a celkom)
- **Úlohové** ontológie - zameriavajú sa na procesy odvodzovania, využitie nachádzajú najmä v oblasti diagnostiky, konfigurácie alebo plánovania.
- **Aplikačné** ontológie - sú súčasťou konkrétnej aplikácie, obsahujú spravidla doménovú i úlohovú zložku. Príkladom je napr. lekárska ontológia GAMES-II.

### 3.5.2 Jazyk OWL

OWL (Ontology Web Language) je značkovacím jazykom vyvinutý organizáciou W3C (World Wide Web Consortium) pre tvorbu ontológií využiteľných v prostredí sémantického webu. Obsahuje množinu axiómov popisujúcich triedy, vlastnosti a vzťahy medzi nimi.

Pri tvorbe ontológie môžeme využiť jednu z jeho troch verzií a to [32]:

- **OWL-Lite** - Syntakticky najjednoduchšia verzia OWL, ktorú je vhodné použiť v prípade tvorby menej štruktúrovanej ontológie s jednoduchými obmedzeniami,



ale taktiež v prípadoch, keď chceme obohatiť databázy, XML, RDF konštrukcie o OWL reprezentáciu.

- **OWL-DL** - Zložitejšia než OWL-Lite, je založená na deskriptívnej logike. Spolu s OWL-DL je možné realizovať odvodzovanie, tvoriť komplexnejšie popisy a definície tried. Obsahuje všetky konštrukcie OWL-Full, ale ich použitie je obmedzené. V tejto verzii sa vytvárajú ontologické modely.
- **OWL-Full** - obsahuje všetky elementy a konštrukcie jazyka OWL. Túto verziu môžeme považovať za rozšírenie jazyka RDF.

### 3.5.3 Hlavné komponenty OWL ontológie

Podľa [36] patria sem pojmy ako trieda, jedinec, vlastnosť, koncept.

**Trieda** - Jedná sa o súbor jedincov s rovnakými vlastnosťami. Sú hierarchizované - taxonómia tj. natriedy a podtriedy. VOWL existujú triedy predefinované (napr. owl:Thing - systémovo najvšeobecnejšia trieda) alebo nami vytvorené (napr. Geografia, Metoda, Kartografia atď.)

**Jedinec** - Synonymom pre toto označenie môže byť individuum, člen, objekt, entita. Jedinec je reprezentantom určitého objektu domény, ktorý náleží určitej triede. Jedná sa o konkrétny výskyt - inštanciu triedy, pričom môže patriť jednej alebo viacerým triedam. Príkladom jedinca môže byť napr. Václav Klaus, Slovensko, Mars atď.

**Vlastnosť** - vytvára vzťah (binárny) medzi jedincami.

Delenie vlastností [8]:

- **Objektové** - vytvárajú spojenie medzi objektami tried.
- **Datotypové** - spájajú jedincov s hodnotou, ktorá je určitého dátového typu.
- **Anotačné** - pridávajú ďalšie informácie k triedam, jedincom, celej ontológii vo forme metadát.
- **Ontologické** - vytvárajú vzťahy medzi ontológiami.

**Koncept** - je obecnnejším pojmom, trieda je konkrétna reprezentácia konceptu, často sú oba pojmy stotožňované.

**Konceptualizácia ontológie** - Slovo konceptualizácia znamená výber určitých konceptov, ich vlastností a vzťahov medzi nimi v závislosti na modelovanej doméne. Ontológia je praktickou realizáciou konceptualizácie. Konceptualizácia je skôr proces alebo inak povedané znalostný celok. Ontológia je výsledkom znalostného modelovania .

**Trieda vs. jedinec** - Hranice trieda/jedinec nie sú jednoznačné. Triedy sú určitými abstrakciami, ktoré sa nie tak často menia, sú viac menej stabilné. Jedinci majú dynamický charakter, v čase sa skôr menia a sú niečím konkrétnejším než triedy. V prípade, že budujeme aplikáciu využívajúca ontológiu hlavne pre prácu s dátami, zameriame sa skôr na modelovanie jedincov, v prípade, že sa chceme zamerať skôr na sémantiku dát, zameriame sa na modelovanie tried [30].

## 4 VLASTNÉ RIEŠENIE

Pred započatím tvorby samotného riešenia bolo potrebné zamerať sa na najčastejšie chyby, ktoré tvorcovia máp a ich užívatelia robia najčastejšie a o aké chyby sa jedná. Tento proces výrazne napomohol pri budovaní znalostnej ontológie, bol zdrojom mnohých inšpirácií k tvorbe konečného riešenia, pretože odstrániť chyby z kartografickej tvorby alebo ich aspoň minimalizovať je jeden z hlavných cieľov diplomovej práce aj projektu v rámci ktorého je riešená. V tomto procese zaujal rozhodujúcu rolu súbor článkov Chyby na mapách z časopisu Geobusiness od dvojice autorov Kaňok a Voženílek [11], kde bola táto problematika veľmi názorne a podrobne rozpracovaná pre potreby diplomovej práce. Pri tomto procese sme sa zamerali na chyby, ktoré sa týkajú zadaného okruhu metód a kompozičných prvkov pre zobrazenie relatívnych hodnôt javu, ktoré vyplynulo zo zadania práce.

### 4.1 Typické chyby na mapách

Táto kapitola sa venuje pravidlám a vybraným chybám z okruhov podľa Kaňok a Voženílek [11]: kartogram a pseudokartogram, grafy a diagramy, kartografické znaky, stupnice, popis na mape, farba na mape, kompozícia mapy.

#### 4.1.1 Kartogram a pseudokartogram

Kartogram je metóda určená pre relatívne dáta, v tomto prípade musia byť vždy kvantitatívne dáta prepočítané na jednotku plochy dielčieho územného celku, narozdiel od pseudokartogramu. Tu často dochádza k chybe. Pseudokartogram podobne ako kartogram pracuje s relatívnymi dátami, ale kvantitatívne dáta nie sú prepočítané na jednotku plochy dielčieho územného celku. Pri tvorbe kartogramu či pseudokartogramu sa tvorca kartograf riadi striktnými zásadami. Celé územie sa musí rozdeliť podľa typu spracovaného javu na dielčie územné celky. Pri spracovaní fyzickogeografického javu sa volia fyzickogeografické jednotky, pri socioekonomických javoch socioekonomické. Pre pseudokartogramy sa volia z dôvodu objektívnosti približne rovnako veľké dielčie územné celky, aby nedochádzalo k mylnej interpretácii, ktorá je ovplyvnená vzťahom medzi hodnotou javu a veľkosťou dielčieho územného celku. U kartogramu a pseudokartogramu nesmie nikdy chýbať stupnica. Dielčie územné celky sa vyplňujú rastrom alebo farbou, ktoré vyjadrujú relatívne hodnoty znázorňovaného javu.

#### 4.1.2 Grafy a diagramy

Graf je znázornením medzi dvoma alebo viacerými premennými - hodnota javu je závislá na nezávislej premennej. Diagram je geometrický obrazec z ľahko merateľným parametrom, pomocou jeho stupnice sa vypočíta hodnota javu, nie je viazaný na súradnicové osy, neznázorňuje závislosti medzi premennými. Názov grafu a diagramu obsahuje vecné, priestorové a časové vymedzenie. Stupnica grafu nesmie byť príliš hustá, okótované sú len násobky základu, kóty sa umiestňujú k bodom, len v prípade kedy číslo charakterizuje celý interval sa pripisuje číslo ku stredu jednotkovej úsečky. Sieť grafu

nesmie rušiť vlastný grafický obraz. Siete grafu sú 5x tenšie než čiary grafu, každá 5 alebo 10 je 2-krát hrubšia. Odlišuje sa kľúč grafu a vysvetlivky grafu. Kľúčom je zoznam použitých grafických prvkov s vysvetlením ich významu. Vysvetlivky grafu slúžia k objasneniu jednotlivostí v grafe a upozorňujú na zvláštnosti grafu. Umiestňujú sa priamo do poľa grafu k danému prvku, alebo mimo neho, avšak s upozorňujúcou šípkou. Čiarové grafy znázorňujú absolútne zmeny javu vo funkčnej závislosti - najčastejšie aritmetické stupnice. Stĺpcové grafy sa používajú pre zobrazenie diskretných javov a k znázorneniu veľmi krátkych časových rád. Kruhové grafy sa využívajú pre znázornenie sezónnosti časových rád. Kruhová sieť vytvára optickú predstavu nepretržitého vývoja javu a radí odpovedajúce hodnoty dvoch a viacerých prvkov v príslušnej sezóne vedľa seba. Trojuholníkový graf sa používa pre typizáciu. Každá jeho osa charakterizuje jeden prvok trojdielnej štruktúry daného javu. Hodnoty javu sú uvádzané v percentách a súčet všetkých troch prvkov daného javu musí byť rovná 100 %. Diagram je vhodný pre vyjadrenie diskretnéj kvantity javu, rozlišujú sa diagramy jednoparametrové - stĺpcové, kruhové, štvorcové a viacparametrové - obdĺžnik, hranol, valec. Koláčový graf nie je kruhový diagram, často sa tieto pojmy zamieňajú. U kruhového diagramu je počiatok delenia polomer kruhu v polohe 12 hodín, v smere hodinových ručičiek, od najväčšej výseče po najmenšiu, posledná je výseč ostatné. Mimo mapové pole sa diagramy radia zostupne, vzostupne, geograficky a abecedne.

### 4.1.3 Kartografické znaky

Na korektnej tvorbe kartografických znakov majú veľký podiel aspekty kartografického znaku – syntaktický, sémantický, sygmatický a pragmatický aspekt. Je nutné, aby zhodné-podobné-rôzne javy boli znázornené navzájom zhodnými-podobnými-rôznymi znakmi - syntaktický aspekt. Ďalej čo najpresnejšie definovať znak, čo znázorňuje a čo neznázorňuje - sémantický aspekt. Znak by mal u užívateľa vybavovať znázorňovaný jav - sygmatický aspekt. Názornosť a úžitková stránka znaku zahŕňa pragmatický aspekt.

Kartografické znaky sa do mapy umiestňujú pomocou vzťahných bodov, línií. Areály sú vymedzované na základe skutočnosti. Pomocou parametrov znaku môžeme do znaku vložiť viac informácií o znázorňovanom jave. Obrázkový znak znázorňuje konkrétny objekt, preto sa v mape vyskytuje iba jedenkrát, symbolické znaky zastupujúce kategóriu jeden a viac krát.

Písmená či číslice môžu byť znakom, iba v prípade že nie sú popisom iného znaku, nesmie byť pri nich iný znak a musia sa výrazne líšiť od ostatných popisov v mape. U prekrývania znakov platí pravidlo - menší cez väčší. Digitálne znaky môžu meniť svoje parametre, môžu blikať, meniť polohu v pravidelných cykloch po jednotných dráhach, či môžu byť doplnené multimediami prvkami.

### 4.1.4 Stupnice

Voľba mapovej metódy (kartogram, kartodiagram) aj stupnice je daná formou spracovávaných dát (kvalitatívne vs. kvantitatívne, relatívne vs. absolútne).

Intervalové stupnice majú spravidla od 4 do 10 intervalov. Pracovný postup pri tvorbe intervalov je nasledovný. V prvom kroku sa vytvorí frekvenčný graf, následne sa určí teoretické rozdelenie početností, podľa povahy rozdelenia sa vymedzia hranice intervalov. Na záver sa volia vhodné farby alebo rastry a zostaví sa výsledný kartogram alebo kartodiagram. Pre vyjadrenie intenzity javu farbou obmedzujem výber na zmenu odtieňov jednej farby. Svetlý odtieň značí slabú intenzitu, tmavý vyjadruje silnú intenzitu. V intervalovej stupnici nemôžeme meniť grafické znaky tak, aby bola narušená narastajúca intenzita rastru. Pre kartodiagram s intervalovou stupnicou hodnoty parametrov výsledných diagramov sa vypočítavajú vždy z hodnôt javu, ktoré odpovedajú stredom jednotlivých intervalov.

Funkčná stupnica sa používa pre konštrukciu veľkosti diagramu v kartodiagrame. Diagramy sú prevažne geometrické obrazce s ľahko merateľnými parametrami, Grafická podoba je charakterizovaná charakterom spracovávaného javu, pritom rešpektujeme princíp vzájomne sa neprekrývajúcich intervalov. Intenzitu javu vyjadrujeme rastrom dvoma spôsobmi

- hustota čiar sa zvyšuje, hrúbka čiar je konštantná
- hustota čiar je konštantná, hrúbka čiar sa zväčšuje

#### **4.1.5 Popis na mape**

Popis sa vytvára v závere tvorby mapy, každá kategória popisu odlišným písmom, pričom sa volia jednoduché rody písma a popisujú sa iba znaky vybraných prvkov z obsahu mapy. Písmo sa volí podľa významu a charakteru popisovaného javu. Jazyk popisu je v jednom jazyku, znaky sa popisujú endonymami (to jest v úradnom jazyku daného štátu na jeho území sa vyskytujú) a exonymami (vžitá mená), ktoré sa iba výnimočne uvádzajú pod endonymom

Pri umiestňovaní popisu sa musí klásť dôraz na to, aby výsledný popis bol priradený k popisovanému objektu jednoznačne. Najprv sa popisuje veľkým popisom, potom stredným a nakoniec malým. Popis bodových znakov nesmie prekryvať popisovaný ani iný znak. Medzi popisom znaku a samotným bodovým znakom nesmie byť žiadny ďalší znak. Popis líniových znakov sa umiestňuje čo najbližšie k znaku, ale nedotýka sa ho, hraničný líniový znak sa popisuje z oboch strán. Umiestňuje sa prednostne nad líniový znak, ak nie tak pod neho, ak má znak zložitý priebeh, popisuje sa pozdĺž jeho obecného smeru – trendu, tak aby bol popis čitateľný bez otáčania mapy. Popis areálov je pri popise rozsiahlej plochy umiestnený vnútri areálu a sleduje smer obecného trendu areálu. Medzi popisom a hranicou areálu musí byť 1,5 medziznakových medzier. Farba písma sa vyberá v poradí podľa asociatívnosti, tzn. farba sa zhoduje s farbou javu. Pri znázorňovaní abstraktných pojmov na mape sa farba volí podľa psychologického pôsobenia farieb. Veľkosť písma zodpovedá významu popisovaného objektu. Minimálna veľkosť písma je 7 typografických bodov. Rozdiel medzi veľkosťami by mal byť minimálne 2 typografické body.

#### 4.1.6 Farby na mape

Farba má v mape jednu z najdôležitejších a nezastupiteľných úloh. Slúži pre vyjadrenie kvalitatívnych aj kvantitatívnych vlastností. Pre vyjadrenie kvalitatívnych vlastností javu slúžia štandardizované legendy - medzinárodné štandardy. Ak je voľba na autorovi používajú sa rôzne farebné tóny o rovnakej intenzite, riadi sa asociáciami javu k určitým farbám. Vyjadrovanie kvantitatívnych vlastností javu sa riadi 4 zásadnými pravidlami:

- Čím vyššia intenzita javu, tým vyššia intenzita farby
- Ak je použitých viac farebných odtieňov, volí sa intenzita podľa pravidla č.1
- Je dôležité vyvarovať sa prepadaniu farieb
- Ak znázorňujeme protiklady použijeme odtiene dvoch protikladných farieb, studené -teplé

Negatívne, kladné, agresívne farby atď. sa vyjadrujú zodpovedajúcou farbou. Pre veľké plochy na mape sa volia svetlé, odľahčené, pastelové farby a naopak pre malé plôšky, či prvky sa volia tmavé, ťažké, výrazné farby.

#### 4.1.7 Kompozícia mapy

Alebo inak rozmiestnenie základných kompozičných prvkov na mape, závisí od účelu mapy. Poznáme 5 základných kompozičných prvkov: názov mapy, mapové pole, legenda, mierka a tiráž. Nadstavbovými prvkami mapovej kompozície môžu byť - smerovka, logo, tabuľky, grafy, vedľajšie mapy, profily, obrázky, textové pole, reklamy, registre atď. Kompozícia mapy prebieha v niekoľkých krokoch. V prvom kroku sa mapové pole vykreslí na dostatočne veľký list papiera, okolo neho sa vykreslí najmenší opísaný štvoruholník, do prázdnych miest listu umiestnime ostatné kompozičné prvky, v prípade, že sa mapované územie nevojde do mapového listu, môže byť vykreslené pomocou kladu listu, ktorého schéma sa stáva nadstavbovým kompozičným prvkom.

##### **Základné pravidlá a časté chyby, týkajúce sa mapovej kompozície**

- Názov mapy obsahuje údaje o vecnom, priestorovom, časovom zaradení mapy, neobsahuje slovo mapa ani map.
- Mierka mapy nesmie chýbať, možnosť konštrukčnej chyby, je vždy spojená s formátom mapy a kartografickým zobrazením, ktoré udáva zmenšenie referenčnej plochy pri jej konštrukcii, uvádza sa v číselnej, grafickej, slovnej podobe. Najčastejšími chybami u mierky mapy sú neprehľadný popis a zlá voľba jednotiek. Ďalšie pravidlá, týkajúce sa mierky mapy:
  - Slovo mierka sa neuvádza.
  - Mierkové číslo je vždy v tvare 1:d.
  - Umiestnenie je vhodné na spodný okraj
  - Použitie desiatinných čísel v mierke je nevhodné

- Jednotky musia byť uvedené za posledný údaj rovnakou veľkosťou, v popise sa nepoužívajú rôzne jednotky, chybná je i zdvojená informácia o jednotke.
  - Mierka má byť zaokrúhlená, nesmie byť v mapovom poli, musí byť rovná, žiadne zakrivenia nie sú prípustné.
  - Mierka má hlavné delenie, ktoré sa vždy popisuje a vedľajšie, ktoré sa nepopisuje. Môže byť aj bez delenia, ak v kompozícii nie je priestor, volí sa krátka osa s popisom uprostred mierky, popisuje sa kótovacími hodnotami a jednotkami hodnôt nad a pod osou, slovne skrátenie je možné pri stredovom popise krátkej osy, formátom písma.
  - Ak je na mape grafická a číselná mierka, číselná je na strane, kde nie je popis grafickej.
- Smerovka sa neuvádza ak mapa obsahuje zemepisnú sieť, Jedná sa o známe územie alebo je orientovaná k severu
  - Tiráž obsahuje meno autora, vydavateľa, miesto vydania, rok vydania, ďalej môže obsahovať údaje o spôsobe tlače, ISBN alebo ISSN, nakladateľovi, výške nákladu, copyright mapy, zodpovednom redaktorovi, poradí vydania, lektorovi mapy, druhu tlače, údajoch o papiery, kartografickom zobrazení a ďalšie.
  - Mapové pole je najdôležitejšia a najväčšia časť mapy, všetko ostatné sa mu podriaďuje obsahom aj umiestnením, je prevažne v pomere 3:4 alebo 4:3.
  - Veľkosť mapového listu je určená rozsahom mapovaného územia a zvolenou mierkou mapy, odporúča sa vykresliť, orientácia mapy korešponduje s tvarom mapového poľa.
  - Legenda mapy nie sú nikdy vysvetlivky, niektorí užívatelia a tvorcovia máp si tieto pojmy spájajú. Tak ako pre iné prvky mapovej kompozície, tak aj pre legendu platia zásady. Legenda musí napĺňať 5 základných zásad:
    1. Čo je v mape, to je v legende, všetky kartografické premenné sú rovnaké v legende aj mape - zásada úplnosti.
    2. Čo je v legende to je v mape, všetky kartografické premenné sú rovnaké v legende aj mape - zásada súladu.
    3. Jednému objektu nemôžeme priradiť dva a viac kartografických znakov - zásada nezávislosti.
    4. Legenda musí byť čitateľná, zapamätateľná, gramaticky a terminologicky zrozumiteľná - zásada zrozumiteľnosti.
    5. Znaký v legende sa zoskupujú podľa významu a logických súvislostí - zásada usporiadanosti.
- Ďalšie chyby, ktorým by sa mal tvorca legendy vyhnúť:
- 6. Znaký z topografického podkladu sa do legendy nedávajú, prípadne na koniec.

7. Počet znakov v legende je optimálne 25-30 znakov v skupine maximálne po 7 znakoch.
8. Legenda sa nenadpisuje, resp. nadpis neobsahuje slovo legenda.
9. Úrovne legendy sa odlišujú písmom a odsadením.
10. Ak znak vyjadruje jeden jav popisuje sa v jednotnom čísle.

## 4.2 Výber riešenia

Po naštudovaní literatúry, pravidiel a najčastejších chýb, ktorých sa autori i užívatelia máp dopúšťajú bolo potrebné ujasniť si odpovede na základné otázky ako a pre koho budú tieto znalosti reprezentované, prečo ich reprezentujeme, aká má byť konečná podoba tejto reprezentácie a otázky týkajúce sa samotnej domény ako takej, akej tématike sa bude venovať, aký rozsah bude mať, v akom programovom jazyku a prostredí, v akom jazyku bude vytvorená [35].

Rozhodli sme sa znalosť reprezentovať prostredníctvom ontológie, ktorá bude následne po nadefinovaní tried, vlastností, podmienok, vzťahov a základných elementárnych kartografických pravidiel v rámci projektu preklopená pomocou JAVA tried do expertného systému DROOLS.

Mnoho inšpirácií a návodov pre diplomovú prácu sme získali štúdiom ontológií z rôznych oblastí ľudských činností z webovej Protégé Ontology Library [34], ktorá ponúka množstvo praktických príkladov ontológií.

Základnými publikáciami pre zostavenie pravidiel do podoby znalostnej bázy (ontológie) boli v mojej práci publikácie domácich a zahraničných kartografov. Zo zahraničných západoeurópskych a amerických autorov sme sa opierali pri svojej práci o kartografické diela od Kraaka a Ormelinga [13], MacEachrena [15], Monmoniera [17], Robinsona a kol. [22], [23], Slocuma a kol. [25] a domácich publikácií od Kaňoka [8], [9], Kaňoka a Voženíka [11], [12], Pravdu [20], [21] a Voženíka [27], [28]. Veľkým prínosom pre prácu bol aj súbor článkov Chyby na mapách z časopisu GeoBusiness od dvojice autorov Kaňok a Voženíka [11]. Tieto články vychádzali s publikácií menovaných autorov a prezentovali najbežnejšie chyby tvorcov máp, ponúkli názorné obrázkové príklady jednotlivých chýb.

## 4.3 Tvorba ontológie

V prípade metód pre vizualizáciu relatívnych hodnôt javu sa často stretávame s terminologickými nejasnosťami. Vo všeobecnosti je anglická terminológia značne odlišná od našich zavedených kartografických pojmov. Je to spôsobené rozdielnym vývojom, nazeraním na kartografiu, odlišnou kartografickou školou. Anglická terminológia chápe pod pojmom kartogram (angl. cartogram) vo všeobecnosti pojem anamorfózna mapa. Český či slovenský pojem kartogram zodpovedá anglickému pojmu traditional choropleth thematic map. Anglický pojem cartogram znamená v našom pojmí skôr obecnú neradiálnu anamorfovanú mapu upravenú podľa Henriques [6]. Keďže táto



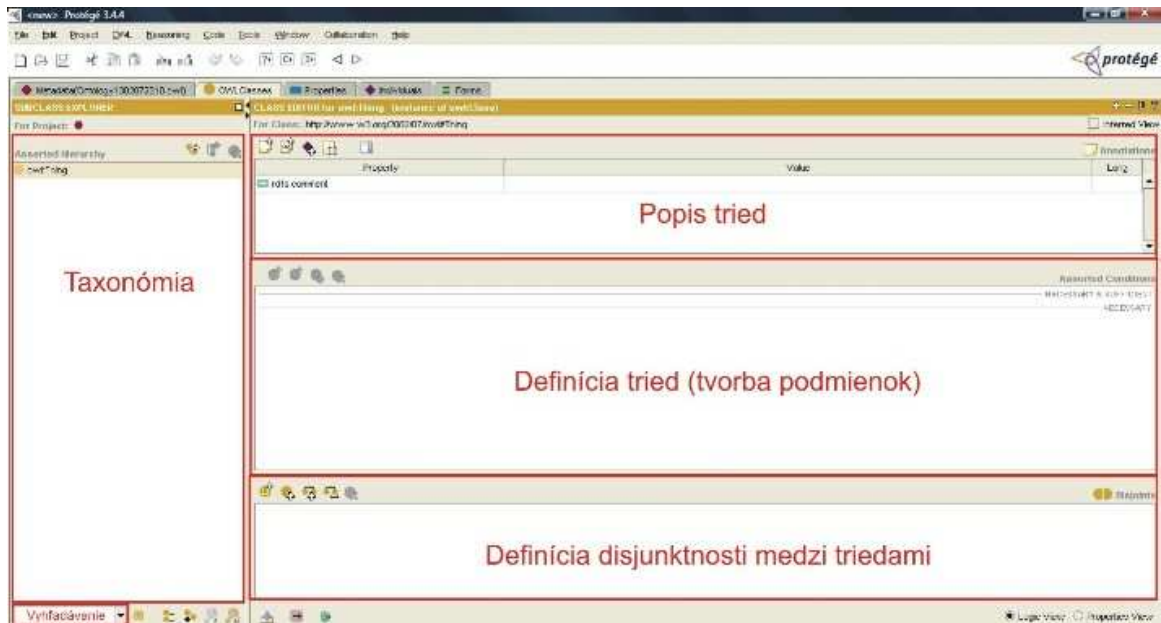
metóda sa väčšinou používala pre zvýraznenie demografických charakteristík, niektorí kartografy označujú túto metódu ako demovalentný kartogram [31] .

Z dôvodu týchto terminologických rozdielov boli na základe existujúcich kartografických škôl pri tvorbe ontologie zvolené dva riešenia a to v anglickom jazyku podľa anglickej terminológie, anglosaskej kartografickej školy a v českom jazyku podľa terminológie používanej v strednej a východnej Európe, podľa východoeurópskej školy, pričom hlavný dôraz bol kladený na české riešenie, u anglického bola pokrytá najmä taxonomická zložka.

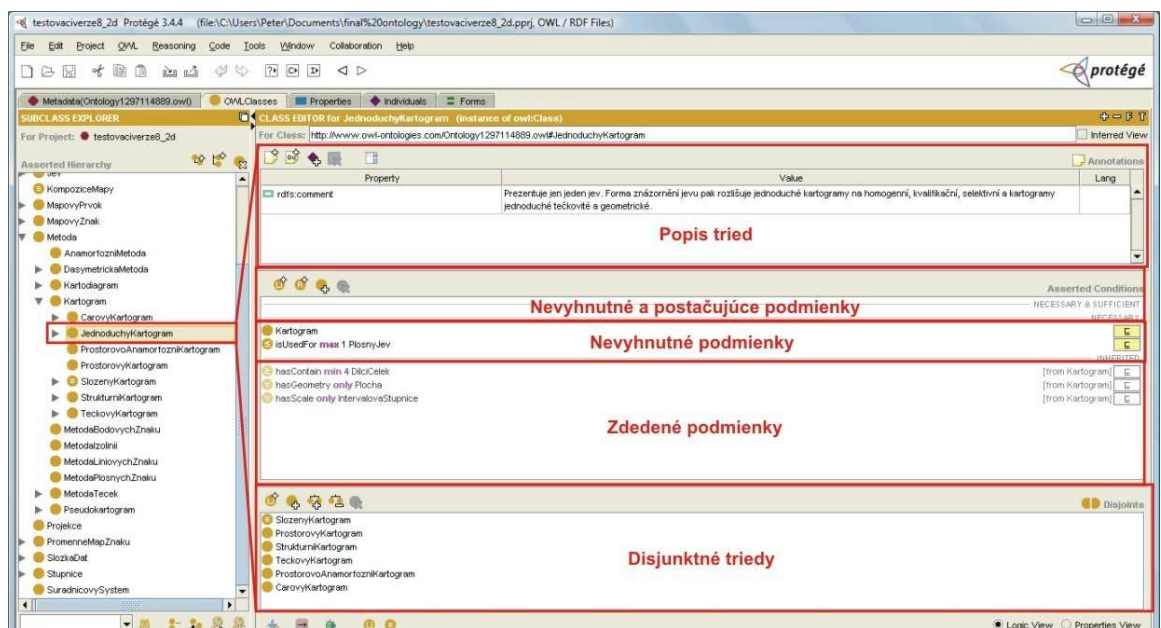
Vývojovým prostredím bol zvolený softvér Protégé verzie 3.4.4. V prvom kroku bol založený projekt v Protégé. Popritom bolo potrebné zvoliť typ súboru, umiestnenie ontológie na internete, notáciu OWL a typ pohľadu (zvolili sme Logic View). Následne sme prešli k budovaniu taxonómie, definícii tried, disjunkčnosti medzi triedami, vlastností (i inverzných vlastností) a ich definičných oborov a oborov hodnôt a obmedzení, ktorým sa práca venuje. Definícia pojmov a ich konkrétne využitie sú popísané v nasledujúcich kapitolách.

#### **4.3.1 Budovanie taxonómie**

K tvorbe taxonómie v Protégé sme použili menu OWLClasses. Výslednú taxonómiu vytvára hierarchizovaný systém tried. Využívali sme voľby Create subclass, Create sibling class a Delete selected class. Najvšeobecnejšou triedou ontológie je trieda Thing, triedy nachádzajúce sa bližšie k tejto triede sú preto všeobecnejšie. Triedy, ktoré sa nachádzajú ďalej od najvšeobecnejšej triedy Thing sú postupne viac a viac špecifikované, majú navyše nejaké ďalšie vlastnosti, ktoré u všeobecnejších tried nie sú definované. Je tu zrejmá podobnosť s objektovým prístupom. Rozoznávame dva typy vzťahov medzi triedami v ontológii a to IS-A (je prípadom) s IS-PART-OF (je súčasťou). V Protégé môžeme definovať u tried podmienky. V závislosti na tom, kde sme ich uviedli došlo k rozlíšeniu tried na popísané a definované. Popísaná trieda obsahuje nevyhnutné podmienky uvedené v sekcii Necessary, tieto podmienky nám bližšie popisujú a identifikujú triedu, podmienky sú nevyhnutne nutné preto, aby sme jedince do triedy mohli zaradiť. Definovaná trieda obsahuje nevyhnutné postačujúce podmienky v sekcii Necessary and Sufficient. Často sa stalo, že definovanú triedu nebolo možné kompletne vystihnúť. Tvorba podmienok v Protégé sa realizovala cez sekciu Necessary a zvolením voľby Create restriction, následne sme z menu vyberali požadovanú objektovú vlastnosť, typ obmedzenia a triedu, na ktorú je objektová vlastnosť obmedzovaná [34].



Obr. 4.1 Definícia tried - tvorba taxonomie, popis tried, tvorba obmedzujúcich podmienok a definícia disjunktnosti medzi triedami.



Obr. 4.2 Definícia podmienok - druhy podmienok.

V prípade, že je nejaký jedinec členom nejakej triedy, musí spĺňať jej podmienky uvedené v sekcii Necessary. Aj keď jedinec tieto podmienky spĺňa nemôžeme s istotou tvrdiť, že do takej triedy patrí. Podmienky majú nevyhnutný charakter, ale cez všetko postačujú k tomu, aby sme prehlásili, že patrí do danej triedy.

*Príklad:*

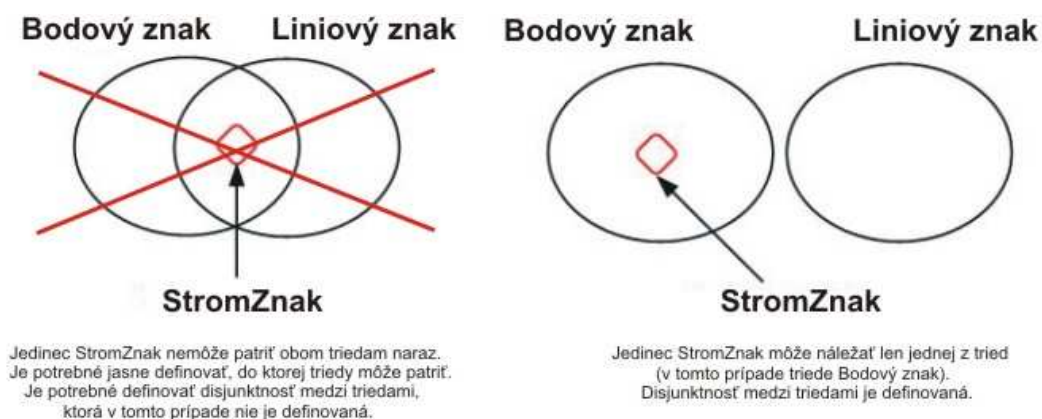
*Máme triedu X, ktoré je vymedzená dvoma nevyhnutnými podmienkami Y a Z. Potom ak nejaký jedinec spadá do triedy X, je nutné, aby spĺňal tieto podmienky. Pritom, ale nie je možné tvrdiť, že akýkoľvek jedinec, ktorý tieto podmienky spĺňa musí byť X. Tento príklad*

nám hovorí, že na základe nevyhnutných podmienok nemôžeme tvrdiť, že príslušný jedinec do danej triedy patrí na 100%. To môžeme povedať len na základe nevyhnutných a postačujúcich podmienok, ktoré sa definujú v sekcii *Necessary and Sufficient*, podmienky postačujú k tomu, aby sme nášho jedinca v každom prípade považovali za člena príslušnej triedy X. Pokiaľ nejaký jedinec naplní tieto podmienky, musí byť členom príslušnej triedy X.

Pri definícii podmienok boli všetky podmienky definované v sekcii *Necessary*, až následne sa prehodnocoval jej presun do sekcii *Necessary and Sufficient*. Presun zo sekcie a do sekcii je veľmi jednoduchý, podmienky stačí po jednej pretiahnuť myšou do príslušnej sekcii.

### 4.3.2 Disjunktnosť tried

O dvoch triedach hovoríme, že sú medzi sebou disjunktné, čo znamená, že neexistuje jedinec, ktorý by patril obom triedam, musí patriť len jednej z nich, zjednodušene triedy nemajú žiadne spoločné prvky, neprekývajú sa. Nie vždy musíme disjunktnosť medzi triedami definovať. V prostredí Protégé sme použili pre zaistenie disjunktnosti voľbu *Add all siblings*, čím je zaistená disjunktnosť medzi všetkými triedami na rovnakej úrovni všeobecnosti navzájom.



Obr. 4.3 Princíp definície disjunktnosti tried

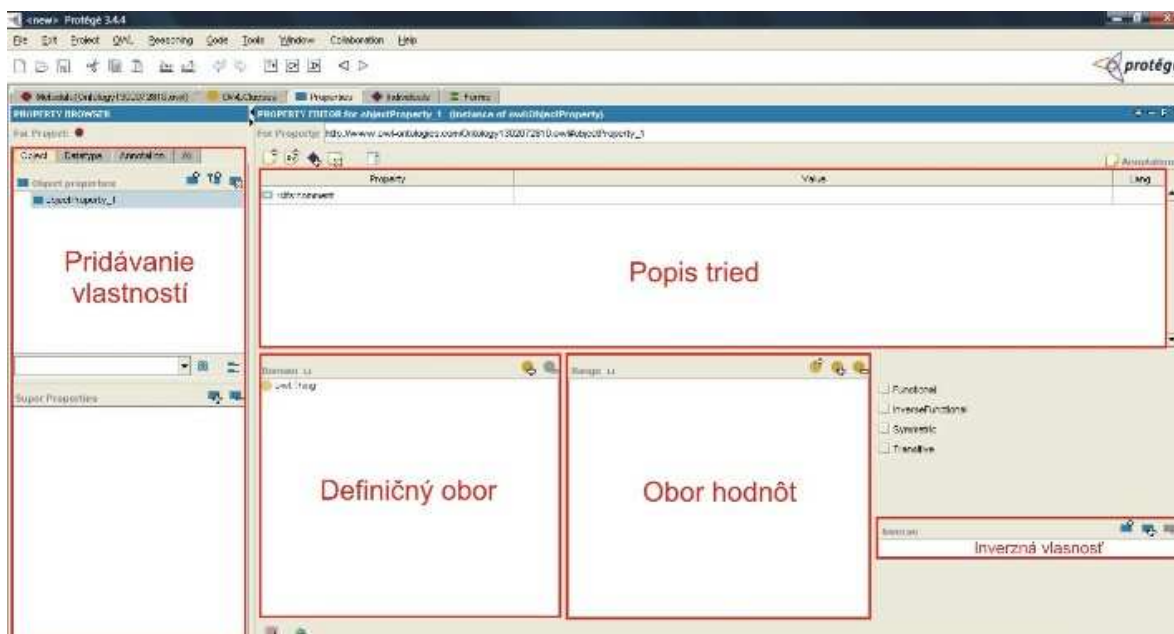
### 4.3.3 Objektové vlastnosti

Objektová vlastnosť vytvára medzi jedincami binárny vzťah, umožňuje nám vystihnúť význam triedy, popísať ju alebo definovať. Vlastnosti zakladáme v záložke *Properties*, objektové vlastnosti v záložke *Object* za použitia volieb *Create object property*, *Create subproperty* alebo *Delete property*. Pomocou volby *Create subproperty* sa dá podobne ako u tried budovať taxonómiu vlastností [30].

#### 4.3.4 Definičný obor a obor hodnôt

Pre každú vlastnosť bolo v menu Properties potrebné definovať definičný obor  $D(f)$  a obor hodnôt  $H(f)$  v ontológii. Definičný obor a obor hodnôt vlastnosti definujú medzi ktorými triedami, jedincami môže byť vlastnosť aplikovaná. Ich vymedzením jednoznačne vymedzíme rolu vlastnosti v ontológii. Definičný obor hovorí, ktorá trieda sa náhadza vľavo od vlastnosti, čiže u akej triedy sa môže vlastnosť objaviť. Obor hodnôt nám naopak hovorí, akú hodnotu z ktorej triedy môže daná vlastnosť nadobudnúť. [35]

*Príklad: Majme vlastnosť hasVariable (má premennú). Najprv sa pozeráme na to, že sa pohybujeme v kartografickej doméne. Tento fakt nám definuje hranice, či množinu tried, na ktoré môžeme danú vlastnosť aplikovať. Danú vlastnosť bola aplikovaná na triede MapovyZnak, táto trieda sa stala definičným oborom pre vlastnosť hasVariable. Ako z názvu vlastnosti vyplýva, trieda Mapový znak má premenné, otázka z nie aké premenné. Odpoveďou na danú otázku je trieda PremennéMapovéhoZnaku, ktorú bolo potrebné do ontológie zaviesť a tá sa stala pre príslušnú vlasnosť oborom hodnôt. Rovnako sa však úloha oboch tried môže vymeniť a trieda MapovyZnak sa môže stať vo vzťahu k vlastnosti hasVariable oborom hodnôt a trieda PremenneMapovehoZnaku definičným oborom, pretože medzi triedami existuje inverzný vzťah viz. inverzná vlastnosť.*



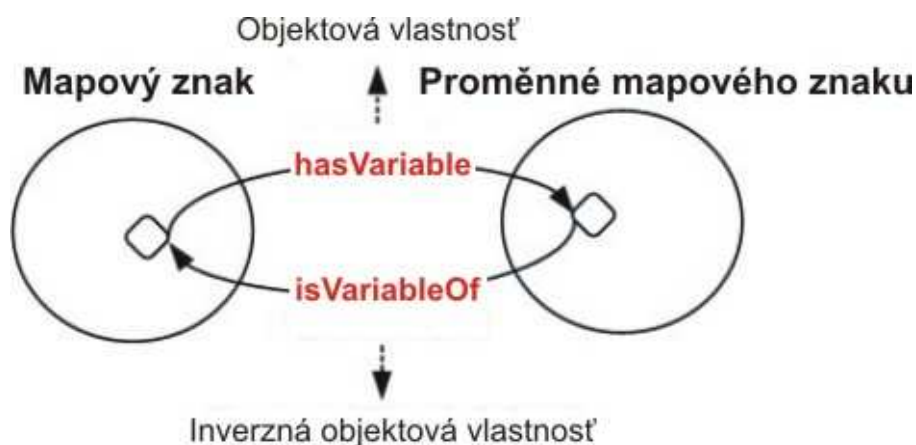
4.4 Definícia vlastností - definičný obor a obor hodnôt vlastnosti, inverzná vlastnosť



4.5 Vysvetlenie pojmov definičný obor a obor hodnôt vlastnosti v ontológii.

### 4.3.5 Inverzná vlastnosť

Jedná sa o objektovú vlastnosť, ktorá je definovaná k už vytvorenej objektovej vlastnosti s rozdielom, že definičný obor a obor hodnôt platí v opačnom smere pôsobenia objektovej vlastnosti [36]. Je vhodné ju v ontológii uvádzať. Inverzná vlastnosť spolu s normálnou objektovou vlastnosťou zaisťuje obojsmerný vzťah medzi jedincami daných tried a plní pritom, že každá objektová vlastnosť má inverznú vlastnosť. Definícia v prostredí Protégé bola jednoduchá. Založili sme si novú objektovú vlastnosť s názvom napríklad isVariableOf, prešli sme na objektovú vlastnosť hasVariable a u nej sme zvolili voľbu Set inverse property a z ponuky vybrali objektovú vlastnosť isVariableOf, ktorá sa stala inverznou vlastnosťou pre hasVariable.



4.6 Inverzný vzťah objektových vlastností.

Keď sme mali nadefinovanú objektovú vlastnosť hasVariable a k nej inverznú vlastnosť isVariableOf. Vzali sme si triedu, ktorá je u vlastnosti hasVariable v roli oboru hodnôt H(f) a pre stanovenie inverznej vlastnosti sme ju považovali za definičný obor

D(f). Z toho vyplynulo, že trieda PromenneMapovehoZnaku je definičným oborom inverznej vlastnosti isVariableOf a oborom hodnôt je trieda MapovyZnak.

#### 4.3.6 Vizualizácia grafického pohľadu na ontológiu

V Protégé sa realizovala vizualizácia ontológie prostredníctvom OWLViz Pluginu. Umožnil lepšie vedieť vzťahy, ktoré existujú medzi triedami, akého typu daná trieda je (popísaná, definovaná), porovnávať vloženie a odvodenú hierarchiu tried. Plugin umožnil exportovať rôzne grafické pohľady na ontológiu, export grafického zobrazenia taxonómie bol možný do formátov \*.PNG, \*.JPEG, \*.SVG [36].

Grafické zobrazenie tried

- primitívne triedy, sú označené žltou farbou = nemajú k sebe rovnocennú triedu alebo sú to nedefinované triedy
- definované triedy, sú označené oranžovou farbou = majú k sebe aspoň jednu ekvivalentnú triedu
- vybraná trieda, modrý rámec
- vzťahy medzi triedami, svetlo šedé šípky
- pri označení ľubovoľnej triedy so zelenou šípkou sa zobrazí smer k nadtriede označenej triedy, sa zobrazí fialovými šípkami vzťahy k podtriede označenej triedy
- reklasifikovaná trieda, modrou ohraničené bubliny
- nekonzistentná trieda, červenou ohraničené bubliny

#### 4.3.7 Obmedzenia vlastností

Pre jednotlivé vlastnosti bolo potrebné stanoviť určité obmedzujúce podmienky, čím sa v ontológii definovala elementárna kartografická znalosť. Obmedzenia boli definované v predefinovaných podobách. Pri práci bolo využité najmä existenciálne a globálne obmedzenie, typy obmedzení sú definované podľa [30] a [36].

##### Globálne obmedzenie vlastností

Definičný obor a obor hodnôt sú špecifikované, ich špecifikáciou samotnú vlastnosť obmedzujeme, stanovujeme jej postavenie a rozsah medzi čím môže pôsobiť, sú tzv, globálnym obmedzením vlastnosti. To znamená, že pri každom použití danej vlastnosti u ktorejkoľvek triedy, bude pre danú vlastnosť je platný príslušný definičný obor a obor hodnôt.

##### Lokálne obmedzenie vlastnosti

Vyskytuje sa tam, kde vlastnosť vystihuje sémantiku triedy, je súčasťou podmienky, ktorá je okrem obmedzenia tvorená triedou, ktorej sémantiku chceme vystihnúť a triedou, ktorá sa na vlastnosti podieľa a definuje s akou triedou či jedincom bude spojená. Patrí sem kvantitatívne obmedzenie vlastností (existenciálne i univerzálne obmedzenie), kardinalitné obmedzenie vlastností (maximum, minimum, rovnosť) a hasValue obmedzenie.

### **Existenciálne obmedzenie**

Najbežnejší typ obmedzenia nesie označenia ako `some`, `at least 1`, `someValuesFrom`. Týka sa tzv. modelu otvoreného sveta, ktoré tvrdí, že o ničom nemôžeme tvrdiť, že to neexistuje, pokiaľ nie je explicitne vyjadrené, že to naozaj neexistuje. Existuje spôsob ako z otvoreného sveta spraviť svet uzavretý, aby sme mohli s jeho modelom - ontológiou lepšie a jednoduchšie pracovať. Tymtopostupom je tzv. axiom uzáveru vlastností.

### **Univerzálne obmedzenie**

Typ obmedzenia s označením `only`, `no values except`, `onlyValuesFrom`. V porovnaní s existenciálnym vôbec nezručuje existenciu vzťahu s nejakou triedou. Vymedzovaná trieda môže mať vzťah s nejakou inou triedou, ale nemusí. Pokiaľ už nejaký vzťah má, tak sa jedná len o tento vzťah s danou triedou a žiadna iná nepripadá v úvahu. Obmedzenie sa príliš nepoužíva osamotene, užitočné je v spojení s existenciálnym obmedzením pri tvorbe axiémov.

### **Kardinalitné obmedzenie**

Umožňuje vyčíslit' počet vzťahov, v ktorých sa jedinec patriaci určitej triede má účastniť. Rozlišuje sa obmedzenie s rovnosťou, maximálne a minimálne kardinalitné obmedzenie.

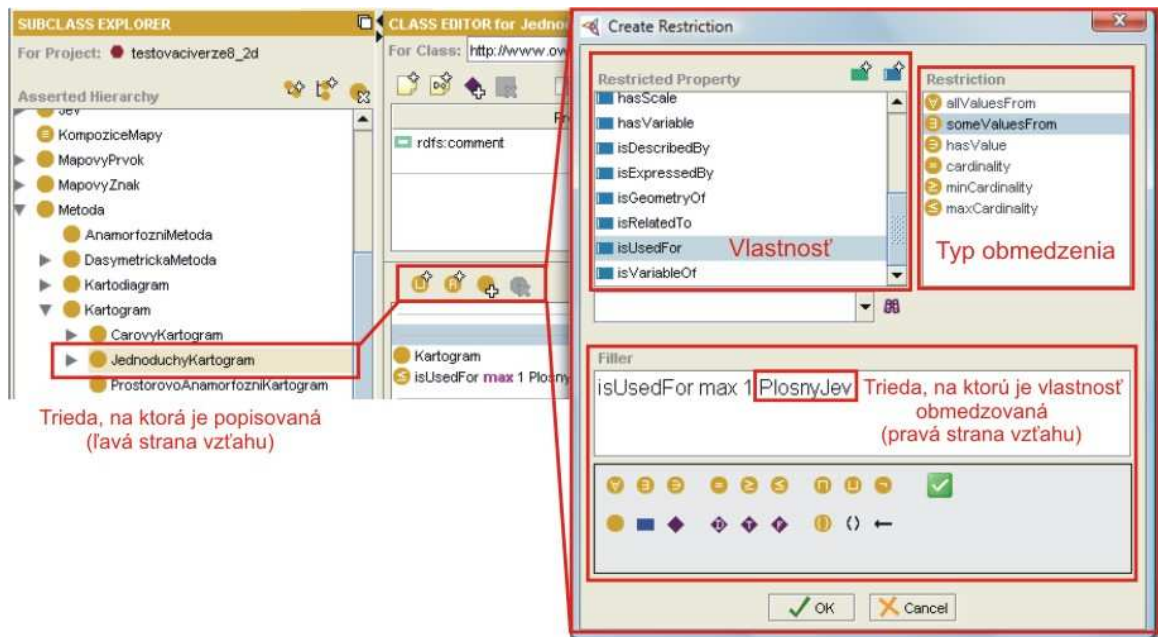
### **HasValue obmedzenie**

Je obdoba existenciálneho obmedzenia, ktoré vytvára väzbu medzi skupinou všetkých jedincov vybranej triedy a jedným konkrétnym jedincom, pričom pripúšťa vzťah s jedným jedincom z inej triedy.

### **Axiom uzáveru vlastností**

Presne vymedzuje obor hodnôt pre určitú vlastnosť. Je tvorený zjednotením všetkých existenciálnych obmedzení v podobe univerzálneho obmedzenia. Príslušná vlastnosť následne bude pôsobiť len na triedy z oboru hodnôt a na žiadne iné. Jeho tvorba v prostredí Protégé nie je zložitá, vyberie sa jedno z existenciálnych obmedzení a z menu po stisknutí pravého tlačítka myši vyberieme voľbu `Add closure axiom`. Univerzálne obmedzenie je výsledkom kombinácie definovaných existenciálnych podmienok.





#### 4.7 Definícia obmedzujúcich podmienok v Protégé 3.4.4



## 5 VÝSLEDKY

Výsledkom práce je reprezentácia kartografickej znalostí z oblasti tematickej kartografie z dôrazom na vizualizáciu relatívnych hodnôt javu (zadaná doména). Reprezentácia znalostí zo zadanej domény bola realizovaná formou ontológie. Pomocou softvéru Protégé 3.4.4 boli vytvorené dve riešenia - dve ontológie. Keďže bola práca riešená v rámci projektu GA205/09/1159 Inteligentní systém pro interaktivní podporu tvorby tematických map, ontológie svojím obsahom pokrývajú väčšie spektrum ako zadaná doména. Cieľom práce bolo vytvoriť jeden ucelený logický celok, ktorý by pokryl celú sledovanú doménu. Z dôvodu terminologických nezhôd, ktoré neumožnili jednotný prístup, bola primárne vypracovaná ontológia v českom jazyku, ktorá vychádza z vychodoeuropskej kartografickej školy a sekundárne ontológia v anglickom jazyku, ktorá pokrýva zadanú doménu z prístupu anglosaskej kartografickej školy [10]. Anglické riešenie reprezentuje len taxonomickú zložku domény, je postavené na publikáciách autorov zo západnej Európy a Spojených štátov ako Kraak a Ormeling [13], MacEachren [15], Monmonier [17], Robinson a kol. [22], [23], Slocum a kol. [25]. České riešenie je komplexné od definovanej taxonómie, ktorú reprezentuje systém tried a podtried, až po definované vlastnosti a ich definičné obory a obory hodnôt, podmienky a obmedzenia tried. Toto riešenie sa opiera o autorov a publikácie z Českej republiky a Slovenska ako Kaňok [8], [9], Kaňok a Voženílek [11], [12], Pravda [20], [21], Voženílek [27], [28].

### 5.1 Pomenovanie tried a vlastností

Čo sa týka pomenovania tried uplatnilo sa u oboch riešení pravidlo, že pomenovania tried sú realizované jedným výrazom, ktorý jasne, zrozumiteľne v súlade s príslušnou terminológiou výstižne popisuje danú triedu v rámci domény a v ktorom sú jednotlivé kmeňové slová odlíšené veľkými písmenami, aby sa dosiahla lepšia - čitateľnosť tried. Príslušné podtriedy vo väčšine prípadov dedia v pomenovaní názov nadtriedy, pretože v rámci ontologie sa nemôže stať, že by dve triedy boli pomenované rovnako a tento systém to garantuje. U pomenovaní vlastností sa uplatnilo podobné pravidlo len s tým rozdielom, že úvodné sloveso v pomenovaní triedy sa začína malým písmenom, ostatné kmeňové slová, ktoré tvoria jednoslovný názov vlastnosti sú odlíšené veľkým začiatočným písmenom.

Jednotlivé triedy a podtriedy, vlastnosti sú vysvetlené a popísané v záložke Annotations, aby bola zabezpečená zrozumiteľnosť jednotlivých riešení.

### 5.2 České riešenie

V prípade tohto riešenia boli v rámci taxonómie definované ako najvyššie podtriedy najvšeobecnejšej triedy Thing triedy:

- Data - dáta podľa kvantity a kvality (hlavné podtriedy: KvalitativniData, KvantitativniData)

- GeometrickáCharakteritikaMapZnaku - lokalizácia, ukotvenie znaku v mape (hlavné podtriedy: BodoveLokalizovanZnak, LinioveLokalizovanZnak)
- Geometrie - geometria (hlavné podtriedy: BodovaGeometrie, LiniovaGeometrie, PlosnaGeometrie)
- HodnotaDat - data z hľadiska absolútnej/relatívnej hodnoty (hlavné podtriedy: AbsolutniHodnota, RelativniHodnota)
- Jev (hlavné podtriedy: BodovyJev, LiniovyJev, PlosniJev)
- KompoziceMapy (bez podtried)
- MapovyPrvok - hlavné a vedľajšie mapové prvky (hlavné podtriedy: Diagram, Graf, Legenda, MapovePole, Meritko, Obrazek, RamMapy, Smerovka, Tabulka, Tiraz, Titul, VedlejsiMapovePole)
- MapovyZnak (hlavné podtriedy: BodovyZnak, LiniovyZnak, PlosnyZnak)
- Metoda (hlavné podtriedy: AnamorfozniMetoda, DasymetrickaMetoda, Kartodiagram, Kartogram, MetodaBodovychZnaku, MetodaIzolinii, MetodaLiniovychZnaku, MetodaPlosnychZnaku, MetodaTecek, Pseudokartogram)
- Projekce (bez podtried)
- PromenneMapZnaku (hlavné podtriedy: Barva, Obrys, Orientace, Struktura, Tloustka, Tvar, Velikost, Vypln)
- SlozkaDat - čím su dáta tvorené (hlavné podtriedy: AtributovaSlozka, ProstorovaSlozka)
- SouradnicovySystem (bez podtried)
- Stupnice (hlavné podtriedy: FunkcniStupnice, IntervalovaStupnice)
- ZajmoveUzemi (hlavné podtriedy: DilciCelek)

Jenotlivé hlavné podtriedy sa delia na ďalšie podtriedy, týmto spôsobom je budovaná celá taxonómia. Pritom bolo však dôležité aká trieda je podtriedou pre príslušnú nadtriedu z dôvodu dedičnosti jednotlivých podmienok a obmedzení. Vzťah typu IS-A, definovaný medzi triedou a podtriedou vo verbálnej podobe znamená, že podtrieda je špeciálnym prípadom danej triedy. To znamená, že podtrieda preberá všetky vlastnosti nadtriedy a ďalej ich rozvíja, prípadne má nadefinované vlastnosti úplne nové. Často u definície tohto typu vzťahu dochádza k chybám, pretože zdedené vlastnosti pôsobia u nevhodne nadefinovanej triedy nezmyselne a chybné. Medzi hlavnými podtriedami bola definovaná disjunktnosť, podobne bola definovaná disjunktnosť aj u skoro všetkých tried, ktoré ležia v ontológii na rovnakej úrovni.

V rámci zadanej domény, ktorá rieši metódy pre vizualizáciu relatívnych hodnôt javu boli jednotlivé triedy a vlastnosti rozpracované primárne. Jedná sa hlavne o triedy Kartogram, DasymetrickaMetoda, MetodaTecek a Pseudokartogram.

### 5.2.1 Popis tried

Ako bolo spomenuté vo všeobecnom úvode jednotlivé triedy boli obmedzené definovanými alebo popisnými podmienkami. Tieto podmienky spolu z vlastnosťami vytvárajú medzi triedami systém vzťahov, ktorý definuje základné kartografické pravidlá v rámci domény. V tejto kapitole sú vysvetlené nadefinované triedy a podmienky.

#### Trieda **Data**

Pre triedu Data sú v záložke Necessary definované nevyhnutné podmienky:

- All values from Data hasGeometry only Geometrie = Každý jedinec z triedy Data má istý typ geometrie z triedy Geometrie.
- All values from Data hasPart only SlozkaDat = Každý jedinec z triedy Data je tvorený zložkami z triedy SlozkaDat.

Trieda Data obsahuje triedy KvalitativniData a KvantitativniData, obe triedy dedia obmedzujúce podmienky definované pre triedu Data a súčasne sú k sebe disjunktné. Sú pre nich definované ďalšie podmienky, ktoré konkretizujú príslušnú triedu. Pre triedu KvalitativniData platí obmedzujúca podmienka:

- All values from KvalitativniData hasMethod only (MetodaLiniovychZnaku or MetodaPlošnychZnaku or MetodaBodovychZnaku) = Pre vizualizáciu jedincov z triedy KvalitativniData je možné použiť kartografické metódy z tried MetodaLiniovychZnaku alebo MetodaPlošnychZnaku alebo MetodaBodovychZnaku.

Pre triedu KvantitativniData platí obmedzujúca podmienka:

- All values from KvantitativniData hasMethod only ((Pseudokartogram or MetodaTecek or MetodaIzoliii or Kartogram or Kartodiagram or DasymetrickaMetoda or AnamorfozniMetoda)) = Pre vizualizáciu jedincov z triedy KvantitativniData je možné použiť kartografické metódy z tried Pseudokartogram alebo MetodaTecek alebo MetodaIzoliii alebo Kartogram alebo Kartodiagram alebo DasymetrickaMetoda alebo AnamorfozniMetoda).

#### Trieda **GeometrickaCharakteristikaMapZnaku**

Pre túto triedu nie sú v rámci ontológie definované postačujúce a ani nevyhnutné podmienky. Trieda a jej taxonómia definuje možnosti umiestnenie mapového znaku v mape. Hlavnými podtriedami sú BodoveLokalizovanZnak a LinioveLokalizovanZnak. Jednotlivé podtriedy príslušných hlavných podtried obsahujú konkrétne formy umiestnenia mapového znaku v mape. Jedná sa o podtriedy GeometrickyStred, GeometrickyStredDolniCastiZnaku, StredZakladny, VrcholPravehoUhluZakladnyZnaku pre hlavnú podtriedu BodoveLokalizovanZnak a podtriedy HlavniCaraLiniovehoZnaku a OsLinie pre hlavnú podtriedu LinioveLokalizovanZnak.

#### Trieda **Geometrie**

Príslušná trieda popisuje a priradzuje druhy geometrie. Obsahuje podtriedy BodovaGeometrie, LiniovaGeometrie, PlosnaGeometrie. Pre danú triedu a podtriedy

neboli zadefinované žiadne postačujúce ani nevyhnutné podmienky, dôraz bol kladený na taxonómiu pojmov. Triedy obsiahnuté v tejto triedy boli vo viacerých prípadoch využité k definícií nevyhnutných podmienok pre ďalšie triedy v ontológii, čím sa definovali elementárne kartografické pravidlá.

### Trieda **HodnotaDat**

Trieda nie je obmedzovaná postačujúcimi a ani nevyhnutnými podmienkami, ktoré boli definované až o jednu hierarchickú úroveň nižšie u hlavných podtried AbsolutniHodnota a RelativniHodnota.

Pre triedu AbsolutniHodnota platí nevyhnutná obmedzujúca podmienka:

- All values from AbsolutniHodnota hasMethod only (MetodaTecekTopografickySpusob or Kartodiagram or MetodaIzoliiii) = Pre vyjadrenie jedincov (hodnôt) z triedy AbsolutniHodnota môžeme použiť jedincov = metódy z tried MetodaTecekTopografickySpusob alebo Kartodiagram alebo MetodaIzoliiii.

Pre triedu RelativniHodnota platí nevyhnutná obmedzujúca podmienka:

- All values from RelativniHodnota hasMethod only (MetodaTecekKartogramovySpusob or DasymetrickaMetoda or Kartogram or Pseudokartogram) = Pre vyjadrenie jedincov (hodnôt) z triedy RelativniHodnota aplikujeme jedincov = metódy z tried MetodaTecekKartogramovySpusob alebo DasymetrickaMetoda alebo Kartogram alebo Pseudokartogram.

### Trieda **Jev**

Pre príslušnú triedu existuje obmedzujúca nevyhnutná podmienka:

- All values from Jev isDescribedBy only Data = Každý jedinec z triedy Jev je popísany dátami z triedy Data.

Trieda Jev obsahuje 3 hlavné podtriedy BodovyJev, LiniovyJev, PlosnyJev, ktoré sú vzájomne disjunktné. Príslušné podtriedy dedia obmedzujúcu podmienku po nadtriede Jev a zároveň sú pre nich definované ďalšie obmedzujúce podmienky, ktoré viac špecifikujú dané podtriedy.

Pre triedu BodovyJev bola definovaná obmedzujúca podmienka:

- All values from BodovyJev hasGeometry only BodovaGeometrie = Každý jedinec z triedy BodovyJev má geometriu z triedy BodovaGeometrie, čo znamená, že má vždy bodovú geometriu.
- All values from BodovyJev isExpressedBy only BodovyZnak = Každý jedinec z triedy BodovyJev je vyjadrený mapovým znakom z triedy BodovyZnak, čo znamená, že každý jedinec je vyjadrený bodovým znakom.

Pre triedu LiniovyJev bola definovaná obmedzujúca podmienka:

- All values from LiniovyJev hasGeometry only LiniovaGeometrie = Každý jedinec z triedy LiniovyJev má geometriu z triedy LiniovaGeometrie, čo znamená, že každý jedinec má líniovú geometriu.

- All values from LiniovyJev isExpressedBy only LiniovyZnak = Každý jedinec z triedy LiniovyJev je vyjadrený mapovým znakom z triedy LiniovyZnak, čo znamená, že každý jedinec je vyjadrený líniovým znakom.

Pre triedu PlosnyJev bola definovaná obmedzujúca podmienka:

- All values from PlosnyJev hasGeometry only (BodovaGeometrie or PlosnaGeometrie) = Každý jedinec z triedy PlosnyJev má geometriu z triedy BodovaGeometrie alebo PlosnaGeometrie, čo znamená, že každý jedinec má bodovú alebo plošnú geometriu.
- All values from PlosnyJev isExpressedBy only (BodovyZnak or PlosnyZnak) = Každý jedinec z triedy PlosnyJev je vyjadrený mapovým znakom z triedy BodovyZnak alebo PlosnyZnak, čo znamená, že každý jedinec je vyjadrený bodovým alebo plošným znakom.

### Trieda **KompoziceMapy**

Neobsahuje podtriedy, je obmedzovaná nevyhnutnými a nevyhnutnými postačujúcimi podmienkami.

Pre triedu KompoziceMapy platí nevyhnutná a postačujúca podmienka:

- All values from KompoziceMapy hasMapElement only (Legenda or MapovePole or Tiraz or Titul or Meritko) = Každý jedinec (mapový list), ktorý obsahuje kombináciu týchto prvkov má správnu mapovú kompozíciu, táto podmienka postačuje k tomu, aby sme to mohli tvrdiť. .

A nevyhnutnými podmienkami:

- All values from KompoziceMapy hasMapElement some Smerovka, Diagram, Obrazek, Graf, RamMapy, Tabulka, VedlejsiMapovePole = Každý jedinec, ktorý spĺňa nevyhnutnú a postačujúcu podmienku a zároveň spĺňa jednu alebo viac nevyhnutných podmienok má základnú mapovú kompozíciu a obsahuje správne nadstavbové kompozičné prvky.

### Trieda **MapovyPrvok**

Ako trieda skôr predstavuje množinu prvkov, mapových prvkov, ktoré môže obsahovať mapový list. Podtriedami sú Diagram, Graf, Legenda, MapovePole, Meritko, Obrazek, RamMapy, Smerovka, Tabulka, Tiraz, Titul, VedlejsiMapovePole. U podtried MapovePole a VedlejsiMapovePole boli definovaná obmedzujúce nevyhnutné podmienky:

- All values from MapovePole hasCoordinateSystem only SouradnicovySystem = Každý jedinec z triedy MapovePole má priradeného jedinca (vybraný súradnicový systém) z triedy SouradnicovySystem
- All values from MapovePole hasProjection only Projekce = Každý jedinec z triedy MapovePole má projekciu = jedinca z triedy Projekce
- Rovnaké podmienky platia pre VedlejsiMapovePole

## Trieda **MapovyZnak**

Obsahuje 3 hlavné podtriedy BodovyZnak, LiniovyZnak, PlosnyZnak u ktorých boli definované nevyhnutné podmienky.

Pre podtriedu BodovyZnak sú definované obmedzujúce podmienky:

- All values from BodovyZnak hasVariable only (Vypln or Velikost or Tvar or Struktura or Orientace) = Každý jedinec z triedy BodovyZnak obsahuje príslušnú kombináciu premenných z príslušných tried.
- All values from BodovyZnak isLocated only BodoveLokalizovanZnak = Každý jedinec z triedy BodovyZnak je lokalizovaný ako jedinec triedy BodoveLokalizovanZnak.

Trieda BodovyZnak obsahuje disjunktné podtriedy CislicovyZnak, GeometrickyZnak, ObrazkovyZnak, PismenkovyZnak, SiluetovyZnak, SymbolickyZnak, ktoré dedia vyššie definované podmienky.

Pre podtriedu LiniovyZnak sú definované obmedzujúce podmienky:

- All values from LiniovyZnak hasVariable only (Tloustka or Barva or Struktura or Orientace) = Každý jedinec z triedy LiniovyZnak obsahuje príslušnú kombináciu premenných z príslušných tried.
- All values from LiniovyZnak isLocated only LinioveLokalizovanZnak = Každý jedinec z triedy LiniovyZnak je lokalizovaný ako jedinec triedy LinioveLokalizovanZnak.

Trieda LiniovyZnak obsahuje vzájomne disjunktné podtriedy HranicnyZnak, IdentifikacniZnak, PohybovyZnak, ktoré dedia vyššie definované podmienky.

Pre podtriedu PlosnyZnak sú definované obmedzujúce podmienky:

- All values from PlosnyZnak hasVariable only ((Vypln or Obrys) = Každý jedinec z triedy PlosnyZnak obsahuje príslušnú kombináciu premenných z príslušných tried.

Trieda PlosnyZnak obsahuje 3 skupiny podtried podľa priestorového usporiadania, pre rozlíšenie areálu a z hľadiska vymedzenia.

## Trieda **Metoda**

Nemá nadefinované podmienky, tvorí ju množina podtried = metód tematickej kartografie: AnamorfozniMetoda, DasymetrickaMetoda, Kartodiagram, Kartogram, MetodaTecek, MetodaIzoliiii, MetodaBodovychZnaku, MetodaLiniovychZnaku, MetodaPlosnychZnaku, Pseudokartogram.

Z ohľadom na zadanie práce sme sa v prípade tejto triedy zamerali na podtriedy metód pre vizualizáciu relatívnych hodnôt javu - Kartogram, DasymetrickaMetoda, MetodaTecek a Pseudokartogram.

### *Trieda **Kartogram***

Pre danú triedu platia tieto obmedzujúce nevyhnutné podmienky:

- All values from Kartogram hasGeometry only PlosnaGeometrie = Každý jedinec z triedy Kartogram má geometriu z triedy PlosnaGeometrie.
- All values from Kartogram hasGeometry only IntervalovaStupnice = Každý jedinec z triedy Kartogram má stupnicu z triedy IntervalovaStupnice.
- Insert min cardinality for Kartogram isContainOf 4 DilciCelek = Táto podmienka definuje minimálnu kardinalitu, hovorí aký minimálny počet dielčích celkov v danom území je potrebných na to, aby bolo vhodné použiť metódu kartogramu, na základe expertnej skúsenosti bolo stanovené od 4 dielčích celkov vyššie.

Trieda kartogram obsahuje 3 hlavné podtriedy JednoduchyKartogram, SlozenyKartogram, TeckovyKartogram, ktoré sú vzájomne disjunktné a dedia obmedzujúce podmienky nadtriedy.

Pre triedu JednoduchyKartogram platí nevyhnutná podmienka:

- Insert max cardinality for JednoduchyKartogram isUsedFor max 1 PlosniJev = Táto podmienka definuje maximálnu kardinalitu, hovorí aký maximálny počet sledovaných javov v danom území je potrebných na to, aby sa jednalo o metódu jednoduchého kartogramu, čiže maximálne 1 jav.

Trieda JednoduchyKartogram obsahuje popísané podtriedy, obmedzované zdedenými podmienkami:

- GeometrickyJednoduchyKartogram,
- HomogenniJednoduchyKartogram,
- KvalifikacniJednoduchyKartogram,
- SelektivniJednoduchyKartogram,
- TeckovyJednoduchyKartogram

Pre triedu SlozenyKartogram platí nevyhnutná postačujúca podmienka:

- Insert min cardinality for SlozenyKartogram isUsedFor min 2 PlosniJev = Táto podmienka definuje minimálnu kardinalitu, hovorí aký minimálny počet sledovaných javov v danom území je potrebných na to, aby sa jednalo o metódu zloženého kartogramu, čiže minimálne 2 javy.

Trieda SlozenyKartogram obsahuje ďalšie popísané podtriedy, obmedzované zdedenými podmienkami a to:

- KorelacnySlozenyKartogram
- PseudokorelacnySlozenyKartogram
- VzťahovyKartogram

Pre triedu TeckovyKartogram platí nevyhnutná podmienka:

Insert max cardinality for TeckovyKartogram isUsedFor max 1 PlosniJev = Táto podmienka definuje maximálnu kardinalitu, hovorí aký maximálny počet sledovaných javov v danom území je potrebných na to, aby sa jednalo o metódu tečkového kartogramu, čiže maximálne 1 jav.

Trieda TeckovyKartogram obsahuje popísané podtriedy, obmedzované zdedenými podmienkami:

- GeometrickyTeckovyKartogram
- PrirodzenyTeckovyKartogram
- PseudogeometrickyTeckovyKartogram

Trieda DasymetrickaMetoda

Obsahuje 2 hlavné potriedy popísané a vysvetlené v záložke Annotations. Sú to AnalyzaKartogramicka a AnalyzaTeckoveMapy. Pre obe podtriedy platí podmienka definovaná na úrovni nadtriedy :

- All values from DasymetrickaMetoda hasGeometry only IntervalovaStupnice = Každý jedinec z triedy DasymetrickaMetoda má stupnicu z triedy IntervalovaStupnice.

Pre podtriedu AnalyzaKartogramicka platí podmienka:

- All values from AnalyzaKartogramicka hasGeometry only PlosnaGeometrie = Každý jedinec z triedy AnalyzaKartogramicka má geometriu z triedy PlosnaGeometrie.

Pre podtriedu AnalyzaTeckoveMapy platí podmienka:

- All values from AnalyzaTeckoveMapy hasGeometry only BodovaGeometrie = Každý jedinec z triedy AnalyzaTeckoveMapy má geometriu z triedy BodovaGeometrie.

Trieda MetodaTecek

Obsahuje 2 hlavné potriedy popísané a vysvetlené v záložke Annotations. Sú to MetodaTecekKartogramovySposob a MetodaTecekTopografickySposob. Pre obe podtriedy platí podobne ako u triedy DasymetrickaMetoda podmienka definovaná na úrovni nadtriedy :

- All values from MetodaTecek hasGeometry only IntervalovaStupnice = Každý jedinec z triedy MetodaTecek má stupnicu z triedy IntervalovaStupnice.

Pre podtriedu A MetodaTecekKartogramovySposob platí podmienka:

- All values from MetodaTecekKartogramovySposob hasGeometry only PlosnaGeometrie = Každý jedinec z triedy MetodaTecekKartogramovySposob má geometriu z triedy PlosnaGeometrie.

Pre podtriedu AnalyzaTeckoveMapy platí podmienka:

- All values from AnalyzaTeckoveMapy hasGeometry only BodovaGeometrie = Každý jedinec z triedy AnalyzaTeckoveMapy má geometriu z triedy BodovaGeometrie.

Trieda Pseudokartogram

Pre triedu platia nevyhnutná podmienka:



- All values from Pseudokartogram hasGeometry only IntervalovaStupnice = Každý jedinec z triedy Pseudokartogram má stupnicu z triedy IntervalovaStupnice.

Trieda Pseudokartogram obsahuje popísané podtiredy, obmedzované zdedenými podmienkami, ktoré sa ďalej špecifikujú a delia:

- AnamorfozniPseudokartogram
- CarovyPseudokartogram
- GeometrickyTeckovyPseudokartogram
- ProstorovyPseudokartogram
- PseudokartogramPromennychPravouholniku
- PseudokartogramSNepřvidelnouSiti
- SitovyPseudokartogram
- StrukturniPseudokartogram

### Trieda **PromenneMapZnaku**

Tvorí ju množina premenných, obsahuje 8 hlavných podtried, ktoré sa ďalej delia: Barva, Obrys, Orientace, Struktura, Tloustka, Tvar, Velikost, Vypln. Pre jednotlivé podtriedy nie sú definované žiadne obmedzujúce podmienky. Dôvodom je samotné zameranie tejto triedy, ktoré je skôr taxonomické a jednotlivé podtriedy sú vo väčšej miere využité práve pri definícií obmedzujúcich podmienok u iných tried, a tým pri tvorbe elemntárnych pravidiel.

### Triedy **SouradnicovySystem a Projekce**

Na tieto príslušné triedy podobne ako trieda PromenneMapovehoZnaku sú využívané pre definovanie obmedzujúcich podmienok iných tried. Neobsahujú žiadne podtriedy. Predstavujú množiny jedincov = súradnicových systémov v prvom prípade a projekcií v prípade druhom, ktoré môžu byť aplikované.

### Trieda **ZajmoveUzemi**

Plní podobnú funkciu ako triedy PromenneMapovehoZnaku, SouradnicovySystem, Projekce, využíva sa pre definovanie obmedzujúcich podmienok iných tried. Obsahuje špecifickú podtriedu DilciCelek. Platí medzi nimi inverzná podmienka:

- All values from DilciCelek isContentOf ZajmoveUzemi

### Trieda **SlozkaDat**

Bližšie popisuje zložky dát. Jej obsahom sú 2 hlavné podtriedy AtributovaSlozkaDat a ProstorovaSlozkaDat.

Triedu AtributovaSlozkaDat upravuje obmedzujúca nevyhnutná podmienka:

- Insert some values from AtributovaSlozkaDat isExpressedBy some MapovyZnak = Hodnoty, jedince triedy AtributovaSlozkaDat sú vyjadrené jedincami z triedy MapovyZnak.

Triedu ProstorovaSlozkaDat upravujú obmedzujúce nevyhnutné podmienky:

- All values from ProstorovaSlozkaDat hasProjection only Projekce = Každý jedinec z triedy ProstorovaSlozkaDat má projekciu z triedy Projekce
- All values from ProstorovaSlozkaDat hasCoordinateSystem only SouradnicovySystem = Každý jedinec z triedy ProstorovaSlozkaDat má priradeného jedinca (vybraný súradnicový systém) z triedy SouradnicovySystem

### Trieda **Stupnice**

Trieda a jej podtriedy hrajú dôležitú rolu pri definícii samotných obmedzujúcich podmienok metód týkajúcich sa vizualizácie relatívnych javov. Obsahuje 2 hlavné podtriedy IntervalovaStupnice a FunkcniStupnice, ktoré sa delia na ďalšie triedy podľa použitej terminológie.

### 5.2.2 Popis vlastností

Významnú rolu pre vytvorenie pravidiel a vzájomných vzťahov hrala definícia objektových vlastností. V tejto kapitole sú abecedne zoradené objektové vlastnosti, ktoré boli konkrétne vytvorené. Bol špecifikovaný definičný obor a obor hodnôt pôsobnosti príslušnej objektovej vlastnosti na zadanej doméne, u niektorých bola definovaná aj inverzná objektová vlastnosť. K vlastnostiam je pre lepšiu zrozumiteľnosť uvedený v zátvorke slovenský preklad.

- Objektová vlastnosť **hasContent** (má obsah)  
Inverzná objektová vlastnosť **isContentOf** (je obsahom)  
D(v): trieda ZajmoveUzemi  
H(v): trieda DilciCelek
- Objektová vlastnosť **hasCoordinateSystem** (má súradnicový systém)  
D(v): triedy MapovePole, VedlejsiMapovePole a ProstorovaSlozkaDat  
H(v): triedaSouradnicovySystem  
Objektová vlastnosť **hasGeometry** (má geometriu)  
Inverzná objektová vlastnosť **isGeometryOf** (je geometriou)  
D(v): trieda MapovyZnak a Jev  
H(v): trieda Geometrie
- Objektová vlastnosť **hasMapElement** (má mapový prvok)  
D(v): trieda KompoziceMapy  
H(v): trieda MapovyPrvok
- Objektová vlastnosť **hasMethod** (má metódu)  
D(v): triedy Data a HodnotaDat  
H(v): trieda Metoda
- Objektová vlastnosť **hasPart** (má časť)  
D(v): trieda Data  
H(v): trieda SlozkaDat

- Objektová vlastnosť **hasProjection** (má projekciu)  
D(v): trieda MapovePole, VedlejsiMapovePole a ProstorovaSlozkaDat  
H(v): trieda Projekce
- Objektová vlastnosť **hasScale** (má stupnicu)  
D(v): trieda Metoda  
H(v): trieda Stupnice
- Objektová vlastnosť **hasVariable** (má premennú)  
Inverzná objektová vlastnosť: **isVariableOf** (je premennou)  
D(v): MapovyZnak  
H(v): PromenneMapZnaku
- Objektová vlastnosť **isDescribedBy** (je popísaný)  
D(v):Jev  
H(v): Data
- Objektová vlastnosť **isExpressedBy** (je vyjadrený)  
D(v): AtributovaSlozkaDat  
H(v): MapovyZnak
- Objektová vlastnosť **isLocatedTo** (je lokalizovaný do)  
D(v): MapovyZnak  
H(v): GeometrickaCharakteristikaMapovehoZnaku
- Objektová vlastnosť **isUsedFor** (je použitý pre)  
D(v): Metoda  
H(v): Jev

### 5.3 Anglické riešenie

V prípade druhého riešenia boli v rámci taxonómie definované ako najvyššie podtriedy najvšeobecnejšej triedy Thing triedy:

- Data - hlavné delenie dát (hlavné podtriedy: AttributeData, GraphicalData)
- MapColor (hlavné podtriedy: ColorAttributes, ColorExpression, ColorModel)
- MapComposition (hlavné podtriedy: BasicElementOfMapComposition, SuperstructureOfMapComposition)
- MapDescription (hlavné podtriedy: DescriptionAttributes, DescriptionLanguage, SymbolDescription)
- MapSymbol (hlavné podtriedy: AspectOfMapSymbol, TypeOfMapSymbol)
- Method (hlavné podtriedy: QualitativeMethod, QuantitativeMethod)
- Phenomenon (hlavné podtriedy: PhenomenonTypeBySimilarity, PhenomenonTypeByGeography)
- Scale (hlavné podtriedy: FunctionalScale, IntervalScale)

Riešenie je vytvorené podobným spôsobom ako české riešenie, ale dôraz v rámci tohto riešenia je kladený primárne na taxonómiu. Na výsledok tohto riešenia by bolo vhodné nadviazať v podobne orientovanej práci. Táto ontológia je skôr návrhom riešenia ako riešením samotným.

### 5.3.1 Popis taxonómie tried

V nasledujúcej kapitole je popísaná taxonómia anglického riešenia ontológie, jednotlivé triedy sú rovnako hierarchicky usporiadané ako v samotnej ontológii, z ohľadom na úroveň postavenia aj usporiadania.

Trieda **Data** (Dáta) - špecifikuje a definuje druhy a typy dát.

- AttributeData (Atribútové dáta)
  - QualitativeData (Kvalitatívne dáta)
    - NominalData (Nominalne dáta)
  - QuantitativeData (Kvantitatívne dáta)
    - IntervalData (Intervalové dáta)
    - OrdinalData (Ordinálne dáta)
    - RatioData (Pomerové dáta)
- GraphicalData (Grafické dáta)
  - RasterData (Rastrové dáta)
  - VectorData (Vektorové dáta)
    - PointData (Bodové dáta)
    - LineData (Líniové dáta)
    - PolygonData (Polygónové dáta)

Trieda **MapColor** (Farba v mape) - jej obsahom sú základné atribúty, vyjadrenia farby v mape a základné farebné modely.

- ColorAttributes (Atribúty farby)
  - Intensity (Intenzita)
  - Shade (Odtieň)
- ColorExpression (Vyjadrenie farby)
  - ColorForQualitativePropertiesOfElement (Farba pre kvalitatívne vyjadrenie geoprisku)
    - AuthorLegends (Autorské legenda)
    - StandardLegends (Štandardizované legendy)
  - ColorForQuantitativePropertiesOfElement (Farba pre kvantitatívne vyjadrenie geoprisku)
- ColorModel (Modely farieb)
  - CMYK (Cyan Magenta Yellow black)

- HSV (Hue Saturation Value)
- RGB (Red Green Blue )

Trieda **MapComposition** (Mapová kompozícia) - obsahuje základné a nadstavové prvky mapovej kompozície a ich vybrané špecifikácie.

- BasicElementsOfMapComposition (Základné prvky mapovej kompozície)
  - Colophon (Tiráž)
    - AuthorName (Meno autora)
    - Copyright (Autorské práva)
    - ISBN
    - IssuePlace (Miesto vydania)
    - IssueYear (Rok vydania)
  - Legend (Legenda)
  - MapFrame (Mapové pole)
    - Shape (Tvar)
      - 3:4
      - 4:3
  - MapName (Názov mapy)
    - Title (Titul)
    - Subtitle (Podtitul)
  - ScaleBar (Mierka mapy)
    - GraphicalForm (Grafická forma mierky)
      - MainDivision (Hlavné delenie mierky)
      - SubDivision (Vedľajšie delenie mierky)
    - NumericForm(Číselná forma mierky)
    - VerbalForm(Slovná forma mierky)
- SuperstructureElementsOfMapComposition (Nadstavbové kompozičné prvky)
  - Diagram (Diagram)
    - MoreParameterDiagram (Viacparametrový diagram)
      - CylinderDiagram (Valcový diaram)
      - PrismDiagram (Prizmatický diagram)
      - RectangleDiagram (Obdĺžnikový diaram)
    - OneParameterDiagram (Jednparametrový diagram)
      - ColumnarDiagram (Stĺpcový diagram)
      - RoundDiagram (Kruhový diagram)
      - SquareDiagram (Štvorcový diagram)
  - FrameLine (Rám mapy)
  - Graph (Graf)

- GraphComponents
  - GraphExplanatory
  - GraphKey
  - GraphLine
  - GraphNet
  - GraphScale
- GraphTypes
  - ColumnarGraph
  - LineGraph
  - RoundGraph
  - TriangleGraph
- Logo (Logo)
- NorthArrow (Smerovka)
- Picture (Obrazok)
- Profile (Profil)
- Table (Tabuľka)
- TextFrame (Textové pole)

Trieda **MapDescription** (Popis na mape) - obsahuje základné atribúty, formu jazyka popisu, popisované prvky.

- DescriptionAttributes (Atribúty popisu)
  - ColorOfDescription (Farba popisu)
  - DecorationOfDescription (Dekorácia popisu)
    - OverLine (Nadčiarknutý popis)
    - StrikeOut (Prečiarknutý popis)
    - UnderLine (Podčiarknutý popis)
  - FontOfDescription (Font písma popisu)
  - FormOfDescription (Forma popisu)
    - Hollow (Dutá)
    - Plastic (Plastická)
    - Solid (Plná)
  - LetterOfDescription (Litery popisu)
    - BigLetters (Verzálky)
    - Capitals (Kapitálky)
    - SmallLetters (Mínusky)
  - SizeOfDescription (Veľkosť popisu)
  - StyleOfDescription (Rez popisu)
    - NarrowDescription (Úzky rez popisu)

- NormalDescription (Normálny rez popisu)
  - WideDescription (Široký rez popisu)
- ThicknessOfDescription (Hrúbka popisu)
  - Bold (Hrubý popis)
  - Semibold (Polohrubý popis)
  - Thin (Chudý popis)
- DescriptionLanguage (Jazyk popisu)
  - Endonymum (Štandardizované názvy)
  - Exonymum (Vžitá názvy)
- SymbolDescription (Popis znaku)
  - PointElementDescription (Popis bodového znaku)
  - LineElementDescription (Popis líniového znaku)
  - PolygonElementDescription (Popis plošného znaku)

Trieda **MapSymbol** (Mapový znak) - jej obsahom sú aspekty mapového znaku, jednotlivé typy mapových znakov, kde u každého typu boli definované premenné a ďalšie podtypy príslušného mapového znaku.

- AspectOfMapSymbol (Aspekty mapového znaku)
  - PragmaticAspect (Pragmatický aspekt)
  - SemanticAspect (Sémantický aspekt)
  - SygmaticAspect (Sygmatický aspekt)
  - SyntacticAspect (Syntaktický aspekt)
- TypeOfMapSymbol (Typ mapového znaku)
  - PointSymbol (Bodový znak)
    - ParameterOfPointSymbol (Parameter bodového znaku)
      - FillingOfPointSymbol (Výplň bodového znaku)
      - OrientationOfPointSymbol (Orientácia bodového znaku)
      - ShapeOfPointSymbol (Tvar bodového znaku)
      - SizeOfPointSymbol (Veľkosť bodového znaku)
      - StructureOfPointSymbol (Štruktúra bodového znaku)
    - TypeOfPointSymbol (Typ bodového znaku)
      - AlphanumericPointSymbol (Alfanumerický bodový znak)
      - GeometricPointSymbol (Geometrický bodový znak)
      - PictorialPointSymbol (Obrázkový bodový znak)
      - SemanticPointSymbol (Sémantický bodový znak)
  - LineSymbol (Líniový znak)
    - ParameterOfLineSymbol (Parameter líniového znaku)
      - ColorOfLineSymbol (Farba líniového znaku)

- OrientationOfLineStyle (Orientácia líniového znaku)
- StructureOfLineStyle (Štruktúra líniového znaku)
- ThicknessOfLineStyle (Hrúbka líniového znaku)
- TypeOfLineStyle (Typ líniového znaku)
  - BorderLineStyle (Hraničný líniový znak)
  - IdentificationLineStyle (Identifikačný líniový znak)
  - KineticLineStyle (Pohybový líniový znak)
- PolygonSymbol (Plošný znak)
  - ParameterOfPolygonSymbol (Parameter plošného znaku)
    - ContourOfPolygonSymbol (Obrys plošného znaku)
    - FillingOfPolygonSymbol (Výplň plošného znaku)
  - TypeOfPolygonSymbol (Typ plošného znaku)
    - ContourPolygonSymbol (Obrysové plošný znak)
    - PolygonSymbolWithColorFill (Plošný znak vyplnené farbou)
    - PolygonSymbolWithDescription (Plošný znak vyplnený popisom)
    - PolygonSymbolWithPointLineGrid (Plošný znak)
    - SpotFilledPolygonSymbol (Plošný znak vyplnený bodovými znakmi)

Trieda **Method** (Metóda) - jej obsahom sú kvalitatívne a kvantitatívne metódy tematickej kartografie podľa príslušnej terminológie.

- QualitativeMethod (Kvalitatívna metóda)
  - PointFeatureMethod (Metóda bodových znakov)
  - LineFeatureMethod (Metóda líniových znakov)
  - ArealMethod (Areálová metóda)
- QuantitativeMethod (Kvantitatívna metóda)
  - CartogramMethod (Metóda anamorfózy)
  - ChoroplethMethod (Choropleťová metóda)
  - DasymetricMethod (Dasymetrická metóda)
  - DotMethod (Metóda bodiek)
  - GraduatedSymbolMethod (Metóda stupňovaného znaku)
  - IsarithmicMethod (Izaritmická metóda)
  - PieChartMethod (Metóda koláčových grafov)
  - ProportionalSymbolMethod (Metóda proporčných znakov)



Trieda **Phenomenon** (Jav) - obasuje druhy javov podľa podobnosti a podľa príslušnosti k fyzickej alebo humánnej geografii.

- PhenomenonTypeBySimilarity (Jav podľa podobnosti)
  - DifferentPhenomenon (Odlišný jav)
  - EqualPhenomenon (Rovnaký jav)
  - SimilarPhenomenon (Podobný jav)
- PhenomenonTypeByGeography (Jav podľa geografie)
  - PhysicalPhenomenon (Fyzickogeografický jav)
  - SocioeconomicPhenomenon (Socioekonomický jav)

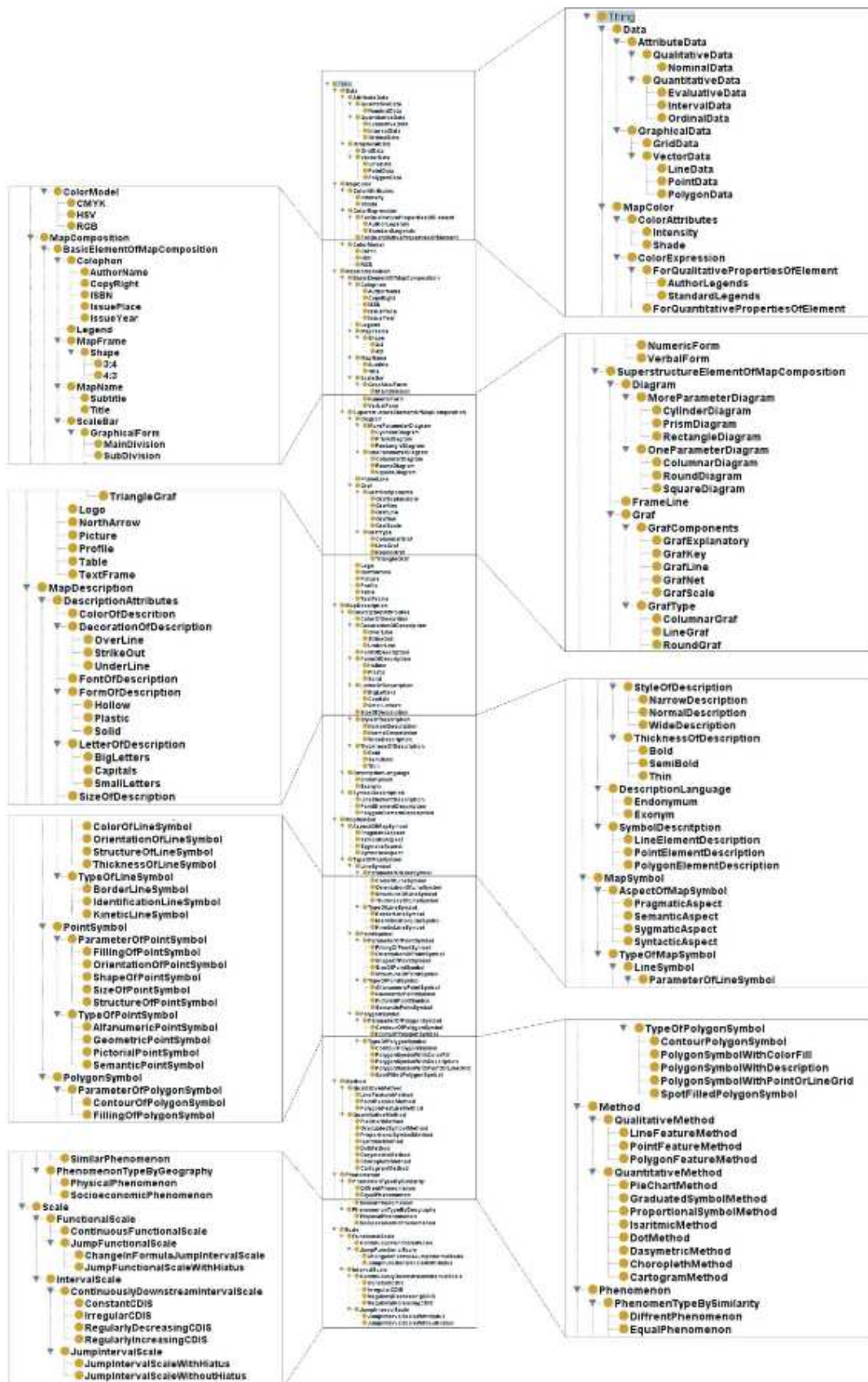
Trieda **Scale** (Stupnica) - obsahuje typy funkčných a intervalových stupníc.

- FunctionalScale (Funkčná stupnica)
  - ContinuousFunctionalScale (Spojitá funkčná stupnica)
  - JumpFunctionalScale (Skoková funkčná stupnica)
    - ChangeInFormulaJumpFunctionalScale (Skoková funkčná stupnica v dôsledku zmeny vzorca)
    - JumpFunctionalScaleWithHiatus (Skoková funkčná stupnica s hiátom)
    - JumpFunctionalScaleWithoutHiatus (Skoková funkčná stupnica bez hiátu)
- IntervalScale (Intervalová stupnica)
  - ContinuouslyDownstreamIntervalScale (CDIS) (Plynule naväzujúca intervalová stupnica)
    - ConstantCDIS (Konštantná plynule naväzujúca intervalová stupnica)
    - IrregularCDIS (Nepravidelná plynule naväzujúca intervalová stupnica)
    - RegularlyDecreasingCDIS (Pravidelne klesajúca plynule naväzujúca intervalová stupnica)
    - RegularlyIncreasingCDIS (Pravidelne rastúca plynule naväzujúca intervalová stupnica)
  - JumpIntervalScale (Skoková intervalová stupnica)
    - JumpIntervalScaleWithHiatus (Skoková intervalová stupnica s hiátom)
    - JumpIntervalScaleWithoutHiatus (Skoková intervalová stupnica bez hiátu)

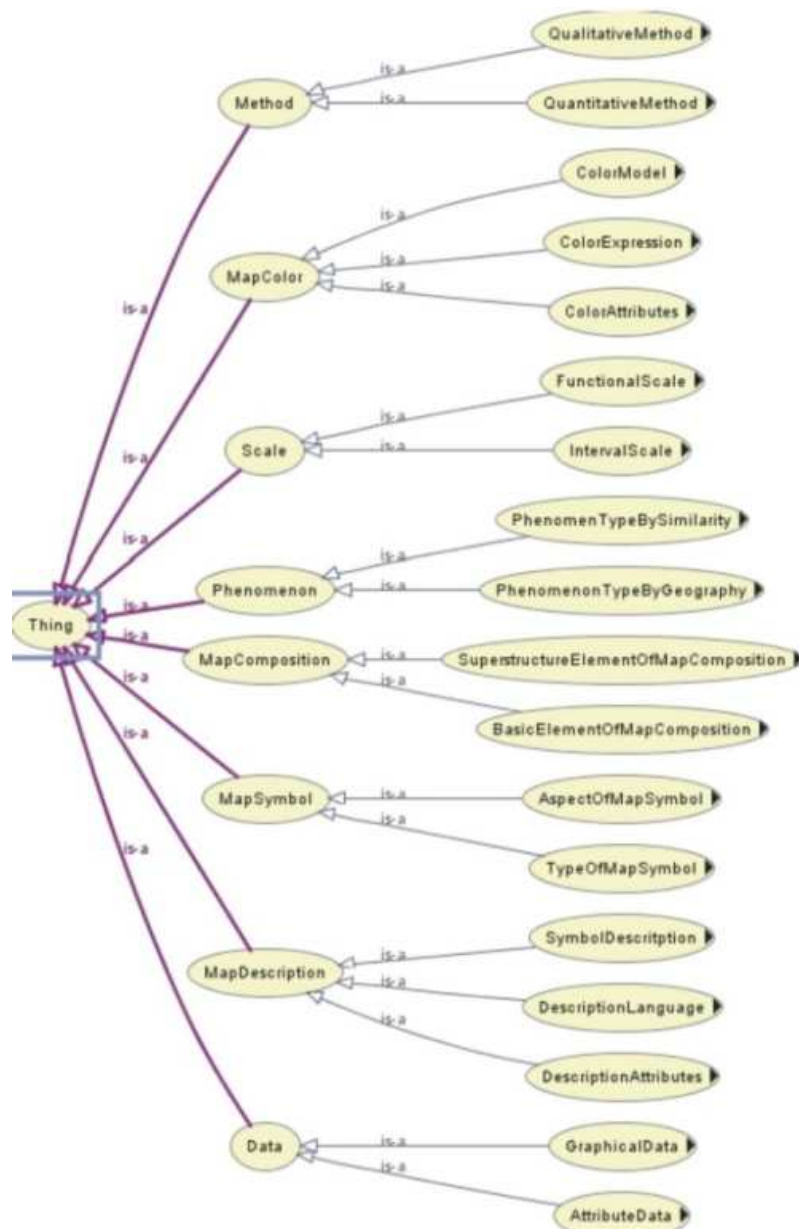




## 5.4.2 Ukážka anglického riešenia



## 5.3 Taxonómia



5.4 Grafická vizualizácia v plugine OWL Viz

## 6 DISKUSIA

Práca i projekt v rámci, ktorého je magisterská práca riešená, sa snažia nájsť spôsob ako čo najefektívnejšie získať, reprezentovať a zachovať expertné znalosti a skúsenosti od odborníkov z oblasti tematickej kartografie a využiť ich v procese výučby laických užívateľov, ktorý sa často pri tvorbe máp dopúšťajú zásadných chýb. Pojem znalosť úzko súvisí s pojmi dáta a informácie. Wiederhold [28] definuje znalosti a dáta z hľadiska budúcich informačných systémov ako komplementárne pojmy, rozlišuje dáta a znalosti nasledovne: Ak sa môžeme spoľahnúť pri zbere materiálu na automatický proces alebo úradníka, hovoríme o dátach, ktorých správnosť vzhľadom k reálnemu svetu môže byť objektívne verifikovaná porovnaním z jeho opakovaným pozorovaním. V prípade, že hľadáme experta, ktorý by poskytol materiál, potom hovoríme o znalostiach, ktoré obsahujú abstrakcie a generalizácie objemného materiálu. Obvykle sú menej presné a nemôžu byť objektívne verifikované. Z tohto pohľadu sa javí reprezentácia znalostí ako komplikovaný komplexný problém, ktorý si vyžaduje živú a odbornú diskusiu.

V práci som sa snažil nájsť unikátne riešenie pre reprezentáciu znalostí z oblasti vizualizácie relatívnych hodnôt javu v rámci tematických máp. Výraznou prekážkou pre dosiahnutie tohto cieľa boli terminologické rozdiely medzi jednotlivými kartografickými školami navzájom, a zároveň medzi prístupmi jednotlivých autorov v rámci spomínaných kartografických škôl. Keďže rôzni autori, rôzne kartografické školy si vykladajú odlišné pojmy svojím spôsobom, ktoré sa často výrazne líšia, bolo v práci takmer nemožné dosiahnuť zhodu na iba jednom unikátnom riešení. Z dôvodu nezlúčiteľných terminologických rozdielov boli zostavené dve riešenia a to riešenie v anglickom jazyku podľa anglosaskej kartografickej školy, ktoré vychádza z publikácií západoeurópskych a severoamerických autorov, a české podľa stredoeurópskej (vychodoeurópskej) kartografickej školy, ktorá sa opiera o publikácie miestnych autorov. Obidve riešenia boli realizované formou ontologie v softvéri Protégé vo formátoch RDF/OWL a XML/OWL, kde v prvom kroku bola podľa naštudovanej literatúry zostavená taxonómia jednotlivých pojmov. Obe zostavené ontológie poskytujú priestor k ďalšej diskusii o taxonómii, definícii jednotlivých podmienok a vlastností, o ich forme a konkrétnej aplikácii v konkrétnej ontológii.

Tvorba ontologie často narážala na spomínané terminologické nezrovnalosti, ale aj na druhý problém, ktorým bol samotný prevod elementárnych kartografických pravidiel do strojového jazyka počítačov. V tejto fáze nastal problém s definíciou určitej skupiny pravidiel, ktoré sa plne v ontológii nedali zdefinovať. Z tohto pohľadu sa toto riešenie nejaví ako správne, no v rámci projektu, boli jednotlivé triedy pomocou Java tried prevedené do formy funkčnej v prostredí expertného systému DROOLS, kde sa jednotlivé pravidlá dodefinujú do konečnej podoby.

Na druhej strane reprezentácia znalostí do podoby ontologie môže mať veľký prínos do budúcnosti, keď rastie postavenie sémantického webu, kde ontologie



predstavujú jeden zo stavebných kameňov, tejto konštrukcie. Základom sémantického webu je RDF, ktoré predpokladá automatické vkladanie metadát pomocou RDF. Sémantický web je koncipovaný ako súhrn na seba naväzujúcich vrstiev ako napríklad adresovanie do URI, univerzálny syntaktický štandard XML, nad ktorým stojí RDF ako primárna dátová štruktúra. Nad nimi stojí ontológia, ktorá kladie väčší dôraz na sémantiku, menšia efektívnosť je pri spracovaní dát. Snaží sa popísať štruktúru reálneho sveta pomocou tried v hierarchii, ktorým je možnosť priradiť inštancie a objekty. Nad ontológiou stoja pravidlá a najvyššie nad nimi vierohodnosť.

Výsledkom práce by mala byť podľa zadania naplnená znalostná báza expertného systému. Ontológiu možno pokladať za určitú formu znalostnej bázi, pretože reprezentuje cez triedy, vlnosti a podmienky vzajomné vzťahy medzi jednotlivými inštanciami ontologie. Na základe týchto vzťahov je možné odvodiť elementárne pravidlá. Z tohto pohľadu práca neporušuje zadanie diplomovej práce. Keďže práca bola riešená v rámci projektu musela reagovať na jeho potreby a stav prác, čo je jeden z hlavných dôvodov prečo sme pri riešení pristúpili k reprezentácii znalostí prostredníctvom ontologie.

Diplomová práca poskytuje pohľad na osobitý prístup reprezentácie znalostí z oblasti tematickej kartografie pre zobrazenie relatívnych hodnôt javu. Expertnú znalosť v elementárnej podobe reprezentuje pomocou ontologie a jazyka OWL. Práca môže poslúžiť ako zdroj informácií, či inšpirácia pre ďalšie podobne orientované práce, ktoré by sa zaoberali reprezentáciou znalostí v oblasti kartografie podrobnejšie či z iného hľadiska, prípadne sa týkali inej oblasti kartografie. Na navrhnuté riešenia by bolo vhodné a potrebné po ďalšej diskusii a pripomienkach nadviazať.

## 7 ZÁVER

Základným cieľom práce bolo vypracovať pravidlá pre zobrazovanie relatívnych hodnôt javu pre naplnenie znalostnej bázy expertného systému. Z viacerých možných spôsobov akou cestou v práci postupovať pri zostavovaní pravidiel pri budovaní znalostnej bázi bolo zvolené riešenie vybudovať ontológiu, ktorá by mala obsiahnuť elementárne pravidlá a reprezentovať taxonómiu, vzťahy a vlastnosti v danej doméne.

Po naštudovaní atlasovej, mapovej tvorby a literatúry o zadanej problematike, nasledovalo spracovanie rozhodovacieho procesu pri tvorbe tematickej mapy podľa témy, podľa účelu a funkcie mapy a pre výber vyjadrovacích prostriedkov. Na tento krok nadviazalo spojenie jednotlivých rozhodovacích procesov v logický celok - ontológiu pre znázorňovanie relatívnych hodnôt javu v tematických mapách.

Z dôvodu terminologických rozdielov medzi kartografickými školami (anglosaskou a východoeurópskou) boli vybudované dve riešenia ontológie. Prvé riešenie bolo zostavené v anglickom jazyku, podľa terminológie anglosaskej kartografickej školy a reprezentovalo hlavne taxonomickú zložku v spektre väčšom ako bolo zadané pre túto prácu, z dôvodu potrieb projektu, v rámci ktorého bola práca riešená. Druhé riešenie bolo zostavené v českom jazyku podľa vychodoeurópskej kartografickej školy a na rozdiel od prvého riešenia pokrylo nielen taxonomickú zložku, ale obsiahlo aj spektrum vlastností a vzťahov v rámci domény.

Ontológie boli vybudované v open source softvéri Protégé vo verzii 3.4.4., ktorý je jeden z najrozšírenejších nástrojov, poskytovaných zdarma, platformne nezávislých pre vývoj a správu ontológií a znalostných báz, ktoré sa využívajú v rôznych znalostných aplikáciách a širokom spektre aplikačných domén. Ontológie sú vo formátoch OWL/XML. Definícia tried a objektov bola realizovaná cez menu OWLClasses, objektové vlastnosti, ich definičné obory a obory hodnôt boli definované v menu Properties a v závere boli u jednotlivých tried nadefinované obmedzujúce podmienky. Výsledné ontológie boli inšpirované štúdiom už vytvorených ontológií z najrôznejších oblastí ľudských činností z webovej Protégé Ontology Library, ktorá ponúkla množstvo praktických príkladov.

Jednotlivé kroky práce boli konzultované s vedúcim práce ako expertom a jeho námietky a pripomienky boli v práci zohľadnené.

Práca bola riešená v rámci projektu GA205/09/1159 Inteligentní systém pro interaktivní podporu tvorby tematických map (2009 – 2011, GA0/GA). Projekt sa zaoberal návrhom inteligentného systému, slúžiaceho užívateľovi pre interaktívnu podporu tvorby máp. Cieľom projektu bolo zostavenie bázi kartografických znalostí, poskytujúcich užívateľovi podporu pri interaktívnej tvorbe máp, ktorá by mala byť súčasťou inteligentného systému. Východiskom pre vznik tohto projektu sa stal zvyšujúci sa počet užívateľov, ktorý nepoznajú základné kartografické pravidlá pre tvorbu tematických máp. Výsledné mapy často neplnia svoje stanovené ciele a funkcie.



V závere textovej časti boli dosiahnuté výsledky a výstupy, vízie a potenciál práce, jej prínos, ale aj nedostatky, prediskutované v záverečnej diskusii k práci. Textová časť bola spracovaná podľa Voženílek [26] a šablony pre bakalárske a magisterské práce KGI autorky Ing. Zdeny Dobešovej PhD..

Po spísaní textovej časti bola vytvorená o práci webová prezentácia, CD-ROM s prílohami a potrebnou dokumentáciou práce.

# POUŽITÁ LITERATÚRA A INFORMAČNÉ ZDROJE

## Tlačené zdroje

- [1] ANDRIENKO, G., ANDRIENKO, N., VOSS, H. (2002). *Computer cartography and cartographic knowledge. Proceedings: Intercarto 8*, International Conference, Saint-Petersburg, Russia. St. Petersburg, pp. 114-117.
- [2] DVOŘÁK, J. (2004): *Expertní systémy*, Vysoké učení technické, Brno, 92 s. Dostupné z WWW [cit. 2010-03-12]:  
<<http://www.uai.fme.vutbr.cz/~jdvorak/Opory/ExpertniSystemy.pdf>>
- [3] FREEMAN, H.R., AHN, J., AUTONAP (1984): *An expert system for automatic name placement*. Proceedings of the First International Symposium on Spatial Data handling, Zurich, Switzerland, p. 544-569.
- [4] GIARRANTANO, J., RILEY, G. (1998). *Expert Systems. Principles and Programming*. Boston, PWS Publishing Company
- [5] GÓMEZ, A. FERNANDÉZ-LÓPEZ, M., CORCHO, O. (2004). *Ontological Engineering*. Springer, ISBN 1-85233-551-3
- [6] HENRIQUES, R. A. P. (2005). *Cartogram creation using self-organizing maps*. Dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the the degree of Master in Geographical Information Systems and Science, Universidade Nova de Lisboa, s. 3–25
- [7] LACY, L. W. OWL (2005): *Representing Information Using the Web Ontology Language*. ISBN 141203448-5
- [8] KAŇOK, J. (1992): *Kvantitativní metody v geografii – 1. díl*. (Grafické a kartografické metody) Ostravská Univerzita, Ostrava, 237 s.
- [9] KAŇOK, J. (1999): *Tematická kartografie*. Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava, 318 s.
- [10] KAŇOK, J. (2007, 2008): *Cartogram method and cartodiagram method issues - the need for definitions and nomenclature change*. Sborník 15. mezinárodní geografické konference, Brno.

- [11] KAŇOK, J., VOŽENÍLEK, V. (2007, 2008): *Chyby na mapách (12 dílný seriál)* Geobussines, Springwinter, Praha,
- [12] KAŇOK, J., VOŽENÍLEK, V. a kol. (v tisku). *Tematická kartografie. Vizualizace prostorových jevů*, Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc
- [13] KRAAK, M., J., ORMELING, F. (2003): *Cartography, Visualization of Geospatial data*, Second Edition, Prentice Hall, London
- [14] ČERBA, O. (2010): *Semantic of the Theme Land Cover Described by Domain Ontology*, Geodetický a kartografický obzor (GaKo), Vesmír, Praha
- [15] MACEACHREN A., M. (2004): *How maps work: representation, visualization, and design*, The Guilford Press
- [16] MAŘÍK, V. a kol. (1993): *Umělá inteligence 1*. Academia Praha, Praha ISBN 80-200-0502-1
- [17] MONMONIER, M. (1993). *Mapping It Out: Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*, The Univesity of Chicago Press, Chicago
- [18] OLEJ, V., PETR, P. (1997): *Expertní systémy*. Univerzita Pardubice, Pardubice. ISBN 80-7194-095-X
- [19] PANTALEÃO, E. (2003) : *Aplicação de técnicas de sistemas baseados em conhecimento em projeto cartográfico temático* (Application of techniques for knowledge based systems in thematic cartography), dizertačná práca, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil
- [20] PRAVDA, J. (2006):*Metódy mapového vyjadrovania, Klasifikácia a ukážky*, Classification and examples], Geographia Slovaca 21, Slovenská academia vied, Geografický inštitút, Bratislava
- [21] PRAVDA, J. (2003): *Stručný lexikón kartografie*. VEDA, Bratislava, 325 s., ISBN 80-224-0763
- [22] ROBINSON, A. (1952): *The Look of Maps*. Madison, University of Wisconsin Press, Wisconsin

- [23] ROBINSON, A. MORRISON, J., MUEHRCKE, P., KIMERLING, A., GUPTILLI, S. (1995): *Elements of Cartography*, John Wiley & Sons, INC., USA
- [24] SLOCUM, T.A. McMASTER, R., B., KESSLER, F., C., HOWARD, H., H. (2005).: *Thematic Cartography and Geographic Visualization*. Prentice Hall series in geographic information science. Second edition. Pearson Education, USA
- [25] SVÁTEK, V. (2002). *Ontologie a WWW*. VŠE DATAKON, Brno.
- [26] VOŽENÍLEK, V. (2002): *Diplomové práce z geoinformatiky*, Vydavatelství UP, Olomouc, 60 s.
- [27] VOŽENÍLEK, V. (2004). *Aplikovaná kartografie I: tematické mapy*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, s.125–127
- [28] VOŽENÍLEK, V. (2005): *Cartography for GIS: geovisualization and map communication*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 140 s., ISBN 80-244-1047-8
- [29] WIEDERHOLD, G. (1986). *Manuale delle Basi di Dati*; (Italian translation of second edition of Database Design), Etas Libri, Milano, Italy, 1986, 698 pages.

## Internetové zdroje

- [30] HORRIDGE, M., JUPP, S., GEORGINA, M., RECTOR, A., STEVENS, R., WROE, CH.: A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.0. [online] The University of Manchester, 2007 [cit. 2011-1-29]. Dostupné z WWW: <[http://owl.cs.manchester.ac.uk/tutorials/protegeowltutorial/resources/ProtegeOWLTutorialP4\\_v1\\_1.pdf](http://owl.cs.manchester.ac.uk/tutorials/protegeowltutorial/resources/ProtegeOWLTutorialP4_v1_1.pdf)>
- [31] KARVAŠ, Peter. *Bakalárska práca: Peter Karvaš* [online]. 2009 [cit. 2010-10-14]. *Hodnocení a užití anamorfózních map pro potřeby zpracování dat ČR a SR*, Olomouc 2009, Dostupné z WWW: <<http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/karvas09/bakalarka.pdf>>
- [32] NOY, N.F, SINTEK, M., DECKER, S., CRUBEZY, M., FERGERSON, R.W., MUSEN, M.A.: *Protégé Creating Semantic Web Contents with Protégé-2000*. [online]. Intelligent Systems IEEE Med. Inf. Lab., Stanford University., CA, USA, 2005 [cit. 2011-1-29]. Dostupné z WWW: <<http://icc.mpei.ru/documents/00000829.pdf>>
- [33] *QGIS Mapserver* [online]. 2010 [cit. 2011-1-29]. Dostupné z WWW: <[http://karlinapp.ethz.ch/qgis\\_wms/index.html](http://karlinapp.ethz.ch/qgis_wms/index.html)>
- [34] *Protégé Ontologies Library* [online]. 2011 [cit. 18.3.2011] Dostupné z WWW: <<http://protege.stanford.edu/ontologies/ontologies.html>>
- [35] UMI, L., Y. *Presentation: Building Ontology* [online]. 2007 [cit. 2011-3-14]. Dostupné z WWW: <<http://yuhanaresearch.files.wordpress.com/2007/04/ontology-building.pdf>>
- [36] *Znalostní technologie I* [online]. 2006 [cit. 2010-10-10]. Your Company. Dostupné z WWW: <[http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt1/zt1\\_index.html](http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt1/zt1_index.html)>

## SUMMARY

Master's thesis aim is to develop rules for filling the knowledge base of expert system, revise the principles, rules and methods for thematic cartography visualization of relative values of the phenomenon. Before the work was studied map and atlas creation, literature review focused on the processing of relative values of the phenomenon.

The next step was followed by a treatment decision-making process to create thematic maps by topic, by purpose and function of maps and the choice of means of expression. The final work was linked to the individual decision-making processes in a logical whole - the ontology for visualization of relative values of the phenomenon in thematic maps. The resulting ontology represents relations, cardinality, and their decision-making rules.

But different authors, different cartographic schools have had significantly different concepts. The work was nearly impossible to achieve consensus on only one unique solution. Because of incompatible terminological differences were compiled two solutions: First solution in the English language of Anglo-Saxon cartographic school, which is based on Western European and North American publications, authors, and second main solution in czech language by the Eastern European (Central European) cartographic school, which relies on local authorities publication. Both solutions were implemented by means of ontology formats RDF/OWL and XML/OWL, where the first step was staged according to literature compiled taxonomy of concepts.

The work was addressed in the project GA205/09/1159 Intelligent support for interactive creation of thematic maps (from 2009 to 2011, GA0/GA). The project deals with intelligent system, serving a user to support creation of interactive maps.

Ontologies have been built in open source software version 3.4.4 Protégé. Which is one of the most widely used tools provided free, independent platform for developing and managing ontologies and knowledge bases, which are used in various applications of knowledge and a broad range of application domains.

The definition of classes and objects was realized through the menu OWLClasses, object properties, their definition of subject fields and values are defined in the Properties menu and finally were in different classes of a defined binding conditions.

The resulting ontology has been inspired by studies already created ontologies from various areas of human activity on the Web Protégé Ontology Library, which offers many practical examples.

# ZOZNAM PRÍLOH

## Voľné prílohy:

- Príloha 1      CD s kompletnými náležitosťami  
Obsah CD
1. Výstupné dáta
  2. Webová prezentácia
  3. Schémy riešení ontológií v anglickom a českom jazyku