

Vedecká rada Stavebnej fakulty
Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

Ing. Vladimír Stromček

**OBJEKTOVO ORIENTOVANÝ PRÍSTUP MODELOVANIA
GEOOBJEKTOV V GEOINFORMAČNÝCH SYSTÉMOCH**

Autoreferát dizertačnej práce

Na získanie

Vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor

V odbore doktorandského štúdia:

39-31-9 Geodézia a geodetická kartografia

Bratislava 2010

Dizertačná práca bola vypracovaná v internej forme doktorandského štúdia na Katedre geodetických základov Stavebnej fakulty STU v Bratislave

Predkladateľ: **Ing. Vladimír Stromček**
Intergraph CS s.r.o., Argentinská 38, 170 00 Praha 7, Česká republika

Školiteľ: **doc. Ing. Ernest Bučko, PhD.**
Katedra geodetických základov
Stavebná fakulta STU
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Oponenti: **Prof. Ing. Ján Tuček, CSc.**
Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie
Lesnícka fakulta, TU Zvolen
Ul. T.G.Masaryka 2117/24
960 53 Zvolen

doc. Ing. Petr Rapant, PhD.
Inštitút Geoinformatiky
VSB – Technická univerzita v Ostrave
17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba
Česká republika

RNDr. Tomáš Řezník, PhD.
Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita
Kotlářská 2 611 37 Brno, Česká republika

Autoreferát bol rozoslaný:.....

Obhajoba dizertačnej práce sa koná:oh
na Katedre geodetických základov Stavebnej fakulty STU, Radlinského 11, 813 68
Bratislava, pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského
štúdia, vymenovanou predsedom spoločnej odborevej komisie.....

39 – 31 – 9 Geodézia a geodetická kartografia

Predseda spoločnej odborevej komisie:

Prof. Ing. Alojz Kopáčík, PhD.

Stavebná fakulta STU

Radlinského 11, 813 68 Bratislava

OBSAH

1. Úvod
2. Ciele dizertačnej práce
3. Zvolené metódy spracovania
 - 3.1 Objektovo orientovaný prístup
 - 3.2 Základná metodika modelovania pre GiS
4. Výsledky dizertačnej práce
 - 4.1 Metodický postup modelovania v etape analýzy
 - 4.2 Doménový model katastra nehnuteľností v Slovenskej republike
5. Prínos pre rozvoj vedného oboru a pre prax
6. Zoznam publikovaných prác a citácií
7. Bibliografické odkazy
8. Summary

1. ÚVOD

Rozvoj informačných systémov (IS) zaznamenal v posledných dvadsiatich rokoch od vyvinutia prvých verejne dostupných produktov rýchle tempo. IS vo vyspelých spoločnostiach ovplyvňujú mnoho činností, sú podkladom pre rozhodovanie a vo všeobecnosti sa stávajú neodmysliteľnými spoločníkmi ľudí. Vizionárska predpoveď Thomasa Watsona (1874 – 1956): „Myslím, že na celosvetovom trhu je miesto asi pre päť počítačov“ sa nielenže nenaplnila, ale naopak, ukázala sa ako veľký omyl.

IS sa dotkli aj oblasti vied, ktoré pracujú s priestorovou informáciou. Prvý geoinformačný systém (GiS) sa experimentálne použil už okolo roku 1960 (SAGI, 2003), no rozvoj GiS obmedzovala úroveň dostupnej výpočtovej techniky. Z tohto dôvodu sa od experimentálneho použitia k praktickým komerčným aplikáciám pristúpilo až po roku 1980. Dnes nie je práca s priestorovými informáciami ničím zvláštnym. Odborníci odhadujú, že až 80 % všetkých rozhodovaní je viazaných na priestorovú lokalizáciu, čo je pomerne významný fakt (*Kompendium panel-GI, 2000*).

Dôležitou otázkou súčasnosti sa stáva, či novovznikajúce GiS svojím obsahom a funkcionalitou vyhovujú požiadavkám zákazníka - používateľa. V minulosti používatelia upravovali svoje požiadavky s ohľadom na výkon výpočtovej techniky, obmedzené možnosti ukladania priestorových informácií, nedostatky grafického rozhrania. Môžeme povedať, že tieto problémy boli prekonané, alebo sa dajú jednoducho prekonať, preto stúpajú nároky na kvalitu GiS, ktorého prvoradou úlohou je podporiť činnosti používateľa a zjednodušiť prácu. Do popredia vystupuje problematika analýzy používateľských požiadaviek predtým, ako sa vývoj GiS, alebo zakúpenie príslušnej technológie začne, dôraz sa začína klásť na analýzu jeho obsahu – čo používateľ skutočne potrebuje, a čo je pre neho naopak zbytočné. Až následne sa pristupuje k návrhu systému a jeho implementácii.

Pri vývoji iných typov IS je analýza a modelovanie jej problémov pomerne podrobne zdokumentovaná, sú zavedené postupy vývoja týchto systémov, označované ako metodiky, ktoré majú podrobne popísané metodické postupy pre analýzu, návrh, implementáciu aj testovanie. V oblasti GiS sa zatiaľ na analýzu nekladie patričný dôraz, a preto nie sú popísané metodické postupy pre túto fázu vývoja GiS. Je to pravdepodobne podmienené prístupom dodávateľov ovládajúcich trh, zvyknutých na starý model poskytovania riešení, ktorí svojimi hotovými riešeniami viac, alebo menej ovplyvňujú požiadavky zákazníka. Pozitívnym trendom súčasnosti je, že i v oblasti geoinformačných technológií sa čoraz väčší dôraz kladie na kvalitu riešenia a nie štandardného produktu.

Ničím novým nie je v oblasti GiS ani využívanie objektovo orientovaného prístupu. Je potrebné hneď na úvod konštatovať, že esenciálnych objektovo orientovaných GiS technológií je málo. Tradičné technológie pre tvorbu GiS postavené na štrukturálnom prístupe prijali koncept objektovo orientovaného prístupu a navonok sa správajú ako objektovo orientované, hoci vnútorná aplikácia je odlišná.

Objektovo orientovaný prístup do značnej miery zjednodušuje svojimi vlastnosťami zisťovanie používateľských požiadaviek i analýzu v oblasti GiS, ako aj výsledky jej implementácie. Objektovo orientované konceptuálne a analytické modely, ktoré definujú objekty, ich vzťahy a význam pre používateľa zohrávajú v súčasnosti mimoriadnym význam. Sú nezávislé na technológii, teda ponechávajú spôsob implementácie na dodávateľovi riešenia. Úskalím v oblasti GiS je fakt, že nie sú k dispozícii objektovo orientované metodiky, ktoré by popisovali postup vývoja takéhoto systému. Navrhnuť takúto metodiku je náročné a v dizertačnej práci sa venujem rozpracovaniu prvej fázy metodiky – návrhu metodického postupu pre analýzu pri vytváraní GiS.

2. Ciele dizertačnej práce

Počas celého doktorandského štúdia a vedeckej činnosti som sa venoval problematike objektovo orientovaného prístupu a uplatňovania jeho princípov v oblasti geoinformatiky a GIS. V súčasnosti sa začala objektová orientácia v geoinformatike uplatňovať v smere logického návrhu GIS, ich analýzy, návrhu i realizácii. Moja dizertačná práca bola sústredená na základné princípy objektovej orientácie v GIS a správne používanie objektovo orientovaných postupov z pohľadu analytického resp. logického.

Ciele dizertačnej práce sú:

- **VYTVORENIE METODICKÉHO POSTUPU MODELOVANIA V ETAPE ANALÝZY GEOINFORMAČNÝCH SYSTÉMOV**
- **ROZPRACOVANIE ODPORÚČANÉHO TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU TVORBY MODELU.**
- **EXPERIMENTÁLNE OVERENIE NAVRHNUTÉHO METODICKÉHO POSTUPU MODELOVANIA NA KONKRÉTNOM PRAKTICKOM EXPERIMENTE.**

Na splnenie cieľov dizertačnej práce bolo potrebné vyriešiť nasledujúce čiastkové úlohy:

- Analyzovať problematiku objektovo orientovaného prístupu a možnosti jeho využitia pre oblasť GIS, rovnako ako disponovať adekvátnou znalosťou oboru geoinformatiky, v ktorej mali byť princípy objektovej orientácie uplatnené.
- Zvoliť metodiku modelovania na vývoj GIS. Metodický postup pre etapu analýzy GIS navrhnutý v rámci dizertačnej práce mal vychádzať z metodiky, ktorá pokrýva celý životný cyklus vývoja a údržby systému. Súčasťou tejto čiastkovej úlohy bolo definovať požiadavky na takúto metodiku a jednoznačne odôvodniť finálnu voľbu, ktorá ovplyvnila ďalší výskum.
- Navrhnuť metodický postup modelovania v etape analýzy, pričom bolo nevyhnutné rozpracovať jednotlivé kroky modelovania v etapy analýzy v rámci životného cyklu systému (zber požiadaviek, modelovanie firemných procesov, modelovanie prípadov použitia a modelovanie tried) s dôrazom na analýzu vlastností geoobjektov relevantných pre vznikajúci GIS.
- Rozpracovať technologický postup tvorby modelu. V rámci tejto úlohy boli definované odporúčania a návrh organizácie modelu pri jeho realizácii. Pri tvorbe práce sa ukázalo, že z praktického hľadiska je vhodné túto úlohu spojiť s predchádzajúcou.
- Vytvoriť objektovo orientovaný model katastra nehnuteľností v Slovenskej republike ako experimentálne overenie navrhnutého metodického postupu. Aby bolo overenie korektné, bolo nevyhnutné vykonať tvorbu modelu na základe zvolenej metodiky, navrhnutým metodickým postupom a odporúčanými technickými krokmi. V rámci tejto čiastkovej úlohy nad rámec pôvodného zámeru pribudlo testovanie modelu katastra nehnuteľností v Slovenskej republike oproti medzinárodnému modelu katastra nehnuteľností – The Core Cadastral Domain Model, ktorého výsledky prispeli k jeho úpravam vo vzťahu k príprave ISO 19 152.
- Optimalizovať návrh metodického postupu na základe vykonaného

experimentu a praktické skúsenosti z jeho realizácie premietnuť do návrhu.

3. Zvolené metódy spracovania

V rámci dizertačnej práce som sa opieral o niekoľko významných metód spracovania a pracovných postupov. Základom celej práce bolo využitie objektovo orientovaného prístupu a jeho princípov v jej teoretickej i praktickej časti. Ďalší postup som volil na voľbu základnej metodiky, z ktorej vychádzal metodický postup pre analýzu GiS. Návrh samotného metodického postupu vychádzal z teoretických znalostí pravidiel modelovania v etape analýzy, zvolenej metodiky a jej modifikácie pre potreby modelovania priestorových objektov.

3.1 Objektovo orientovaný prístup

Objektovo orientovaný prístup vychádza z predpokladu, že celý reálny svet, ktorého štruktúru modely zachytávajú, pozostáva z konkrétnych alebo abstraktných objektov (*Schmuller, 1999*). Pri objektovo orientovanom prístupe k modelovaniu zobrazujeme reálny svet a riešime jeho problémy interpretáciou objektov, digitálne napodobnených a reprezentovaných ako konkrétne prvky systému. Modely vytvorené objektovo orientovaným prístupom vznikajú prirodzenou cestou a používajú pritom terminológiu problémovej oblasti.

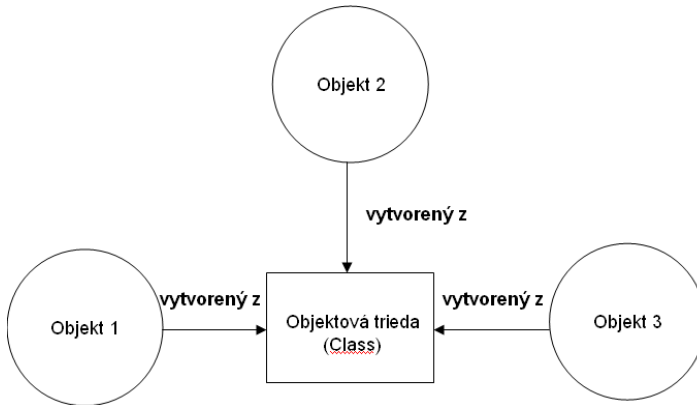
Základným kameňom objektovo orientovaného prístupu je objekt. Objekt je možné definovať ako zoskupenie údajov a funkcionality, ktoré sú spojené do jedného celku s cieľom plnenia ucelenej množiny zodpovedností. Každý objekt má svoje vlastnosti, správanie, identitu a stav. Vlastnosti objektu sú jeho atribúty, správanie objektu je to, čo môže objekt vykonať, teda jeho operácie. Tie môže objekt vykonávať na sebe, alebo ich môže vykonávať smerom k iným objektom. Identitou rozumieme samotnú existenciu objektu. Jeho odlíšenie od ostatných môže byť realizované priradením ľubovoľného vhodného identifikátora, ale identita nie je podmienená týmto identifikátorom. Napríklad dva objekty „muž“ s rovnakým menom sú jednoznačne odlíšené identifikátorom rodné číslo. Ak by však neexistoval tento identifikátor, ani atribút meno, naďalej by tieto objekty existovali a mali vlastnú identitu. Stav objektu vo všeobecnosti vyjadrujú údaje alebo hodnoty atribútov, ktoré s objektom súvisia a daný stav charakterizujú.

Jednou z hlavných výhod objektovo orientovaného prístupu je zapuzdrenie, alebo ukrývanie dát, na čom sa zhodujú viacerí autori (*Arlow, Neustad, 2003; Page-Jones, 2001 a i.*) a umožňuje vytváranie robustnejších a rozšíriteľnejších systémov. Princíp zapuzdrenia spočíva v tom, že k atribútom objektu je možné pristupovať výhradne prostredníctvom jeho vlastných operácií. Jediný spôsob, ako pristupovať k týmto atribútom (zmeniť ich, vyžiadať si hodnoty a pod.), je zaslanie správy objektu, ktorá spôsobí vyvolanie operácie.

Správy predstavujú spôsob komunikácie objektov. Správou požaduje objekt od iného objektu vykonanie nejakej činnosti. Niektoré správy slúžia na prenos informácií (napr. o stave) od jedného objektu k druhému. Zaslanie správy od jedného objektu k druhému je podmienené znalosťou identity cieľového objektu odosielajúcim. Takáto komunikácia podľa (*Kanisová, Müller, 2004*) eliminuje dátové duplicitu a zaisťuje, že zmeny dát sú zapuzdrené v objektoch a nerozširujú svoj dopad do ďalších častí systému.

Každý objekt je inštanciou triedy. Z pohľadu objektovo orientovaného prístupu je trieda šablóna, podľa ktorej jednotlivé objekty vznikajú. Všetky objekty jednej triedy majú rovnakú štruktúru atribútov a správanie ako trieda, ktorej sú inštanciou. Medzi objektmi jednej triedy sú však dva zásadné rozdiely: Každý objekt má vlastnú identitu a v ľubovoľnom okamihu sa bude pravdepodobne nachádzať v inom stave (bude mať iné hodnoty atribútov). Vzťah medzi triedou a objektmi

znázorňuje Obrázok 1.



Obrázok 1 Vzťah medzi triedou objektov a objektmi (Kanisová, Müller, 2004)

3.2 Základná metodika modelovania pre GiS

Veľmi dôležitým z pohľadu vytvorenia práce bol postup výberu metodiky modelovania, z ktorej sa odvíjal návrh metodického postupu v etape analýzy GiS.

Metodika modelovania je presná štruktúra postupu uvažovania a konania, ktorá udržiava proces modelovania konzistentný, má zvyčajne svoj vlastný štandardný súbor etáp, zásad, riadenia, metodických postupov, techník, nástrojov a dokumentov. Svoju používateľovi predpisuje, čo má urobiť, ako to má urobiť, ale tiež vysvetľuje, prečo je to potrebné urobiť.

Metodika definuje súbor aktivít, ktoré popisujú premyslený a objektívne správny spôsob vykonávania činností a úkonov v jednotlivých fázach vývoja systému, ktoré umožňujú dosiahnuť ciele projektu, pričom vysvetľuje nielen ich význam, ale aj ich výsledky. Tieto aktivity sú označované ako **metodické postupy**.

Na základe toho, že sa vývojový životný cyklus uplatňuje v oblasti informačných systémov niekoľko rokov, som predpokladal, že bude existovať niekoľko overených metodík, ktoré dostatočným spôsobom pokrývajú etapu analýzy zo všeobecného pohľadu. Považoval som za vhodné vychádzať z jednej takejto metodiky, ktorá by spĺňala potrebné kritériá a jej analytické kroky by bolo možné doplniť o kroky potrebné na vytvorenie kompletného analytického modelu GiS.

Pred výberom metodiky som definoval zoznam kritérií požadovaných od metodiky, ktorú je následne možné použiť pri návrhu metodického postupu analýzy pri tvorbe GiS:

- Obsahovať mechanizmy, ktoré sledujú celý životný cyklus vývoja systému
- Umožniť rozširovanie o doplnkové kroky v rámci jednotlivých fáz životného cyklu systému resp. upravovať existujúce kroky
- Využívať Unified Modeling Language (Unifikovaný modelovací jazyk, UML) na notáciu a dokumentáciu všetkých vývojových fáz projektu.
- Overená pri úspešnom vývoji iných, aj ne-geoinformačných, ale adekvátne rozsiahlych systémov.

- Rovnako tak pravidlá metodiky a jej jednotlivých metodických postupov by mali byť verejne dostupné.
- Výhodou je, ak je metodika priamo podporovaná CASE (Computer Aided Software Engineering) nástrojom.

4. Výsledky dizertačnej práce

Dizertačná práca ako hlavné výsledky predkladá:

- **Metodický postup modelovania v etape analýzy GiS** postavený na princípoch objektovo orientovanej orientácie
- **Doménový model katastra nehnuteľností v Slovenskej republike**

4.1 Metodický postup modelovania v etape analýzy

Pred samotným návrhom metodického postupu modelovania bola vykonaná voľba základnej metodiky. Na základe stanovených kritérií (viď kapitola 3.2) a znalostí dvoch metodík, ktoré im vyhovovali – Unified Process a Select Perspective som posúdil, či spĺňajú stanovené požiadavky a zvolil pre ďalší postup prác metodiku Select Perspective.

Metodický postup modelovania v etape analýzy GiS bol vytvorený na základe teoretických znalostí o postupoch v analýze a konzultácií s odborníkmi z praxe. Jednotlivé kroky metodického postupu boli odvodené zo základnej metodiky, resp. boli navrhnuté ako úplne nové kroky v rámci metodického postupu, pretože si to vyžaduje modelovanie v rámci analýzy GiS. Dôraz je pritom kladený na analýzu vlastností geobjektov relevantných pre vznikajúci GiS.

Metodický postup pozostáva z nasledovných krokov:

- Zber požiadaviek
- Modelovanie firemných procesov
- Vymedzenie systému prípadmi použitia (Use Case)
- Vytvorenie obecného modelu tried
- Model tried pre geobjekty

Zber požiadaviek

Úspešná realizácia akéhokoľvek projektu – vrátane IT a GiS projektov – je podmienená skutočnosťou, že dodávateľ projektu bude plne poznať a chápať požiadavky, potreby a očakávania zákazníka – koncového používateľa výsledného produktu. V prípade, že sú požiadavky zo strany zákazníka definované a realizátor ich pochopil – teda došlo k ich vzájomnej zhode, projekt bude realizovaný v stanovenom termíne, podľa potrieb a predstáv koncového používateľa, ktorý bude jeho výsledok akceptovať a používať po jeho prevzatí.

V metodickom postupe modelovania v etape analýzy pri tvorbe GiS navrhujem pri zbere požiadaviek každú požiadavku klasifikovať deviatimi vlastnosťami uvedenými v Tabuľka 1, ktoré ju jednoznačne identifikujú a popisujú. Príslušné vlastnosti každej požiadavky o. i. povedú analytika tak, aby nevynechal žiadnu podstatnú charakteristiku, ktorá by mohla v ďalšom procese ohroziť realizáciu systému. Na základe takto popísaných požiadaviek bude možné v ďalších krokoch definovať hranice systému a vytvoriť jeho analytický a dizajnerský model.

Vlastnosť	Popis
-----------	-------

Názov	Každá požiadavka musí mať unikátny názov. Nesmie byť zameniteľná s inou.
Priorita	Definuje prioritu požiadavky. Z pohľadu používateľa je vhodné stanoviť štyri typy priority požiadavky – Musí byť splnená (Must), Má byť splnená (Should), Mohla by byť splnená (Could), Nemusí byť splnená (Won't). Tieto typy je možné úspešne aplikovať i pri modelovaní požiadaviek na GIS. Priorita požiadaviek stanovuje, ktoré pri návrhu systému musia byť bezpodmienečne splnené, a ktoré sú nepovinné.
Účel	Účel, pre ktorý je požiadavka definovaná.
Popis	Popis požiadavky.
Obmedzenia	V prípade, že existujú nejaké detaily alebo obmedzenia, na ktoré je potrebné brať ohľad pri návrhu a implementácii systému, registrujú sa v tejto časti popisu požiadavky.
Pôvodca/Vlastník	Pôvodca je názov osoby, oddelenia alebo predpisu (zákon, vyhláška a pod.), na základe ktorej požiadavka vznikla. Naproti tomu Vlastník je názov osoby alebo oddelenia, ktorá je zodpovedná za splnenie tejto požiadavky pri návrhu systému.
Stav	Stav požiadavky definuje stupeň vyriešenia požiadavky. Základné tri možnosti navrhujem ako Navrhnutá, V spracovaní, Zodpovedaná.
Typ	Definuje, či ide o funkčnú alebo nefunkčnú požiadavku. Zvyčajne majú funkčné požiadavky vyššiu prioritu ako požiadavky nefunkčné, avšak aj na tieto požiadavky musí analytik a dizajnér pri návrhu systému brať ohľad.
Priestorová charakteristika	V tejto charakteristike sa exaktne uvádza, či je požiadavka viazaná na priestorovú informáciu. Dve základné charakteristiky sú priestorová/nepriestorová (spatial/non-spatial), ktoré môžu byť doplnené popisom typu geometrie priestorového prvku (bod, línia, plocha).

Tabuľka 1 Navrhované vlastnosti požiadaviek evidovaných v rámci metodického postupu modelovania v etape analýzy pri tvorbe GIS

Terminologický slovník: Pretože každé odvetvie má svoj špecifický odborný jazyk, súčasťou zberu požiadaviek je aj vytvorenie terminologického slovníka. V tomto slovníku je presne definovaný význam všetkých odborných termínov zo záujmovej oblasti, pre ktorú systém vzniká.

Modelovanie firemných procesov

Modelovanie firemných procesov v súčasnosti v rôznych modifikáciách využívajú mnohé metodiky ako úvodný krok v etape analýzy. Analýza firemných procesov je nevyhnutná pri úvodných štúdiách. Pre zadávateľov projektov sú veľmi dobre pochopiteľné vďaka dnes už štandardizovanej notácii (*OMG a 2009*). V niektorých prípadoch môže viesť grafický popis firemných procesov k ich úprave v rámci skúmanej organizácie. Ako pre iné odvetvia má význam aj pre GIS, preto som modelovanie firemných procesov použil aj vo svojom návrhu metodického postupu pri analýze GIS.

Návrh postupu modelovania firemných procesov vychádza z metodiky CATALYST. Táto metodika sa úzko špecializuje na modelovanie firemných procesov. Jej postupy využívajú mnohé modelovacie metodiky, ktoré ju začleňujú do

svojich vývojových postupov – jednou z nich je aj metodika Select Perspective. Navrhovaný metodický postup predpokladá modelovanie firemných procesov v troch krokoch:

- **Identifikácia firemných aktérov** – vyhľadanie osôb/oddelení/systémov, ktorých procesy má vznikajúci systém podporovať.
- **Hierarchická dekompozícia firemných procesov** – stanovenie hierarchie procesov; v tomto kroku o. i. stanovujeme úroveň detailu modelovania firemných procesov.
- **Modelovanie procesných reťazcov** – popisovanie jednotlivých aktivít, zvyčajne procesov na najnižšej úrovni detailu v hierarchickej dekompozícii.

Vymedzenie systému prípadmi použitia (Use Case)

Vymedzenie hraníc systému pri analýze predstavuje významný krok. Definuje obsah budúceho systému – funkcionality, ktorá bude zákazníkovi dodaná.

Z hľadiska GiS je okrem uvedeného význam vymedzenia hraníc systému ešte v dvoch rovinách. Mnoho používateľov nie je presne oboznámených s tým, čo GiS dokážu, a čo od nich môžu očakávať. To môže viesť k neprimeraným očakávaniam alebo naopak k podceneniu výsledkov vývoja. Model prípadov použitia presne zadefinuje, akú funkcionality zákazník dostane, čím sa predíde konfliktom pri samotnej implementácii a odovzdaní projektu. Ďalšou rovinou je snaha predísť zbytočnému nárastu nákladov. GiS sú zvyčajne považované za veľké alebo stredne veľké projekty. Pri takýchto projektoch je zmena obsahu alebo funkcionality v neskorších etapách ako v etape analýzy veľmi nákladná.

Prípady použitia si vďaka svojej jednoznačnosti a jednoduchosti získali svoje miesto vo všetkých metodikách modelovania. Používa ich aj metodika Select Perspective, z ktorej som vychádzal pri navrhovaní metodického postupu pre analýzu GiS. V obsahu modelovania či notácie prípadov použitia nie je z hľadiska GiS potrebné vytvárať zásadné zmeny. V tejto kapitole sa stručne venujem spôsobu notácie diagramov prípadov použitia, navrhovanému popisu modelovania v rámci metodického postupu pre analýzu. Uvádzam aj poznatky o popise obsahu prípadov použitia, ktoré som získal pri praktických skúsenostiach v rámci experimentálneho testovania navrhovaného metodického postupu (viď **Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.**).

Modelovanie prípadov použitia pozostáva z nasledujúcich aktivít:

1. Vymedzenie hranice systému

Tento krok môžeme označiť aj ako predprípravu samotného modelovania prípadov použitia. Pri vymedzení hranice systému definujeme, čo je súčasťou a čo nie je súčasťou systému (*Arlow, Neustadt, 2003*). Ak je hranica systému neurčitá – t. j. nie je exaktne vymedzený obsah vznikajúceho produktu, vystavujeme sa riziku, že do neho budú jeho tvorcovia mimovoľne vkladať objekty so zbytočnou funkcionality, alebo naopak niektoré prvky úplne vynechajú.

2. Identifikovanie aktérov prípadov použitia

Žiadny informačný systém nemôže spúšťať svoje operácie sám od seba. Aj pri automatických systémoch, ktoré spúšťajú svoje činnosti samostatne, existujú vonkajšie podmiety, ktoré ich uvedú do činnosti. Všetky operácie – reprezentované

prípadi použitia – musia byť iniciované zvonku, z jeho okolia. Pri vytváraní modelu prípadov použitia preto identifikujeme týchto externých iniciátorov operácií. Označovaní sú ako aktéri.

3. Modelovanie prípadov použitia

Prípad použitia je „špecifikácia postupností činností, vrátane variantných postupností a chybových postupností, ktoré systém, podsystém alebo trieda môže vykonať prostredníctvom interakcie s vonkajšími (externými) účastníkmi“ (*Jacobson, Rumbaugh, Booch, 2005*). Z hľadiska modelovania predstavujú prípady použitia formálny základ pre ďalšie modelovanie.

Vytvorenie obecného modelu tried

Hlavným cieľom objektovo orientovanej analýzy je identifikovať triedy objektov a vytvoriť model tried vznikajúceho systému. Modelovanie tried objektov sa zameriava na popis statickej štruktúry systému prostredníctvom tried, ich charakteristík (operácií a atribútov) a vzájomných väzieb.

V tomto kroku metodického postupu analýzy pri tvorbe GiS navrhujem vytvoriť obecný model tried. To znamená, že všetky triedy – priestorovo referencované aj ostatné, budú modelované spoločne, ako keby boli iba obecnými triedami, bez všetkých špecifik, ktoré sa k priestorovo referencovaným tzv. geotriedam viažu. Analytik sa nebude zaoberať špecifickými vlastnosťami geotried (priestorová poloha, geometria a topológia), sústreďí sa na modelovanie a riešenie problematiky popisných atribútov (ktoré majú rovnaký charakter pre všetky triedy) a potrebných operácií. Je tiež možné k jednotlivým triedam pridávať poznámky o tom, že ide o triedy geoobjektov, resp. že sú potenciálne takéhoto charakteru, ale tento fakt musí byť vždy overený. Následne – po identifikácii všetkých tried – analytik identifikuje vzájomné vzťahy medzi triedami. Nie len vzťahy dedičnosti (špecializácie), ale aj asociácie, agregácie a kompozície, ktoré sa nachádzajú v problémovej doméne a sú relevantné pre vznikajúci systém.

Model tried pre geoobjekty

Druhou navrhovanou fázou tvorby modelu tried pri objektovo orientovanej analýze je vytvorenie špecializovaného modelu tried. V rámci GiS vystupujú tzv. geoobjekty, ktoré na rozdiel od iných objektov majú niektoré špecifické vlastnosti, ktoré treba tiež modelovať. Navrhovaný postup vychádza z predpokladu, že je jednoduchšie modelovať špecifiká geoobjektov samostatne po tom, čo bol vytvorený objektový analytický model systému.

GiS pracujú zvyčajne s dvoma typmi objektov, ktoré sú reprezentáciou objektov reálneho sveta. Prvou skupinou sú reprezentácie tzv. nepriestorových objektov, ktoré je možné modelovať na základe všeobecných princípov objektovo orientovaného modelovania. Druhou skupinou sú reprezentácie objektov viazaných ku konkrétnemu miestu tzv. geoobjektov. Ak chceme správne namodelovať akýkoľvek GiS, musíme poznať a pri modelovaní zohľadniť fundamentálne a všeobecne známe vlastnosti geoobjektov a ich správanie ako sú:

- **Priestorová poloha geoobjektov**
- **Geometria geoobjektov**
- **Topologické vzťahy geoobjektov**
- **Atribútové vlastnosti geoobjektov**
- **Dynamika geoobjektov**

Modelovanie priestorovej polohy objektov

Každý geoobjekt modelovaný v GiS musí o sebe niesť informáciu o svojej priestorovej polohe, ktorá vzťahuje jeho reprezentáciu ku konkrétnemu miestu v skutočnom svete. Obecne rozlišujeme dva typy priestorového referencovania:

- pomocou súradníc,
- pomocou geografických identifikátorov.

Pri popise priestorovej polohy objektov pomocou súradníc v etape analýzy je vhodné vychádzať z normy ISO 19111 Geographic Information – Spatial referencing by coordinates (Geografické informácia – priestorová lokalizácia pomocou súradníc).

Modelovanie geometrie

Pri modelovaní geometrie v etape analýzy odporúčam vychádzať z normy ISO 19 107. Balíčky geometrie tejto normy obsahujú rozličné triedy na modelovanie súradnicovej geometrie. Všetky tieto triedy prostredníctvom dedičnosti z triedy *GM_Object* dedia nepovinnú asociáciu k súradnicovému referenčnému systému. Pri modelovaní geometrie v etape analýzy pre konkrétny GiS je potrebné teda vybrať vhodné triedy geometrie, ktoré sú viazané na príslušný referenčný systém a ich asociáciou k obecnému modelu tried namodelovať geometriu objektov.

Modelovanie topológie

Najväčší význam topológie spočíva v urýchlení spracovania geometrie v prostredí počítača a definovaní vzájomných singulárnych pravidiel. Spôsob, akým sa to dosahuje, je asociovanie objektov problémovej domény a objektov geometrie spôsobom konzistentným a odvodeným z ich implicitných geometrických vzťahov. V niektorých prípadoch sú tieto vzťahy odvodené z konceptuálnej geometrie, ktorá nemusí bezpodmienečne zodpovedať prvkom reálneho sveta. V takom prípade je potrebné definovať topologické balíčky a ich triedy, ktoré sú paralelou k balíčkam geometrie a umožňujú topologické vzťahy jednoznačne a správne definovať pri modelovaní a následnom spracovaní GiS. Pri modelovaní geometrie v etape analýzy odporúčam vychádzať z normy ISO 19 107.

Príklad modelu geometrie a topológie asociovaný k obecnému modelu tried je uvedený na obrázku 2.

Atribútové vlastnosti geoobjektov

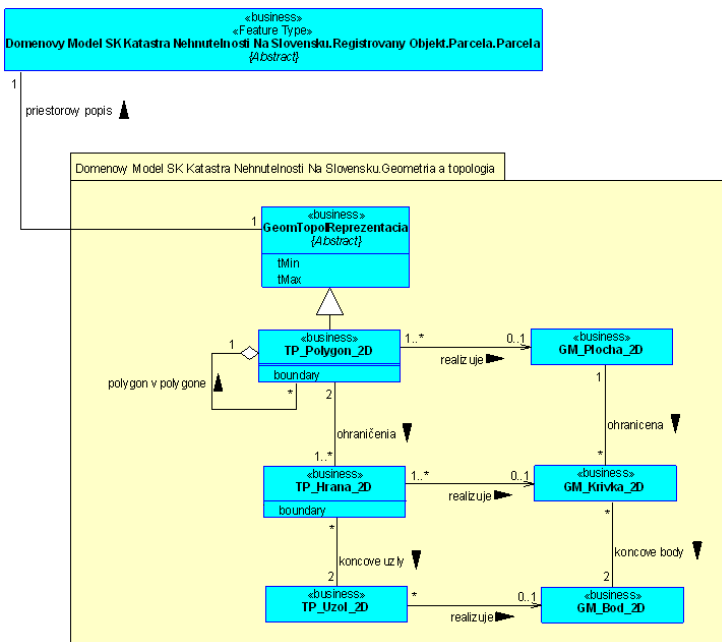
Atribúty vyjadrujú charakteristické rysy geoobjektov (*Kolář, 1998*). Niekedy sú označované aj ako nepriestorové atribúty, alebo popisné atribúty, pretože svojou povahou priamo neposkytujú informácie o lokalizácii, geometrii alebo priestorových vzťahoch geoobjektov. Vo všeobecnosti platí, že nie je potrebné v GiS evidovať všetky atribútové vlastnosti geoobjektu, ale iba tie, ktoré sú pre daný systém relevantné. Z hľadiska informatiky sú atribútové vlastnosti geoobjektov informácie, pre ktoré, ako uvádza (*Tuček, 1998*), sú najlepšie rozvinuté metódy pre štruktúrovanie, ukladanie a analýzu v prostredí databázových systémov.

Dynamika geoobjektov

Dynamika geoobjektov charakterizuje temporálnu variabilitu geoobjektov. Tieto zmeny sa môžu týkať geometrie, topológie i atribútových vlastností geoobjektu. Dynamika geoobjektov sa sleduje niekoľkými spôsobmi (*Voženílek, 1998*):

- stanovením časového intervalu, v ktorom sa jav vyskytuje,
- zberom informácií o jave v určitých časových okamihoch,

- stanovením rýchlosti pohybu geoobjektu alebo zmeny jeho stavu.



Obrázok 2 Príklad modelu geometrie a topológie asociovaný k obecnému modelu tried

Priestorová a časová doména sú v časopriestorových procesoch úzko prepojené (Tuček, 1998):

- priestorové obmedzenie
- priestorové zväčšenie/zmenšenie
- priestorové vzťahy

Modelovanie dynamických vlastností geoobjektov v GIS predstavuje pridanú úroveň komplexnosti. Objektovo orientovaný prístup umožňuje veľmi dobre a z viacerých uhlov pohľadu modelovať dynamiku geoobjektov prostredníctvom rôznych diagramov jazyka UML určených na modelovanie dynamickej štruktúry objektov a celého systému.

4.2 Doménový model katastra nehnuteľností v Slovenskej republike

Doménový model katastra nehnuteľností v Slovenskej republike (DMKNS) bol spracovaný ako experiment na praktické overenie použiteľnosti navrhovaného metodického postupu pri tvorbe GIS. Model bol vytvorený podľa metodického postupu modelovania v etape analýzy, ktorý bol navrhnutý a popísaný v rámci dizertačnej práce. Obsahuje model požiadaviek, terminologický slovník, model firemných procesov, prípadov použitia a model tried. Experimentálny model DMKNS bol vytvorený v súlade s CCDM, ktorého história a obsah bol rovnako popísaný v dizertačnej práci.

Celý model je vytvorený na pomerne vysokej úrovni detailu – jeho cieľom však nebolo vypracovať kompletnú štúdiu problematiky katastrálnej domény – bol podrobne zameraný len na problematiku geoobjektov, evidovaných v katastri nehnuteľností a tried, ktoré sú k nim viazané perzistentnými väzbami.

V práci sú definované – vzhľadom na jeho rozsah – iba základné údaje o modeli, základné stereotypy a technologický postup jeho tvorby ako celok je uvedený v prílohe C tejto práce.

Celý model vrátane textových častí bol vytvorený v CASE nástroj Select Component Architect a následne automaticky vygenerovaný pomocou nadstavby Document Creator.

Model požiadaviek

Experimentálny model požiadaviek na obsah systému na správu katastra nehnuteľností bol vytvorený so zameraním sa na objekty, ktoré sú predmetom evidencie katastra nehnuteľností, pričom rámec zberu požiadaviek bol vymedzený sústredením sa na:

- Objekty, ktoré majú v katastri nehnuteľností Slovenskej republiky definovanú priestorovú reprezentáciu
- Objekty, s ktorými majú priestorové objekty katastra perzistentné väzby
- Objekty a požiadavky, súvisiace s aplikáciou CCDM, pri modelovaní domény katastra nehnuteľností v Slovenskej republike.

Model firemných procesov

Model procesov katastra nehnuteľností bol vytvorený podľa existujúcej legislatívy platnej v období jeho finálnej publikácie. Vďaka využitiu CASE nástroja a uchovaniu modelu v digitálnom prostredí je možné v budúcnosti tento model jednoducho aktualizovať a na základe princípov Model Driven Architecture upraviť ďalšie časti modelu (model prípadov použitia, model tried). Model firemných procesov bol spracovaný na základe dostupnej literatúry a po konzultáciách s pracovníkmi správ katastra a bývalého Katastrálneho ústavu v Žiline.

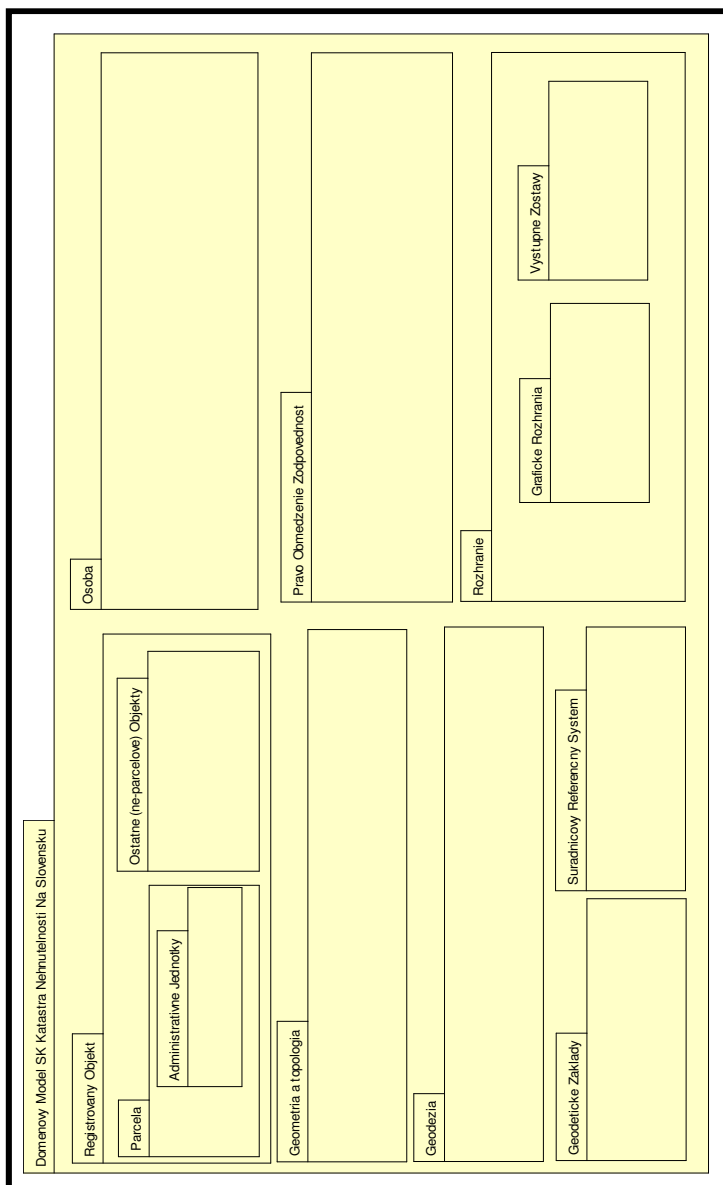
Model prípadov použitia

Model prípadov použitia je spracovaný podľa pravidiel navrhovaného metodického postupu. Spracoval som ho pre potreby experimentu dizertačnej práce ako prehľad na najvyššej úrovni, ktorý poskytuje informácie o tom, v ktorých oblastiach katastra nehnuteľností je očakávaná – a v ktorých naopak nie je – podpora zo strany informačných, resp. geoinformačných technológií. Model prípadov použitia sa zameriava na všetky tri oblasti pôsobnosti katastra nehnuteľností – zber údajov, aktualizácia údajov a zápis vlastníckych práv k nehnuteľnostiam a poskytovanie údajov z katastra nehnuteľností. S ohľadom na povahu modelu a jeho granularitu som do modelu diagramov prípadov použitia nezavádzal žiadne stereotypy a všetky základné informácie sú uvedené v popise jednotlivých prípadov použitia.

Model tried

Model tried DMKNS bol v rámci experimentu vytvorený podľa navrhovaného metodického postupu modelovania v etape analýzy. Okrem toho, že v rámci experimentu bol overený samotný metodický postup, bola verifikovaná i univerzálnosť CCDM a jeho vhodnosť na použitie pre modelovanie rôznych partikulárnych domén katastra nehnuteľností. Celý model je organizovaný do

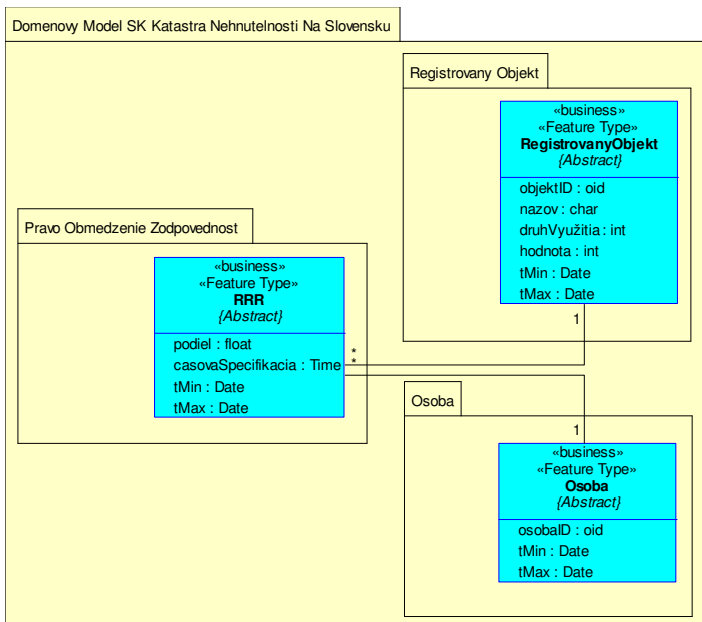
balíčkov, ktorých pomenovanie a štruktúra vychádza z usporiadania balíčkov CCDM (obrázok 3).



Obrázok 3 Štruktúra balíčkov DMKNS

Pri definícii tried som vychádzal s navrhovaného postupu – na úvod som vytvoril v rámci experimentu obecný model a následne boli triedy s priestorovou charakteristikou doplnené o model geometrie a topológie. Názvy tried, ich atribúty

a operácie vychádzajú z názvov tried, atribútov a operácií CCDM. Pretože obsah katastra nehnuteľností v Slovenskej republike je širší, ako ho definuje CCDM, model DMKNS je doplnený o triedy vyplývajúce zo slovenských špecifik.



Obrázok 4 Základne objekty katastra nehnuteľností v DMKNS

5. Prínos pre rozvoj vedného oboru a pre prax

Dizertačná práca sa venuje problematike objektovo orientovaného prístupu počas modelovania geoobjektov vo fáze analýzy. V oblasti objektovo orientovaného prístupu existuje pomerne veľa metodík, ktoré pokrývajú celý životný cyklus vývoja systémov a úspešne sa používajú. Tieto metodiky majú však všeobecný charakter, a preto sa podrobne nevenujú problémom, ktoré sa vyskytujú pri tvorbe GiS – a to analýze, modelovanie a implementácii vlastností geoobjektov. Navrhnuť novú, resp. modifikovať celú metodiku pre celý životný cyklus GiS je úloha, ktorá si vyžaduje čas, priestor a ľudský potenciál, ktorý nie je možné obsiahnuť počas spracovania jednej dizertačnej práce. Z tohto dôvodu som sa sústredil na návrh metodického postupu pre analýzu počas tvorby GiS, ktorá je prvou fázou životného cyklu každého systému.

Pri tvorbe návrhu metodického postupu pre analýzu je potrebné vopred zvážiť, či autor použije metodický postup analýzy z už existujúcej metodiky, vytvorí nový metodický postup alebo použije existujúcu metodiku a jej metodický postup upraví pre potreby konkrétnej oblasti, v ktorej sa bude aplikovať. Vo svojej práci som použil práve tento tzv. vyvážený postup a ako jadrovú metodiku, z ktorej som vychádzal som zvolil Select Perspective.

Navrhnutý objektovo orientovaný metodický postup pre etapu analýzy pri tvorbe GiS pozostáva z piatich krokov – zberu používateľských požiadaviek, tvorby modelu firemných procesov, vymedzenia hraníc systému pomocou prípadov použitia,

vytvorenia obecného modelu tried a napokon modelu tried pre geoobjekty. Všetky tieto navrhované kroky sú zdokumentované v kapitole 3 tejto práce.

Samotný návrh som po jeho vytvorení experimentálne overil pri tvorbe Doménového modelu katastra nehnuteľností na Slovensku. Ide o model katastra nehnuteľností, ktorý sa svojim obsahom sústreďuje práve na geoobjekty, ktoré sú predmetom evidencie v katastri nehnuteľností na Slovensku a objekty, ktoré majú k nim priamy vzťah. Model bol vytvorený v súlade s The Core Cadastral Domain Model, univerzálnym modelom katastrálnej domény, ktorého obsah bol v roku 2008 pretransformovaný do podoby štandardu ISO 19152 pre modelovanie a vývoj katastrálnych systémov a výmenu katastrálnych informácií po celom svete. Vhodnosť použitia CCDM bola pritom testovaná na niekoľkých katastrálnych doménach z rôznych krajín, pričom moja dizertačná práca prispela k šírke spektra tejto testovacej vzorky. V práci som teda experimentálne overil navrhnutý metodický postup i možnosti použitia CCDM v partikulárnych riešeniach. Na základe poznatkov, získaných počas tvorby modelu katastrálnej domény, som niektoré svoje teoretické predpoklady v návrhu metodického postupu v etape analýzy pri tvorbe GIS prepracoval a pozmenil do súčasnej podoby. Pri tvorbe modelu sa preukázalo, že objektovo orientovaný prístup je možné úspešne použiť aj pri takých komplexných systémov, ako sú GIS. Zvyčajne však ide o stredne veľké a veľké projekty, preto je nevyhnutné používať kvalitné a osvedčené CASE nástroje na tvorbu a správu modelu.

Z hľadiska projektu dizertačnej práce, ktorý som predložil a obhájil 30. 3. 2005 konštatujem, že práca splnila v plnom rozsahu vytýčené ciele. Navrhnutý metodický postup som mal možnosť overiť i na konkrétnych projektoch v praxi, pričom v niektorých prípadoch sa využívali iba jeho deriváty, pokiaľ to bolo pre rozsah projektu vhodné. Išlo najmä o projekty: HUMBOLDT (medzinárodný výskumný projekt Európskej únie, šiesty rámcový program), Emergency Support System (medzinárodný výskumný projekt Európskej únie, siedmy rámcový program), GIS portál Nitrianskeho samosprávneho kraja. Vytvorený model domény katastra nehnuteľností slúži ako pomocný nástroj na došpecifikovanie požiadaviek a obsahu Centrálného systému katastra nehnuteľností (CSKN), ktorý v súčasnosti vzniká na Slovensku, resp. ako vstupný podklad pre tvorbu komponentu katastra nehnuteľností, ktorý bude možné použiť pri tvorbe špecializovaných GIS.

Na záver možno konštatovať prínos dizertačnej práce

**PRE ROZVOJ VEDNÉHO ODBORU V OBLASTI GEODÉZIE
A GEOINFORMATIKY:**

práca ako jedna z prvých na Slovensku podáva komplexný prehľad o problematike objektovo orientovaných metodík modelovania a ich aplikácie pre konkrétny príklad,

v oblasti návrhu metodík, resp. metodických postupov pre konkrétny príklad práca uvádza, akým spôsobom postupovať pri výbere jadrovej metodiky, ktorá sa má stať základom pre tvorbu metodiky, alebo metodického postupu pre partikulárne riešenie.

vytvorenie návrhu metodického postupu pre analýzu pri tvorbe GIS – navrhnutý postup je overený experimentom a jeho nedostatky sú odstránené na základe získaných experimentálnych skúseností. V budúcnosti nebude potrebné vytvárať vždy samostatne metodický postup pre analýzu, pokiaľ pôjde o tvorbu GIS. Metodika je však otvorená a v prípade, že to bude potrebné, je možné ju modifikovať na základe nových poznatkov vedy a výskumu.

PRE GEODETICKÚ A GEOINFORMAČNÚ PRAX:

Práca kompletne a komplexne predstavuje The Core Cadastral Domain Model, ktorý sa stal podkladom pre definovanie štandardu ISO 19 152 pre tvorbu katastrálnych systémov, a tým zabrániť opakovanému vývoju a komunikovať problematiku katastrálnych systémov na medzinárodnej úrovni.

Testovanie CCDM a príspevok k jeho úpravám vo vzťahu k príprave ISO 19 152.

Vytvorenie súboru odporúčaných technologických krokov, ktoré umožnia spracovateľom vytvárať nové modely v jednotlivých krokoch analýzy rýchlo a efektívne.

Vytvorenie objektovo orientovaného modelu katastra nehnuteľností na Slovensku, vrátane modelu základných požiadaviek, modelu firemných procesov a modelu prípadov použitia, ktorý je experimentálnym overením navrhovaného metodického postupu. Model je na Slovensku zatiaľ jediný, iný objektovo orientovaný model v takomto rozsahu spracovaný nebol.

6. Zoznam publikovaných prác a citácií

PUBLIKOVANÉ PRÁCE:

STROMČEK, V.: *Methodic Advance for GIS analysis*. Zborník z medzinárodného sympózia GIS Ostrava 2006, (plné znenie na CD).

STROMČEK, V.: *Objektovo orientovaný model katastra nehnuteľností na Slovensku*. Zborník z konferencie JUNIORSTAV, 2006, (plné znenie na CD).

STROMČEK, V.: *Objektovo orientovaná analýza a jej využitie pre GIS*. GEOinformace 4/2004, Klaudian Praha, s.r.o., s.24-25.

STROMČEK, V.: *Model katastrálnej domény*. GEOinformace 4/2005, Klaudian Praha, s.r.o., s.26-27.

STROMČEK, V.: *Použitie vizuálneho modelovania pri analýze požiadaviek a návrhu GIS*. Zborník referátov zo seminára: Aktivity v kartografii 2004, GÚ SAV Bratislava 2004, s. 149-155.

CITÁCIE:

STROMČEK, V.: *Methodic advance for GIS analysis*. In: Proceedings of the International symposium GIS Ostrava 2006. Ostrava: VSB-TU/GIS. [online]. 30.11.2009. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/GISEngl/Conferences/GIS_Ova/GIS_Ova_2006/Proceedings/Referaty/stromcek.html

citované v:

ĎURAČIOVÁ, R.: Model hodnotenia kvality dát katastra nehnuteľností a jeho súlad so smernicou INSPIRE, Geodetický a kartografický obzor (v tlači)

STROMČEK, V.: *Model katastrálnej domény*. GEOinformace, 2005, č. 4, s. 26-27.

citované v:

ĎURAČIOVÁ, R.: Model hodnotenia kvality dát katastra nehnuteľností a jeho súlad so smernicou INSPIRE, Geodetický a kartografický obzor (v tlači)

STROMČEK, V.: *Methodic advance for GIS analysis*. In: Proceedings of the International symposium GIS Ostrava 2006. Ostrava: VSB-TU/GIS. [online].

30.11.2009. Dostupné z:

http://gis.vsb.cz/GISEngl/Conferences/GIS_Ova/GIS_Ova_2006/Proceedings/Referaty/stromcek.html

citované v:

ĎURAČIOVÁ, R.- CHALACHANOVÁ FAIXOVÁ, J.: Hodnotenie a dokumentovanie kvality dát v doméne katastra nehnuteľností. In: Kartografické listy 2009 : Ročenka Kartografickej spoločnosti SR, ročník 17 (2009). - Bratislava: Kartografická spoločnosť SR. - ISBN 978-80-89060-15-3. - S. 56-63

STROMČEK, V.: *Model katastrálnej domény*. GEOinformace, 2005, č. 4, s. 26-27.

citované v:

ĎURAČIOVÁ, R.- CHALACHANOVÁ FAIXOVÁ, J.: Hodnotenie a dokumentovanie kvality dát v doméne katastra nehnuteľností. In: Kartografické listy 2009 : Ročenka Kartografickej spoločnosti SR, ročník 17 (2009). - Bratislava: Kartografická spoločnosť SR. - ISBN 978-80-89060-15-3. - S. 56-63

Účast' na výskumných projektoch:

HUMBOLDT <http://www.esdi-humboldt.eu/home.html>

ESS <http://www.essproject.com/index.php>

Účast' na projektoch praxe s využitím poznatkov z dizertačnej práce:

GIS Portál Nitrianskeho samosprávneho kraja

7. Bibliografické odkazy

APPERLY, Hedley, et al. *Service-and Component-based Development: Using Select PerspectiveTM and UML*. [s.l.] : Addison-Wesley Professional, 2003. 240 s. ISBN 0-321-15985-3.

ARIADNE, Training. *UML Applied – Object Oriented Analysis and Design using the UML* : študijné podklady ku kurzu. [s.l.] : Ariadne Training Limited, 2001. 123 s.

ARLOW, J. -- NEUSTADT, I. *UML a unifikovaný proces vývoje aplikáci : průvodce analýzou a návrhem objektově orientovaného softwaru*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003. 387 s. ISBN 80-7226-947-X.

RUMBAUGH, James, JACOBSON, Ivar, BOOCH, Grady. *The Unified Modeling Language Reference Manual*. 2nd edition. Reading, Massachusetts : Addison Wesley Longman, Inc., 1999. 752 s. ISBN 0-321-24562-8.

JACOBSON, Ivar, RUMBAUGH, James, BOOCH, Grady. *Unified Modeling Language User Guide*. 2nd edition. Reading, Massachusetts : Addison Wesley Longman, Inc., 2005. 496 s. ISBN 0-321-26797-4.

DRBAL, Pavel. *Objektově orientované metodiky a technologie* : 1. díl části modely a analýza. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1997. 196 s. ISBN 80-

7070-740-1.

ERIKSSON, Hans-Erik, et al. UMLTM 2 Toolkit. 1st edition. Indianapolis, Indiana : Wiley Publishing, Inc., 2004. 549 s. ISBN 0-471-46361-2.

EUROPEAN PARLIAMENT, EP, EUROPEAN COUNCIL, EC. DIRECTIVE 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council : establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). [s.l.] : [s.n.], 2007. 14 s.

GORDILLO, Silvia, BALAGUER, Federico. Refining an object-oriented GIS design model: Topologies and Field Data. In *Advances in Geographic Information Systems*. 1st edition. Washington D.C. USA : [s.n.], 1998. s. 76-81.

ISO 19107:2003(E) Geographic information – Spatial schema

ISO 19109:2003(E) Geographic information – Rules for spatial schema

ISO 19111:2002(E) Geographic information – Spatial referencing by coordinates

ISO 19152: 2009 (E) Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM), preparatory

KANISOVÁ, Hana, MULLER, Miroslav. UML srozumitelně. 2. aktualiz. vyd. Brno : Computer Press, 2006. 176 s. ISBN 80-251-1083-4.

KAUFMANN, Jörg. Permanent Institution of the International Federation of Surveyors [online]. 2003 [cit. 2006-06-30]. Dostupný z WWW: <<http://www.oicrf.org/>>.

KOLÁŘ, Jan. Geografické informační systémy 10. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 1998. 161 s.

KOMPENDIUM, Panel-gi. Využitie geografických informácií o geografických informačných systémov. [s.l.] : Komisia Európskych spoločností, 2000. 170 s. ISBN 80-7100-915-6.

LEMMEN, Christiaan, et al. A modular standard for the Cadastral Domain, Digital Earth 2003 : Information Resources for Global Sustainability. In *The 3rd International Symposium on Digital Earth*. Brno : [s.n.], 2003. s. 1-18.

LEMMEN, Christiaan, VAN OOSTEROM, Peter. Version 1.0 of the FIG Core Cadastral Domain Model. In *Shaping the Change : XXII FIG Congress, Munich, Germany, October 2006*. Mníchov, Spolková republika Nemecko : FIG, 2006. s. 1-18.

- MILLER, Randy. Service-Oriented Architecture : Part 1: Identification .
Http://edn.embarcadero.com/ [online]. 2004 [cit. 2009-10-30]. Dostupný z WWW:
<<http://edn.embarcadero.com/article/30385>>.
- MITÁŠOVÁ, Irena, IVÁNOVÁ , Ivana, CHALACHÁNOVÁ, Jana. Kvalita údajov v
geoinformačných bázach. In Úlohy geodézie a kartografie pri tvorbe a správe ZB-
GIS. [s.l.] : [s.n.], 2001. s. 37-44.
- MRÁZIK, Augustín. Objektovo orientovaná architektúra geografických
informačných systémov. GeoInfo [online]. 1995 [cit. 2006-09-28]. Dostupný z
WWW: <<http://nic.sav.sk/logos/journals/geoinfo/0195/aia.html>>.
- NÁRODNÁ RADA SLOVENSKEJ REPUBLIKY , NR SR. Zákon 162/1995 Z.z. : o
katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam
(katastrálny zákon). [s.l.] : [s.n.], 1995. 42 s.
- NÁRODNÁ RADA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, NR SR. Zákon 221/1996 Z. z. : o
územnom a správnom usporiadaní Slovenskej republiky. [s.l.] : [s.n.], 1996.
- NÁRODNÁ RADA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, NR SR. 369/1990 Z. z. : o
obecnom zriadení. [s.l.] : [s.n.], 1990.
- NÁRODNÁ RADA SLOVENSKEJ REPUBLIKY , NR SR. Zákon 50/1976 Z. z. : o
územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon). [s.l.] : [s.n.], 1976.
- OBJECT MANAGEMENT GROUP , (OMG). *Business Process Modeling Notation
(BPMN)*. 1.2th compl. edition. [s.l.] : [s.n.], 2009. 294 s. Dostupný z WWW:
<<http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2>>.
- OBJECT MANAGEMENT GROUP, (OMG). *OMG Unified Modeling Language TM
(OMG UML) : Superstructure*. 2.2th rev. edition. [s.l.] : [s.n.], 2009. 724 s. Dostupný
z WWW: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.2/Superstructure>>.
- OBJECT MANAGEMENT GROUP, OMG. *OMG Model Driven Architecture*
[online]. [2004] , 06/18/2009 [cit. 2006-06-30]. Dostupný z WWW:
<<http://www.omg.org/mda/>>.
- OOSTEROM , Peter Van, et al. The Core Cadastral Domain Model. Workshop
„Cooperation EU and Russia“. 2005, no. 1, s. 1-10.
- OOSTEROM, Peter Van, LEMMEN, Christiaan. Impact Analysis of Recent Geo-ICT
developments on Cadastral Systems. In FIG XXII Congress : Washington. [s.l.] :
[s.n.], 2002a. s. 1-20. Dostupný z WWW:
<www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/Js13/JS13_vanoosterom_lemmen.pdf>.

OOSTEROM, Peter Van, LEMMEN, Christiaan. Towards a Standard for the Cadastral Domain : Proposal to establish a Core Cadastral Data Model. In COST Workshop 'Towards a Cadastral Core Domain Model'. [s.l.] : [s.n.], 2002b. s. 1-20.

PAGE-JONES, Meilir. Základy objektově orientovaného návrhu v UML. Praha : Grada, 2001. 368 s. ISBN ISBN 80-247-0210-X.

ŘEPA, Václav. Analýza a návrh informačních systémů. [s.l.] : [s.n.], 1999. 403 s. ISBN 80-86119-13-0.

SMIL, Petr. Vývoj metodik a metod objektové analýzy a designu. Softwarové noviny. 1.1.2000, 1,

SUDOLSKÁ, Miloslava. Geografické Informacne Systemy : Úvod do GIS [online]. [1996] [cit. 2009-09-28]. Dostupný z WWW: <http://www.gis.sudolska.sk/uvod_GIS.html>.

TUČEK, Ján. Geografické informační systémy, principy a praxe. Brno : Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, ÚGKK SR. Inštrukcia na štandardizáciu geografického názvoslovia. [s.l.] : [s.n.], 1996a. 24 s.

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, ÚGKK SR. Metodický návod na tvorbu Vektorovej katastrálnej mapy : MN 74.20.73.21.00. [s.l.] : [s.n.], 1995. 33 s.

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, ÚGKK SR. Smernice na spravovanie katastra nehnuteľností : S 74.20.73.40.00. [s.l.] : [s.n.], 2000. 91 s.

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, ÚGKK SR. Smernice na vyhotovovanie geometrických plánov a vytyčovanie hraníc pozemkov : S 74.20.73.43.00. [s.l.] : [s.n.], 1997. 2 sv. (29, 55 s.).

ÚRAD GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A KATASTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY, ÚGKK SR. *Vyhláška 79/1996 Z.z. : ktorou sa vykonáva zákon Národnej rady Slovenskej republiky o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon)*. [s.l.] : [s.n.], 1996b. 48 s.

VEREGIN, H. Data Quality Parameters. In Geographical Information Systems : Principles and technical Issues. New York : John Wiley and Sons, 1999. s. 177-189.

VIŠŇOVCOVÁ, J., MARMAN, P. Úvod do objektovo orientovaného prístupu k

spracovaníu geografických údajov : Výukový program. Bratislava : ArtInApplesS, 1996

VOŽENÍLEK, Vít. Geografické informační systémy I. : Pojetí, historie, základní komponenty. Olomouc : Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. 174 s. ISBN 80-7067/802-X.

WHITE, Stephen A. Introduction to BPMN. Wwww.omg.org [online]. 2004 [cit. 2009-10-30]. Dostupný z WWW:
<<http://www.bpmn.org/Documents/Introduction%20to%20BPMN.pdf>>.

8. SUMMARY

Object oriented approach for geobject modelling in geoinformation systems

The thesis presents object oriented approach, its possibilities and advantages for geobject modelling in geoinformation systems (GiS).

Object oriented approach became widely used in information systems in last 20 years. Thanks to new technology advantages it is possible to use object oriented approach in GiS systems physical as well as logical development. Thesis is mainly focused on the first stage of GiS lifecycle – analysis. The main aim of thesis is to propose modelling advance for analysis stage in GiS development.

Thesis involves theoretical part, where involved common theoretical discussion about object is oriented approach, business process modelling, modelling methodologies and modelling advances. Proposed modelling advance involves following steps:

- Requirements collection
- Business process modelling
- Use Case Modelling
- Common Class Modelling
- Class Modelling focused on geobjects.

Proposed advance was also tested in practical environment – within the thesis there is provided Slovak Cadastral Domain Model, which created based on proposed modelling advance and is fully compliant with the Core Cadastral Domain Model. Thanks to this experiment was confirmed that modelling advance is useful also for practice applications as well as it was improved thanks to this experiment. Experiment contributed also to future Core Cadastral Domain Model, which became the base for specification of ISO 19 152: Geographic information – Land Administration Domain Model.

We can allege following thesis benefits:

FOR THE SCIENCE FIELD OF THE GEODETIC AND GEOINFORMATICS DEVELOPMENT:

Thesis as one of the first in the Slovak Republic provides complex overview about object oriented modelling methodologies and their application in concrete problem domain,

In the field of methodology development or methodology advances for concrete purpose thesis describes how to choose core methodology, which should become for methodology or methodology advance creation which will be used in particular solution.

In the thesis was developed methodology advance for analysis for GIS development. This methodology advance was verified by experiment and improved by experiences from this experiment. In the future it will be possible to reuse this methodology advance for other GIS projects. Anyhow methodology advance is open and it is possible to modify it in relation to new experiences and knowledge.

FOR GEPRE GEODETIC AND GEOINFORMATICS PRACTICE:

Thesis completely and fully introduces The Core Cadastral Domain Model which became the base for specification of ISO 19 152: Geographic information – Land Administration Domain Model. This standard will preclude redevelopment of new cadastral systems all over the world and allows communicating problematic of cadastral system at international level.

CCDM testing and contribution to its improvement in relation to ISO 19 152 drafts.

Within the thesis was created set of recommended technological steps which allow developers to create new models fast and effective.

Creation of the object oriented Slovak Cadastral Domain Model, which includes requirements model, business process model, Use Case Model, and Class Model. This was the first object oriented model of the cadastral domain and was reused also in the practice application.