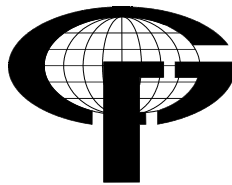


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET

mr. sc. Hrvoje Matijević

Modeliranje promjena u katastru

Doktorska disertacija



Zagreb, 2006.

I. AUTOR	
Ime i prezime:	Hrvoje Matijević
Datum i mjesto rođenja:	04.12.1970., Zagreb
Sadašnje zaposlenje:	Asistent na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
II. DOKTORSKA DISERTACIJA	
Naslov:	Modeliranje promjena u katastru
Broj stranica:	134
Broj priloga:	-
Broj tablica:	13
Broj slika:	107
Broj bibliografskih podataka:	88+2 URL-a
Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen:	Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Geodezija
Znanstvena grana:	Primijenjena geodezija
Mentor:	Prof. dr. sc. Miodrag Roić
Oznaka i redni broj rada:	44
III. OCJENA I OBRANA	
Datum prijave teme:	30. 06. 2005.
Datum sjednice Fakultetskog vijeća na kojoj je disertacija prihvaćena:	27.04.2006.
Sastav povjerenstva koje je ocijenilo disertaciju:	Prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić Prof. dr. sc. Miodrag Roić Prof. dr. sc. Anton Prosen
Datum obrane disertacije:	05.05.2006.
Sastav povjerenstva pred kojim je branjena disertacija:	Prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić Prof. dr. sc. Miodrag Roić Prof. dr. sc. Anton Prosen

Zahvaljujem svima koji su mi na bilo koji način pomagali prilikom izrade ovog rada, a posebno mentoru prof. dr. sc. Miodragu Roiću na korisnim savjetima i motivirajućim primjedbama te obitelji na bezgraničnoj strpljivosti.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	6
1.1. MOTIVACIJA I STANJE TEHNOLOGIJE.....	6
1.2. CILJEVI RADA.....	7
2. PODACI KATASTRA	10
2.1. POSTOJEĆA STAJALIŠTA.....	10
2.2. INTERESI NA NEKRETNINAMA.....	13
2.3. RADNA GRUPA ZA UPRAVLJANJE ZEMLJIŠTEM (WPLA).....	14
2.4. MODEL JEZGRE DOMENE KATASTRA.....	15
2.5. PROMJENE U KASTASTRU	21
2.5.1. <i>Inicijativa za suradnju u znanstvenom i tehničkom istraživanju (COST).....</i>	<i>21</i>
2.5.2. <i>Procesi za provođenje promjena u katastru</i>	<i>23</i>
2.6. REKAPITULACIJA	25
3. FORMALIZACIJA PROMJENA.....	29
3.1. PREGLED DOSADAŠNJIH RADOVA	29
3.2. PROSTORNE PROMJENE	31
3.2.1. <i>Razvrstavanje prostornih promjena u ravninskoj particiji</i>	<i>31</i>
3.2.2. <i>Osvrt na sustave koji nisu temeljeni na ravninskoj particiji</i>	<i>37</i>
3.2.3. <i>Račun petlji</i>	<i>38</i>
3.3. PROMJENE IDENTITETA OBJEKATA.....	43
3.4. PROMJENE ZEMLJIŠNIH INTERESA	44
4. PROSTORNO-VREMENSKI DOGAĐAJI	47
4.1. PREGLED DOSADAŠNJIH RADOVA	47
4.2. DEFINICIJA.....	48
4.3. STANJA	49
4.4. SMJEŠTAJ I DJELOVANJE	51
4.5. MEĐUODNOSI S OBJEKTIMA I DRUGIM DOGAĐAJIMA	53
4.6. PROVOĐENJE PROMJENA	55
4.6.1. <i>Preduvjeti, pravila - pripremanje.....</i>	<i>55</i>
4.6.2. <i>Mehanizmi - događanje.....</i>	<i>57</i>
4.6.3. <i>Osvrt na pristupe modeliranju sustava</i>	<i>58</i>
5. MODEL PODATAKA SUSTAVA.....	64
5.1. JEZGRA MODELA	64
5.2. DINAMIČKA SASTAVNICA	65
5.2.1. <i>Prostorne promjene.....</i>	<i>67</i>
5.2.2. <i>Promjene interesa.....</i>	<i>69</i>
5.3. GEOMETRIJSKA SASTAVNICA.....	71
5.3.1. <i>Uvodne napomene o preciznosti računanja i konzistentnosti podataka</i>	<i>72</i>
5.3.2. <i>Topološka podatkovna struktura petlja - čvor.....</i>	<i>74</i>
5.4. CJELOVITI MODEL.....	77
6. IZVEDBA I DJELOVANJE SUSTAVA	78
6.1. PROSTORNO-VREMENSKA PROJEKCIJA.....	81
6.2. ODUZIMANJE POVRŠINA.....	83
6.3. PROVOĐENJE PROSTORNIH PROMJENA.....	90
6.3.1. <i>Ostvarivanje.....</i>	<i>90</i>
6.3.2. <i>Provođenje.....</i>	<i>95</i>
6.4. PROVOĐENJE PROMJENA INTERESA	98

7. KORIŠTENJE SUSTAVA	100
7.1. KORISNIČKO SUČELJE.....	101
7.2. PREGLEDAVANJE PODATAKA.....	103
7.3. PRIPREMANJE PROMJENA	106
7.4. PROVOĐENJE PROMJENA	112
7.5. PREGLEDAVANJE PROŠLIH STANJA.....	114
8. PREGLED POSTIGNUTIH REZULTATA	118
9. ZAKLJUČCI	120
9.1. PREPORUKE	121
9.2. DALJNJA ISTRAŽIVANJA.....	122
LITERATURA.....	123

POPIS DEFINICIJA

POPIS TABLICA

POPIS SLIKA

ŽIVOTOPIS

Sažetak

Kako bi mogle biti provedene djelovanjem prostorno-vremenskih događaja, promjene u katastru moraju biti unaprijed jednoznačno definirane. Zato je u okviru disertacije obavljeno razvrstavanje promjena koje se mogu dogoditi u parcelarnom katastru temeljenom na ravninskoj particiji. Razvrstavanje je temeljeno na vrstama topoloških elementa koji su zahvaćeni promjenom pa su prepoznate tri vrste promjena, i to geometrijske, topološke prvog reda i topološke drugog reda. Geometrijske promjene su, prema obavljenom razvrstavanju one koje mijenjaju samo geometrijske podatke ravninske particije, topološke promjene prvog reda mijenjaju čvorove i bridove no ne mijenja se količina petlji, a topološke promjene drugog reda mijenjaju i količinu petlji u ravninskom grafu koji je osnova ravninske particije. Mogućnost potpuno određenog i nedvosmislenog pripremanja događaja važno je za učinkovito i ispravno djelovanje katastarskog sustava temeljenog na njima. Zato je u okviru rada definiran "Račun petlji" kao skup operanada (petlje, čvorovi, točke), operatora (plus, minus) i operacija (zbiranje i oduzimanje petlji, ...) kao skupa pravila djelovanja operatora nad operandima. Korištenjem definiranog računa moguće je simbolički predstaviti promjene u ravninskoj particiji. Prostorno-vremenski događaji u katastru kao nosioci promjena definirani su u pogledu stanja u kojima se mogu nalaziti, smještaja u prostoru i vremenu, djelovanja te međudnosa s objektima ali i drugim događajima. Također su definirani i nužni preduvjeti koji moraju biti ispunjeni kako bi se događaji mogli dogoditi te mehanizmi koji obavljaju samu promjenu. U svrhu dokaza koncepta ostvarena je izvedba katastarskog sustava korištenjem Oracle10g prostorne baze podataka s korisničkim sučeljem u cijelosti oslonjenim na tehnologiju *Java Server Pages*. Time je na praktičnom primjeru dokazana opravdanost pretpostavki kako u pogledu provođenja promjena tako i u pogledu upravljanja i pregledavanja prošlih stanja podataka, ali je prikazana i općenita jednostavnost i intuitivnost korištenja takvog sustava.

Abstract

In order to be correctly executed through spatio-temporal events, the changes in cadastre must be unambiguously determined in advance. This thesis presents a classification of changes which can occur in the planar-partition-based cadastre. The classification is based on the types of topological elements involved in the change, resulting in three classes of change, i.e. geometric, first order topological, and second order topological. The geometric changes are, according to the classification, those which change only the geometric aspect of planar partition, the first order topological changes change nodes and edges but not the number of faces, and finally the second order topological changes change the number of faces in the planar partition. The ability to unambiguously prepare events is crucial for efficient and correct operation of the cadastre which is based on them. For that reason this thesis defines the "Calculus of Faces" as a set of arguments (faces, nodes, ...), operators (+, -, ...) and operations (addition of faces, subtraction of faces, ...), forming a set of rules for the operation of operators over arguments. By using the defined calculus, changes in the planar partition can be symbolically represented. Furthermore, the Spatio-temporal events in cadastre as the key instrument of changes are defined in terms of states they can be in, their location in space and time, the actions they carry out, and their relations to other objects and events. The conditions required for changes to occur and mechanisms which change the data are also defined. As a proof of the concept, a test system has been implemented using Oracle10g with the user interface based on *Java Server Pages* technology. Thereby, the presuppositions relating to the execution of changes as well as the management of past data have been confirmed, and the efficiency and easy use of such a system has been presented.

1. Uvod

Razvitak tehnoloških osnova (prostorne baze podataka) i pristupa modeliranju podataka (objektno modeliranje) kao sredstava kojima se može odgovoriti na povećane zahtjeve za podacima katastra, često uzrokuje potrebu za prilagođavanjem ili čak dubljim promjenama sustava koji njima upravljaju. Zbog neopterećenosti postojećim tehnologijama automatske obrade podataka to je lakše nadležnostima koje do sada nisu imale ili su imale manji dio sustava temeljenog na računalnim tehnologijama. U ovom radu predložene su suvremene metode održavanja podataka katastra, odnosno provođenja promjena na njima, koje omogućuju učinkovito upravljanje povijesnim podacima, a u skladu s trendovima opisanima u publikaciji Međunarodne udruge geodeta FIG, "Katastar 2014" (Kaufmann i Steudler 1998).

1.1. Motivacija i stanje tehnologije

Za ovu disertaciju važne su dvije skupine interesa u znanstvenim istraživanjima. Katastar s različitim uvažanim viđenjima svrhe djelovanja i podatkovnih okvira prvenstveno sa statičke strane svakako određuje općeniti smjer istraživanja. Dakako da katastar nije i ne može biti statički sustav. Svrha katastra je pravodobno usklađivanje podataka kojima upravlja sa stanjem koje odgovara stvarnosti. Istraživanje se dakle posebno treba okrenuti postupcima i pravilima koja određuju provođenje promjena u katastru. Katastar, odnosno promjene u katastru cilj su istraživanja.

Detaljno istraživanje formalnog dijela održavanja podataka katastra daje u svom doktoratu (Effenberg 2001), a (Stoter 2004) istražuje trodimenzionalne katastarske sustave, s tehničke, pravne i formalne strane. Relevantna viđenja katastra daju (Enemark 2003, Dale i McLaughlin 1999, Henssen 1995, FIG 1995). Važna inicijativa za razvoj modela jezgre domene katastra pokrenuta je 2002. godine u Nizozemskoj neovisno o svjetskim geodetskim udrugama (Oosterom i Lemmen 2002), a njegovo stanje (Oosterom i dr. 2004) ne razlikuje se značajno od Katastra 2014. Ipak, Katastar 2014 daje samo općenite smjernice i trendove, dok je ova inicijativa okrenuta implementaciji. Iako se svi slažu da je budućnost upravljanja zemljištem u višenamjenskim katastrima, također prepoznaju upravljanje zemljišnim interesima kao najvažniji njihov vid. To je posebno izraženo u publikaciji (UNECE 2004) kroz koju se kao jedna od preporuka provlači poklanjanje posebne pozornosti zemljišnim interesima u katastru i zadržavanje (pod)sustava koji njima upravlja u nadređenom položaju u odnosu na ostale.

Nemogućnost preslikavanja jedan na jedan entiteta iz prirode u informacijski sustav uzrokuje potrebu za modeliranjem podataka. Bio on statički ili dinamički, model podataka razvija se od konceptijske preko logičke prema implementacijskoj razini. Topološki modelirani vektorski prostorni podaci potpuno su poznati i nije ih potrebno dalje proučavati (na primjer: Egenhofer i Franzosa 1991, Clementini i dr. 1993). No dodamo li takvim podacima i vremensku sastavnicu i odlučimo li se za događajno okrenuti pristup upravljanju promjenama, stanje je složenije. Katastar je po svojoj prirodi okrenut održavanju događajima pa bi budući sustavi trebali biti upravo takvi (Kaufmann 2004).

Događaji, kao činjenice koje prevode sustav iz jednog stanja u drugo, dodaju modelu podataka veće analitičke mogućnosti te se njihovim se uvođenjem on podiže na višu razinu. Tako (Claramunt i Theriault 1995) definiraju događaje kao skup procesa koji mijenjaju entitete, te daju njihovo osnovno razvrstavanje. Ponešto drugačiji pristup primjenjuje (Worboys 1992), koji opisuje najjednostavnije prostorno-vremenske elemente (simplekse). (Worboys i Hornsby 2004) ujedinjuju prostorne entitete u zajedničku općenitu klasu uz kasniju diferencijaciju njihovim postavkama (engl. *Setting*) umjesto eksplicitnog razlikovanja događaja i objekata.

Modeli prostorno-vremenskih podataka s pokusnim implementacijama razvijeni su u nekoliko istraživanja. Tako (Wachowicz 1999) definira objektni model prostorno-vremenskih podataka za upravljanje engleskim sustavom administrativnih granica. To nije pogodno za klasične parcelarne katastarske sustave kod kojih je osnovni objekt određen međama i drugim granicama, a ne same granice. Drugi važan model prostorno-vremenskih podataka (engl. *cell tuple-based spatio-temporal data model / CTSTDM*) definiran u (Raza 2001) potpuno je općenit i cjelovit. Ipak, njegova cjelovitost čini ga složenim kako za implementaciju tako i za održavanje (konzistentnosti), što je u katastru od presudnog značaja. Koncept događaja za upravljanje prostorno-vremenskim podacima uvode (Peuquet i Duan 1995) predstavljajući ESTDM (engl. *event-based spatiotemporal data model*) za upravljanje rasterskim podacima.

Često se za prostorni dio sustava osnovanog za neku nadležnost bira ravninska particija kao skup topoloških odnosno geometrijskih objekata koji se pokoravaju skupu precizno definiranih pravila. U svom radu (Mioc i dr. 1998) razvijaju pristup upravljanju promjenama s podatkovnom strukturom Voroni kao temeljnim pristupom. Nadalje postoji nekoliko pristupa modeliranju i razvrstavanju prostornih promjena s teorijskom osnovom na topološki strukturiranim podacima (Egenhofer i dr. 1989, Frank i Kuhn 1986). Ipak, svi nabrojani pristupi ne razmatraju posebnosti katastarskih podataka. Iznimka je ovdje rad (Claramunt Thériault 1996), no bez sustavnog pristupa problemu. Sustavni pokušaji razvrstavanja dani su u (Zhou i dr. 2004) i u (Spery i dr. 1999), no ni oni nisu cjeloviti.

1.2. Ciljevi rada

U svrhu njegova poboljšanja potrebno je prvo bilo koji informacijski sustav razumjeti. Model podataka te pravila i postupci koji određuju načine provođenja promjena osnovne su sastavnice informacijskog sustava. Radi li se o sustavu privatnog ili javnog poduzeća, nevladine ustanove ili slične organizacije ta su pravila i postupci fleksibilniji i slabije nadgledani, a model podataka manje otporan na pojavu nekonzistentnosti. Ako pak razmatramo sustav za upravljanje interesima na zemljištu nacionalne razine čiji su podskup stvarno pravni odnosi, jasno je da je stanje drugačije. Svaki je postupak precizno određen, a pojava nekonzistentnosti u podacima nedopustiva. Kako bi se mogli izvesti zaključci o potrebama katastra kao sustava za upravljanje interesima na zemljištu potrebno je sagledati sva relevantna viđenja njegove svrhe te pravila njegova djelovanja.

Najznačajnija inicijativa za standardizaciju modela podataka katastra je Model jezgre domene katastra (engl. *Core cadastral domain model / CCDM*) (Oosterom i Lemmen 2002), čija je najnovija verzija predstavljena u Kairu 2005. godine (Lemmen i dr. 2005). Ta je verzija modela zrela i u cijelosti iskoristiva za implementaciju, odnosno prilagođavanje konkretnim potrebama. Taj model podataka katastra je statički i postupci za provođenje promjena tek su spomenuti. Najznačajnija inicijativa koja proučava promjene u katastru je akcija G9 COST (engl. *CO-operation in the field of Scientific and Technical Research*) (URL1). Te dvije međunarodne inicijative čine osnovu viđenja modela podataka i postupaka u katastru prihvaćenog za potrebe ove disertacije.

Tradicijski načini upravljanja promjenama u katastru okrenuti su procesu kao glavnom pokretaču. Razlog je tomu prvenstveno stanje raspoloživih tehnoloških osnova koje su činili CAD i GIS alati i relacijske baze podataka. Današnja tehnološka dostignuća s prostornim bazama podataka izgrađenima na objektno-relacijskim temeljima omogućavaju korak dalje. Procese je moguće preobraziti u događaje pa se stanjima okrenuta rješenja mogu zamijeniti u ona okrenuta promjenama. To znači da se s posljedice (stanje) može prijeći na uzrok (promjena). Poznavanjem uzroka može se doznati posljedica dok je obrnuto nemoguće, ili se uz posljedicu može čuvati i uzrok.

Pretpostavka glasi: moguće je pronaći model podataka i postupaka temeljen na događajima kojima se **učinkovito** može upravljati svim vidovima katastra, dakle održavanjem podataka u stanju sukladnom stvarnosti i omogućavanjem korisnicima ostvarivanje uvida u važeće, ali i u prošla stanja podataka. Kako bi to bilo moguće ostvariti bit će potrebno riješiti neke do sada neriješene probleme.

- Potrebno je obaviti razvrstavanje promjena koje se mogu pojaviti.

Razlog je tomu činjenica da sustavi temeljeni na događajima moraju unaprijed biti pripremljeni za sve moguće slučajeve. U procesno okrenutim sustavima s težištem na manualnoj obradi promjena od strane visoko izučenog stručnjaka to nije bilo potrebno jer su se eventualno nastali problemi rješavali ad hoc, a glavčina je znanja i iskustva sažeta u stručnjaku. Osim njihova razvrstavanja potrebno je i odrediti odnose između pojedinih vrsta promjena poglavito u pogledu pravila i redoslijeda provođenja.

- Potrebno je razviti jednostavan općeniti skup alata za definiranje promjena.

Svaku promjenu modeliranu u obliku događaja potrebno je prvo pripremiti. Pripremanje u obliku podatkovne strukture niske razine bliske nekom implementacijskom modelu u najgorem je slučaju nepraktično i znatno sužava krug mogućih korisnika tog dijela sustava. Promjene u katastru učestale su i postupak njihova provođenja bolje je rasporediti na širi krug korisnika s jasno određenim pravima i ovlaštenjima. Kao mehanizam za provođenje promjena izabran je događaj. Stoga je

- potrebno definirati sve vidove događaja kao nosioca promjene u katastru.

Važna statička svojstva događaja kao pokretača promjena svakako su njegova stanja, smještaj u referentnim sustavima i međudnosi s drugim događajima i objektima sustava. Nakon što su statička svojstva poznata potrebno je definirati i njegova dinamička svojstva, dakle djelovanje kojim objekti u sustavu bivaju mijenjani. Konačno, treba

- ostvariti pokusnu implementaciju temeljem iznesenih postavki

kako bi se one radi potkrjepe i na praktičnom primjeru mogle isprobati.

Katastar

U ovom dijelu rada detaljno su predstavljeni katastar, podaci katastra i procesi koji omogućavaju provođenje promjena na njima. Svrha je prepoznavanje potreba koje model postupka provođenja promjena na podacima katastra mora zadovoljiti.

2. Podaci katastra

Katastar je temeljni upisnik prostornih podataka (Cetl 2003, Cetl i dr. 2003). Bez obzira radilo li se o sustavu upisa naslova stjecanja prava ili isprave kojom je obavljen prijenos prava, katastar je upisnik podataka o pravima na nekretninama (Roić i dr. 1999, Matijević 2004). Katastar upravlja podacima koji čine osnovu za druge informacijske sustave kao na primjer sustav za procjenu nekretnina (Matijević i dr. 2005). Sustavni pristup razmatranju upisa zemljišta opisuje (Zevenbergen 2002b) i kaže kako sustav za upis prvo treba analizirati u cijelosti, a nakon toga ga se može proučavati njegove dijelove. Dijelovi mogu biti organizirani kao:

- podsustav (engl. *subsystem*) ili
- vid sustava (engl. *aspect system*).

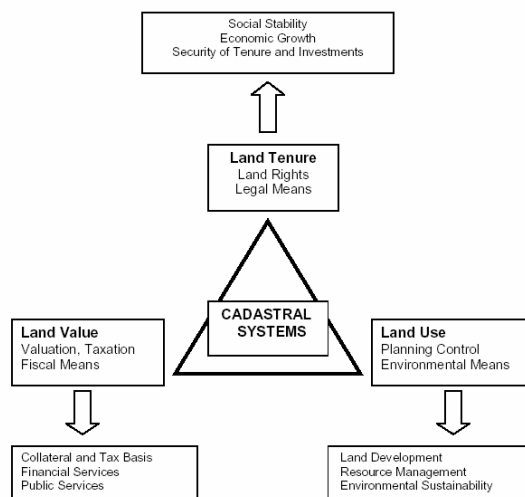
Podsustav se sastoji od dijela elemenata sustava gdje se razmatraju svi odnosi u tom dijelu sustava. Primjer toga su sustavi za upis koji se sastoje od katastra i zemljišne knjige. U "vidu sustava" s druge strane razmatra se samo dio svih odnosa koji mogu postojati između elemenata, a ostali se zanemaruju. Tako se odvojeno razmatraju tehnička rješenja, upravni postupci, pravni odnosi i drugo.

Detaljno istraživanje formalnog dijela održavanja podataka katastra daje u svom doktoratu (Effenberg 2001), a (Stoter 2004) istražuje trodimenzionalne katastarske sustave, s tehničke pravne i formalne strane. Važna inicijativa za razvoj modela jezgre domene katastra pokrenuta je 2002. godine u Nizozemskoj neovisno od svjetskih geodetskih udruga (Oosterom i Lemmen 2002), a njegovo trenutno stanje (Oosterom i dr. 2004) se ne razlikuje značajno od Katastra 2014. Ipak, Katastar 2014 daje samo općenite smjernice i trendove dok je ova inicijativa okrenuta implementaciji.

U slijedećem poglavlju analizirana su neka postojeća stajališta u pogledu svrhe i sadržaja katastra. Tu su namjerno preuzete izvorne slike koje su autori stavljali u svoje tekstove kako bi se stekao uvid u raznolikost kod korištenja pojmova s engleskog govornog područja koje je najčešće korišteno kod analiziranja katastra. Također je već ovdje potrebno naglasiti kako je kao prijevod pojma (engl. *tenure*) korištena hrvatska riječ "interes". Pojam odnosno riječ interes korištena uvijek u daljnjem dijelu teksta kada se misli i na konkretno najčešći oblik interesa osobe prema zemljištu, neko stvarno pravo za što na engleskom autori koriste riječ (engl. *right*).

2.1. Postojeća stajališta

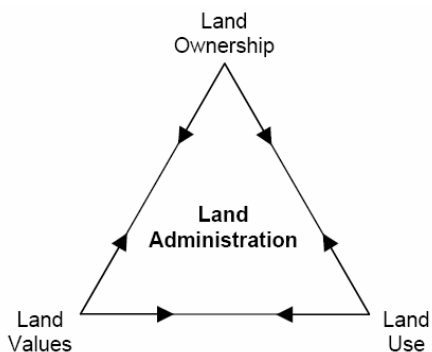
Poznati svjetski znanstvenici imaju različite poglede na katastar. Viđenje (Enemark 2003) osniva se na činjenici da katastarski sustavi trebaju biti promatrani kao jezgra opsežnijih sustava za upravljanje podacima o zemljištu (engl. *land administration system*) ili infrastruktura koje se bave procesima utvrđivanja, upisivanja i davanja na uvid informacija o zemljišnim interesima (engl. *land tenure*), vrijednosti (engl. *land value*) i korištenju zemljišta (engl. *land use*) prilikom provođenja zemljišne politike (Slika 1).



Slika 1. Dijelovi sustava za upravljanje podacima o zemljištu (Enemark 2003)

Odgovarajući sustav za upravljanje podacima o zemljištu osigurava osnovu za zdravu politiku upravljanja zemljištem u smjeru gospodarske, društvene i održivosti okoliša. Katastarski sustavi dakle uključuju međudjelovanje između identificiranja katastarskih čestica, upisivanja interesa na zemljištu, vrednovanju i oporezivanju nekretnina te trenutnom, prošlim i mogućim budućim načinima korištenja zemljišta.

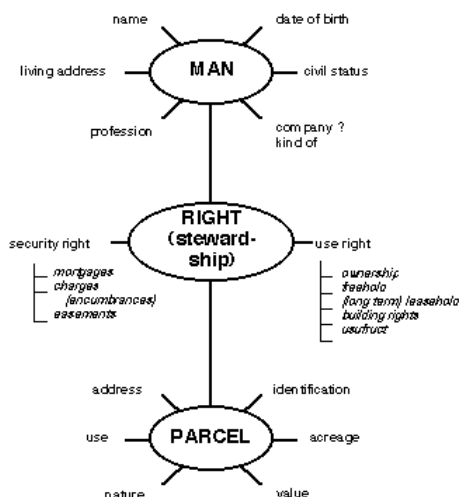
Sustavi za upravljanje zemljištem prema (Dale i McLaughlin 1999) upravljaju trima osnovnim obilježjima zemljišta, vlasništvom (ovdje nije korišten pojam interes jer je i u izvornom obliku vrlo konkretno navedena jedna vrsta interesa), uporabom i vrijednošću (Slika 2).



Slika 2. Tri osnovna obilježja zemljišta (Dale i McLaughlin 1999)

Autori nadalje naglašavaju kako je sustav za upravljanje podacima o zemljištu zadužen za četiri funkcije, sudsku, novčanu, upravljačku te za upravljanje informacijama. Prve tri su okupljene oko tri skupa organizacija dok je četvrta njihova zajednička poveznica.

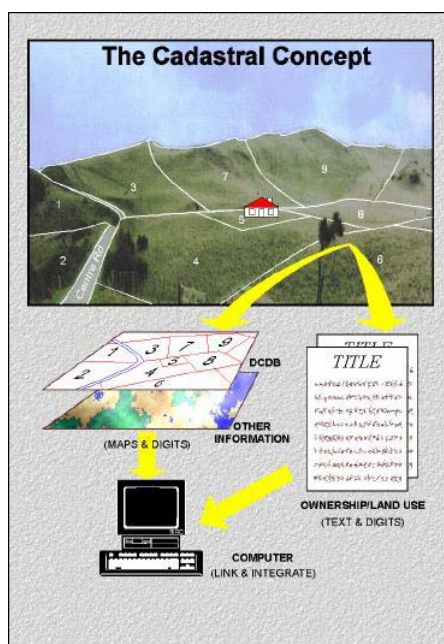
Prema (Henssen 1995) upis zemljišta (engl. *land registration*) je proces službenog upisa interesa na zemljištu kroz isprave ili naslove na posjedu. Institucija koja se bavi ovim se najčešće naziva (engl. *Land book, Land register*) zemljišna knjiga ili upisnik zemljišta i daje odgovore na pitanja "TKO" i "KAKO". Nadalje je navedeno da je Katastar metodički uređen javni upisnik podataka o posjedu neke administrativne jedinice temeljen na izmjeri njihovih međa. Katastar daje odgovore na pitanja "GDJE" i "KOLIKO" (Slika 3).



Slika 3. Odnosi dijelova sustava za upis podataka o zemljištu (Henssen 1995)

Konačno je izveden zaključak kako je sprega ova dva upisnika sustav čini sustav za upis podataka o zemljištu (engl. *land recording*). Ovaj je pogled dakle ograničen na katastar kao sustav za upravljanje interesima na zemljištu odnosno njegov tehnički dio, što se barem djelomično može objasniti vremenom njegova nastanka.

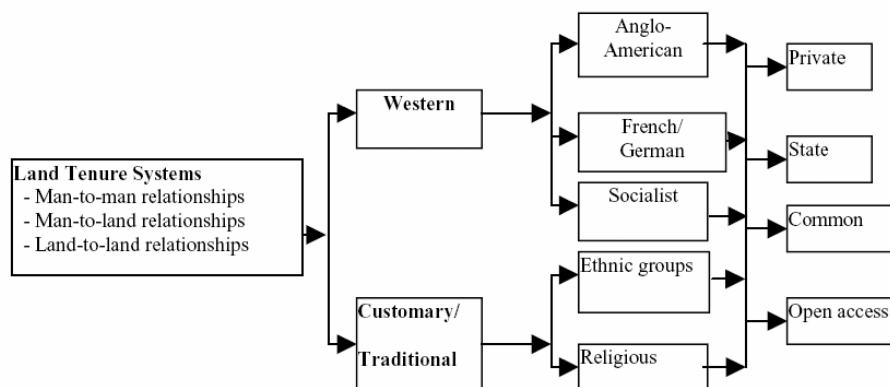
Važna publikacija koja se bavi definiranjem katastra je "Izjava o katastru" (engl. *The FIG Statement on the Cadastre*) (FIG 1995). Tamo stoji da je katastar ažuran i na katastarskim česticama temeljen zemljišni informacijski sustav koji sadrži podatke o interesima na zemljištu (prava, ograničenja i odgovornosti). On obično uključuje geometrijski opis katastarskih čestica povezanih s drugim upisnicima koji opisuju prirodu, vlasništvo ili kontrolu tih interesa te često i vrijednost katastarske čestice i njezina poboljšanja. Može biti osnovan za fiskalne (novčane) namjene (vrednovanje i oporezivanje), upravljanje interesima (prijenos vlasništva), kao pomoć upravljanju zemljištem i nadzoru njegova korištenja (planiranje i upravljanje), te omogućava održivi razvoj i očuvanje okoliša (Slika 4).



Slika 4. Koncept katastra (FIG 1995)

2.2. Interesi na nekretninama

Iako se pojam katastar koristi i za sustave za upravljanje i drugim vrstama podataka o prostoru kao načinom uporabe zemljišta, izgrađenosti zemljišta i drugo, odnosno iako su moderni katastri višenamjenske prirode, prvenstvena im je svrha upravljanje interesima na nekretninama. Dva izvorna koncepta, zapadnjački i tradicijski doveli su do današnjeg stanja s četiri sustava interesa na nekretninama (Slika 5).



Slika 5. Korijeni današnjih vrsta prava na nekretninama (Tuladhar 2004)

Pod utjecajem zapadnjačke kulture nastaje privatno vlasništvo čiji su najčešći oblici neograničeno vlasništvo (engl. *freehold*) i zakup (engl. *leasehold*) (UNECE 2004). Neograničeno vlasništvo (dalje vlasništvo) osigurava nosiocu najveća prava dopuštena u okviru sustava zemljišnih interesa. Vlasništvo može nadalje može biti subjektom predviđenih ograničenja (prostorno planiranje, pravo preuzimanja od države u svrhu općeg boljitka). Zakup je situacija u kojoj ugovornim odnosom nosilac prava vlasništva daje zakupcu pravo uživanja zemljišta u zamjenu za određeni iznos novca i na određeno vremensko razdoblje. Državno vlasništvo nastalo je pod utjecajem socijalističke ideologije. Država je ovdje vlasnik zemljišta, a daje ga pojedincima ili organizacijama na korištenje. Gospodarstva temeljena na državnom vlasništvu nisu se pokazala kao uspješna pa ono postaje sve rjeđe.

Druga skupina sustava nastala je iz običajno odnosno tradicijski okrenutih kultura. Oni su temeljeni na zakonima etike (afričke i azijske) ili vjerskim običajima (hinduske i islamske) koji su ustanovili čvrste zakone u odnosima prema zemljištu. Kod ovih je sustava upravljanje zemljištem u rukama ustanova državne ili lokalne uprave kako bi se osiguralo učinkovito korištenje raspoloživih resursa.

Kako zemljište odnosno općenito nekretnine nije moguće premješati vlasništvo na nekretnini je vlasništvo određenog interesa na njoj. Interesi mogu uključivati pravo na kupnju (u nekim državama stranci ne mogu kupovati zemlju), i pravo da je prodaju ili daju u najam. Nadalje interesi mogu uključivati služnosti (kao pravo prolaza), prava plodouživanja i ograničenja kao hipoteke gdje su prava privremeno prenesena u zamjenu za posudbu novca ili je preneseno pravo prodaje u slučaju da dug nije vraćen na vrijeme. Interesi uključuju i pravo korištenja, često određeno propisima prostornog planiranja kao pravo gradnje. Ograničenja mogu biti određena i nepostojanjem prava, što je u konačnici negativno pravo.

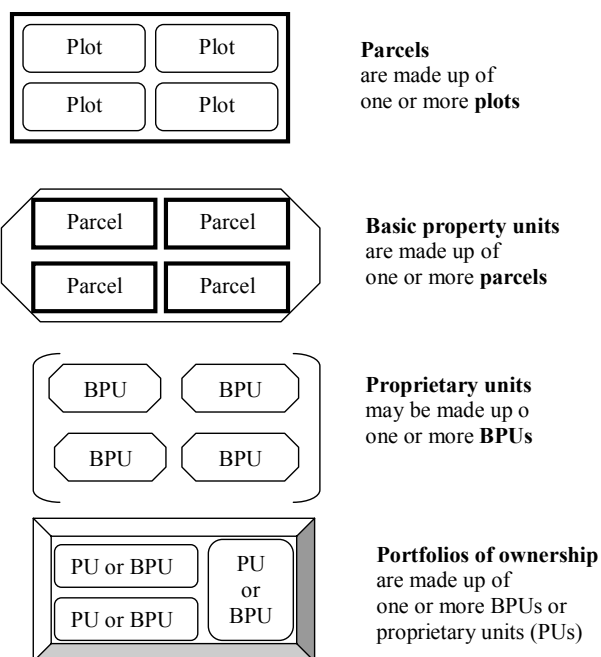
Sadržaj domene interesne strane katastra određuje način osnivanja njegove prostorne strane. Osnovna jedinica prostorne strane, katastarska čestica, nije fizički entitet već je određena protezanjem nekog prava. Hijerarhijsko razvrstavanje prava na nekretnini kao jednog od interesa daje (Zevenbergen 2004):

- prvo je najjače pravo u nekoj nadležnosti, kao vlasništvo,
- zatim su tu prava izvedena iz prethodne vrste gdje je nositelju prava dozvoljeno korištenje zemljišta u cijelosti, kao pravo uzgajanja životinja,
- pa onda prava koja nositelju omogućavaju neko manje značajno korištenje tuđeg zemljišta, kao pravo prolaza (tereti ili služnosti) i konačno
- prava osiguravanja gdje neko od prethodno navedenih prava može biti korišteno kao jamstvo, najčešće za bankovni kredit, a u obliku hipoteke.

Pravo dakle nije samo odnos njegova nosioca i nekretnine, već to umanjeno za eventualno postojeća ograničenja. Može se reći da ograničenja "izrezuju" dio prava.

2.3. Radna grupa za upravljanje zemljištem (WPLA)

U okviru UNECE (engl. *United Nations Economic Commission for Europe*) djeluje radna grupa koja se bavi sustavima za upravljanje podacima o zemljištu, WPLA (engl. *Working Party for Land Administration*). Jedna od publikacija koju je objavila, a bavi se učinkovitošću sustava za upis zemljišta, te nekretninama i posebno njihovim identifikatorima je "Smjernice za nekretnine i njihove identifikatore" (engl. *Guidelines on Real Property Units and Identifiers*) (UNECE 2004). U njoj je dan detaljni pregled evropskih katastara s pregledom njihovih sličnosti i razlika s gledišta kako prostorne tako i sastavnice za upravljanje interesima. Posebna podjela jedinica sustava, a koja čini osnovu dokumenta prikazana je na (Slika 6).



Slika 6. Podjela zemljišno-pravnih jedinica prema (UNECE 2004)

No mnogo važnije od pregleda stanja katastra u državama Europe je dio ovog dokumenta koji daje smjernice za unaprjeđenje postojećih (Hoffmann 2003, Hawerk 2001, Paasch 2004, Oosterom i Lemmen 1996) odnosno svrsishodno formiranje novih katastara. Zbog velike važnosti biti će ovdje citirane i komentirane one koje se odnose na jezgru modela katastra. U trećem dijelu publikacije nazvanom "Najbolji pristupi" (engl. *best practice*) između ostalog stoji:

Informacije o dijelovima katastarskih čestica koji se odnose na zone, zaštitu okoliša, vrstu tla, vegetaciju, poljoprivrednu proizvodnju, način uporabe zemljišta, mogu se staviti na raspolaganje korištenjem GIS tehnologije, usklađivanjem informacija iz različitih izvora te njihovim prikazom kao preklopa planova kada i ako je informacija potrebna. Ovo je bolje nego uvođenje dijelova katastarskih čestica u katastar jer postoji opasnost da velikom količinom podataka bude teško upravljati.

Općenito se kroz cijelu publikaciju proteže preporuka da katastar treba ograničiti na upravljanje podacima o interesima na nekretninama, dakle zemljištu i uz njega vezanim građevinama. Ostale podatke trebaju voditi druge, za to specijalizirane institucije, a katastar im mora omogućiti jednostavan i učinkovit pristup svojim podacima. Ovo je dodatno potvrđeno kroz:

... važno je da katastarske uprave na prvo mjesto stave upisivanje jedinica određenih vlasništvom, dakle katastarskih čestica i skupova katastarskih čestica, te da osiguraju da katastarski podaci mogu biti kombinirani s podacima iz drugih baza podataka. Naglašava se da niti jedan drugi činilac osim vlasništva (engl. freehold, leasehold) ne treba uzeti u razmatranje za definiciju katastarskih čestica, i da bilo koji katastar treba sadržavati ažurne podatke o svim postojećim katastarskim česticama.

Ponovljeno je dakle da se katastar treba baviti samo upravljanjem podacima o protezanju prava na nekretninama. Ovo se u ponešto promijenjenim formulacijama ponavlja još nekoliko puta ali ovdje više neće biti ponavljano. Još jedna rečenica navedena u preporukama važna je za ovaj rad, točnije za kasniji dio u kojem se definira model podataka:

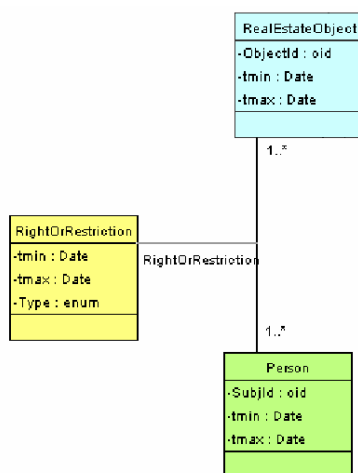
Katastarske čestice se trebaju mijenjati samo kroz procese određene propisima.

Posebno je važno prepoznati da se sve promjene u okviru katastra moraju događati temeljem nekog dokumenta. Ako se promjena odnosi na promjenu interesa na prostornoj jedinici koja se ne mijenja dokument će biti pravne prirode, dok će u slučaju i prostorne promjene biti potreban i geodetski dokument odnosno elaborat. U publikaciji su dane i smjernice za modeliranje identifikatora objekata kojima katastar upravlja, te je obrađeno i modeliranje građevina.

2.4. Model jezgre domene katastra

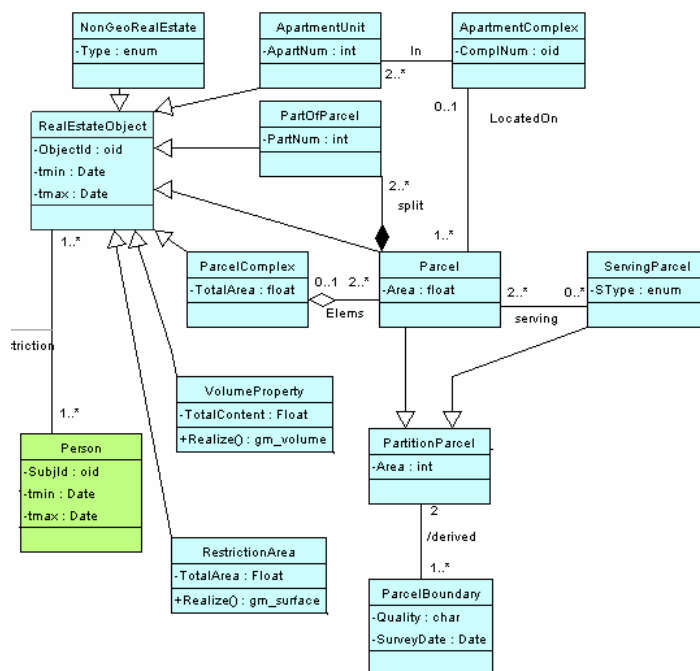
Razvoj Modela jezgre domene katastra (engl. *Core cadastral domain model / CCDM*) započeo je pojavom prve njegove verzije 2002. godine (Oosterom i Lemmen 2002). Svrha razvoja modela je izbjegavanje ponovljenog otkrivanja postojeće funkcionalnosti ali i otvaranje mogućnosti razmjene podataka između institucija u okviru ili čak i izvan okvira jedne države.

Zadnja verzija CCDM s cjelovitim (sastavljen od jednog dijela) dijagramom klasa predstavljena je u Brnu 2003. godine (Lemmen i dr. 2003). Pojedini paketi prikazani su na dijagramu u svrhu boljeg raspoznavanja različitim bojama. Osnova modela sadržana je u tri klase **Nekretnina**, **Interes** i **Osoba** s time da je **Interes** vezna klasa **Nekretnine** i **Osobe** (Slika 7). Iako ovdje korišten pojam (interes) nije odgovarajući prijevod u izvornom modelu korištenog pojma (engl. *Right or Restriction*) smisljeno ovo odgovara pa će i dalje biti korišten.



Slika 7. Osnova modela

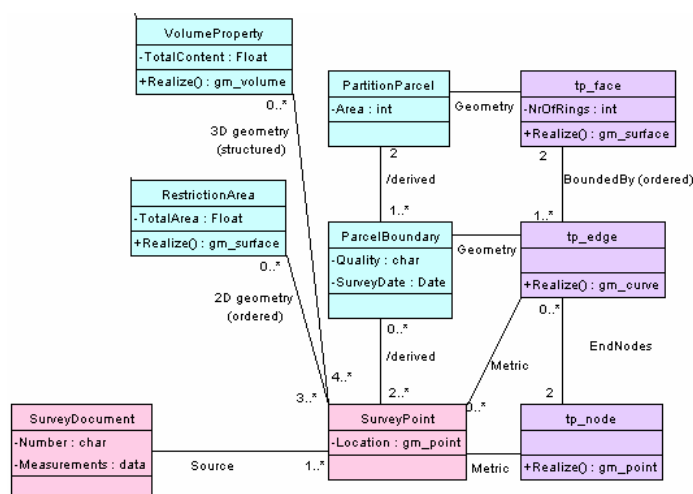
Prostorna strana jezgre sadržana je u apstraktnoj klasi **Nekretnina**. Specijalizacije klase **Nekretnina** (**DioČestice**, **Stan**, ...) su povezane s klasom **KatastarskaČestica** koja je također specijalizacija klase **Nekretnina**. **SlužnaČestica** (engl. *Serving Parcel*) uvedena je u model kao klasa s objektima koji na neki način "služe" nekom broju glavnih katastarskih čestica što može biti predstavljeno kao zajedničko vlasništvo tih katastarskih čestica. Obje ove klase nadalje su specijalizacije klase **ParticijskaČestica** koja je opet apstraktna klasa i jedina neposredno povezana s prostornim dijelom modela. Klasa **NeProstornaNekretnina** uvedena je u slučaju pojave nekretnine koja (još) nema određenu prostornu sastavnicu (Slika 8).



Slika 8. Nekretnina i specijalizije

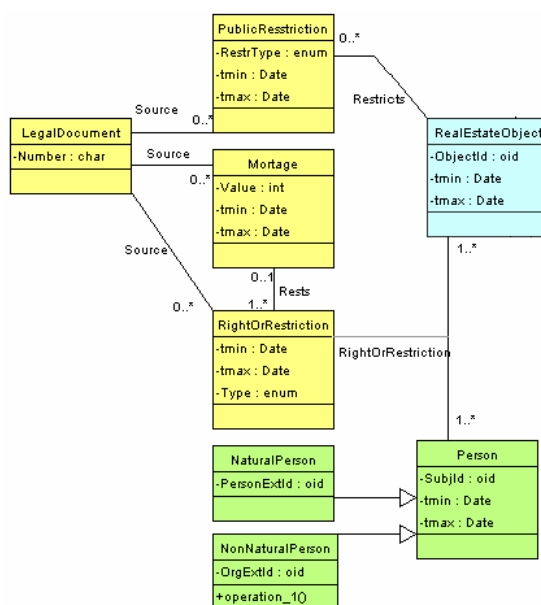
Klase **PodručjeOgraničenja** i **Volumen** nemaju svoju prostornu sastavnicu modeliranu temeljem ravninske particije već se uvode kao posebni sloj podataka. **PodručjeOgraničenja** obično neće biti određeno granicama katastarskih čestica nego će biti određeno neovisno od njih. Uvođenje takve klase u ravninsku particiju dodatno bi je opteretilo u kvantitativnom ali i kvalitativnom smislu. Određivanje područja zahvaćenog

nekim ograničenjem jednostavno se dobiva prostornim preklapanjem podataka dvaju slojeva. Volumen se može modelirati kao djelomično redundantni polieder s višestrukim neposrednim pokazivačima na **Točkelzmjere**. Prostorni dio sustava (geometrija i topologija) preuzeti su iz ISO 19107 međunarodne norme (Slika 9).



Slika 9. Geometrijske i topološke klase

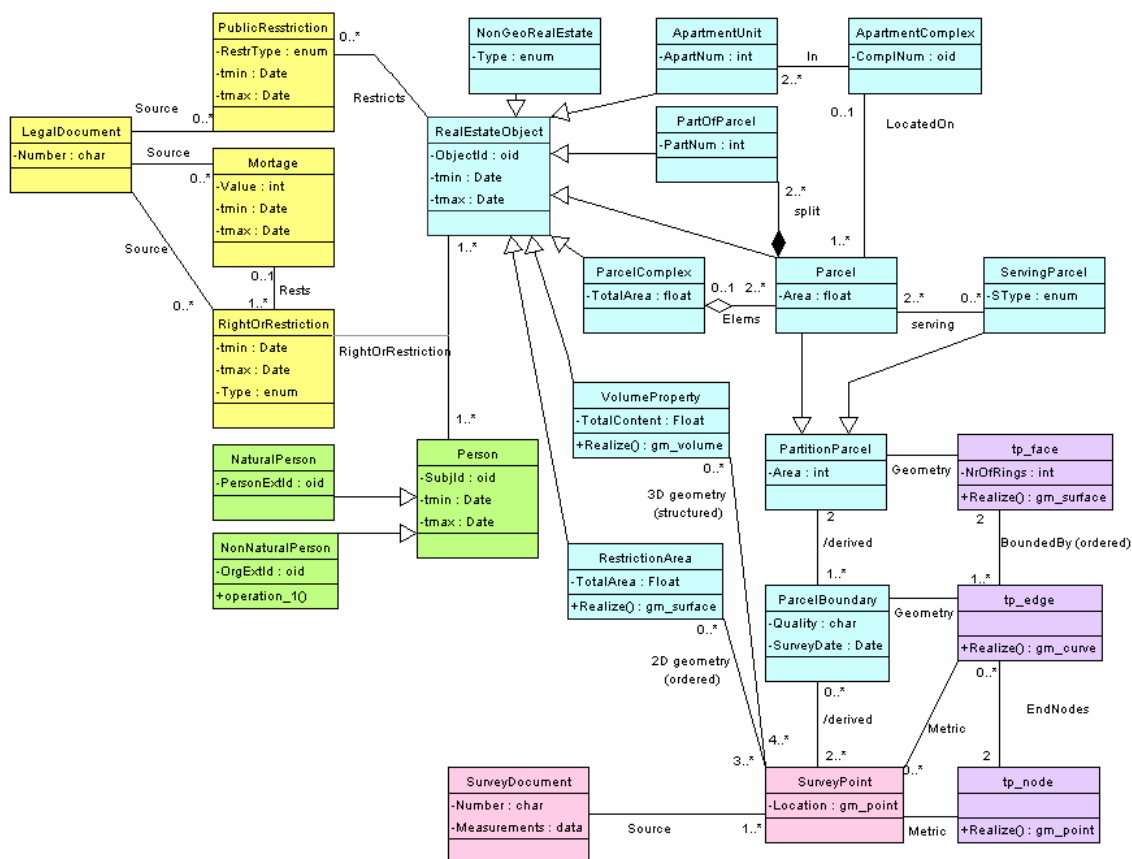
Pravna odnosno administrativna strana modela temelji se na apstraktnoj klasi **Interes** koja je vezna klasa između **Nekretnine** i **Osobe**. Njene specijalizacije koje predstavljaju različite vrste interesa između osoba i nekretnina. Svi interesi moraju u pozadini imati točno jedan dokument što je predstavljeno klasom **PravniDokument**. Posebni značaj hipoteke uvjetovao je uvođenje klase **Hipoteka**. **Hipoteka** nije posebni odnos između **Osobe** i **Nekretnine** nego je uvijek vezana uz neki drugi **Interes**. Klasu **JavnoOgraničenje** treba gledati sastavno s **PodručjeOgraničenja** koja će se koristiti kao njezina prostorna sastavnica. Opet posebnost ovdje je nepovezanost s nekim objektom iz klase **Osobe**. Specijalizacije klase **Osoba** ovdje su **PravnaOsoba** i **FizičkaOsoba** (Slika 10).



Slika 10. Klase interesa

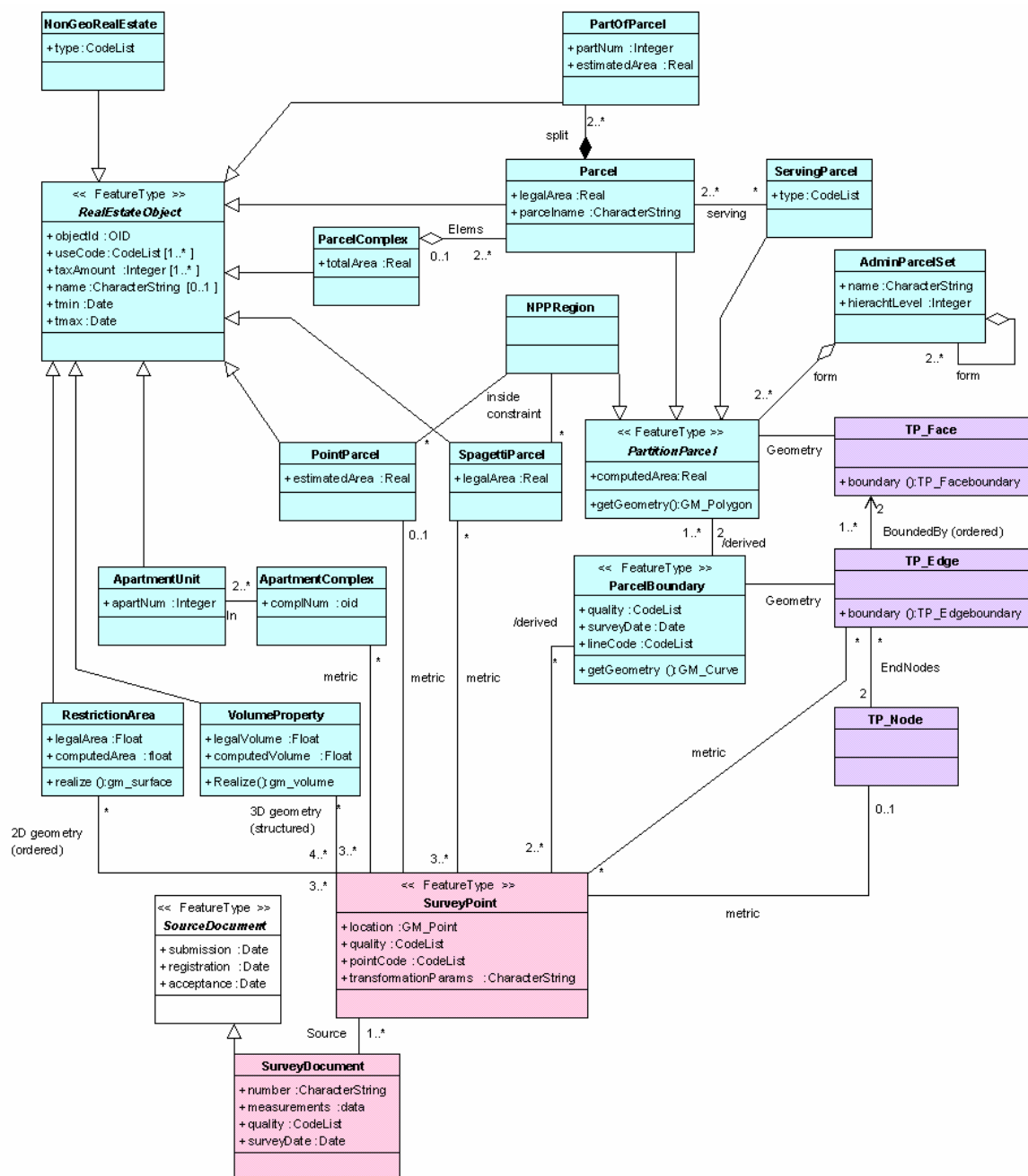
Iako ovaj dio modela nije detaljno razrađen priroda katastarskog sustava čini ga barem jednako važnim kao prostorni. Katastarska čestica nije fizička pojava već je određena granicama protezanja nekog interesa. Modeliranje **Interes** klase kao vezne uvjetuje uvođenje posebne klase za ograničenja koja nisu vezana uz osobu (**JavnoOgraničenje**). Ovo se može izbjeći uvođenjem apstraktne klase za osobe koje ne pripadaju u niti jednu od modeliranih specijalizacija, ili izbjegavanjem modeliranja klase **Interes** kao vezne. Ovo će biti određeno implementacijom i propisima.

U dinamičkom pogledu autori tvrde kako se u modelu nalaze i događajno-orijentirani i stanjima-orijentirani pristup. Pravni i geodetski dokumenti su događaji i oni su činioци u sustavu ali su njihovi učinci pohranjeni u stanjima objekata. Svakom promjenom ulaze u sustav novi dokumenti, a prijašnja stanja promijenjenih objekata bivaju spremljena. Konačno cjeloviti model uključuje sve prethodno opisane sastavnice (Slika 11).



Slika 11. Dijagram klasa prve verzije CCDM (Lemmen i dr. 2003)

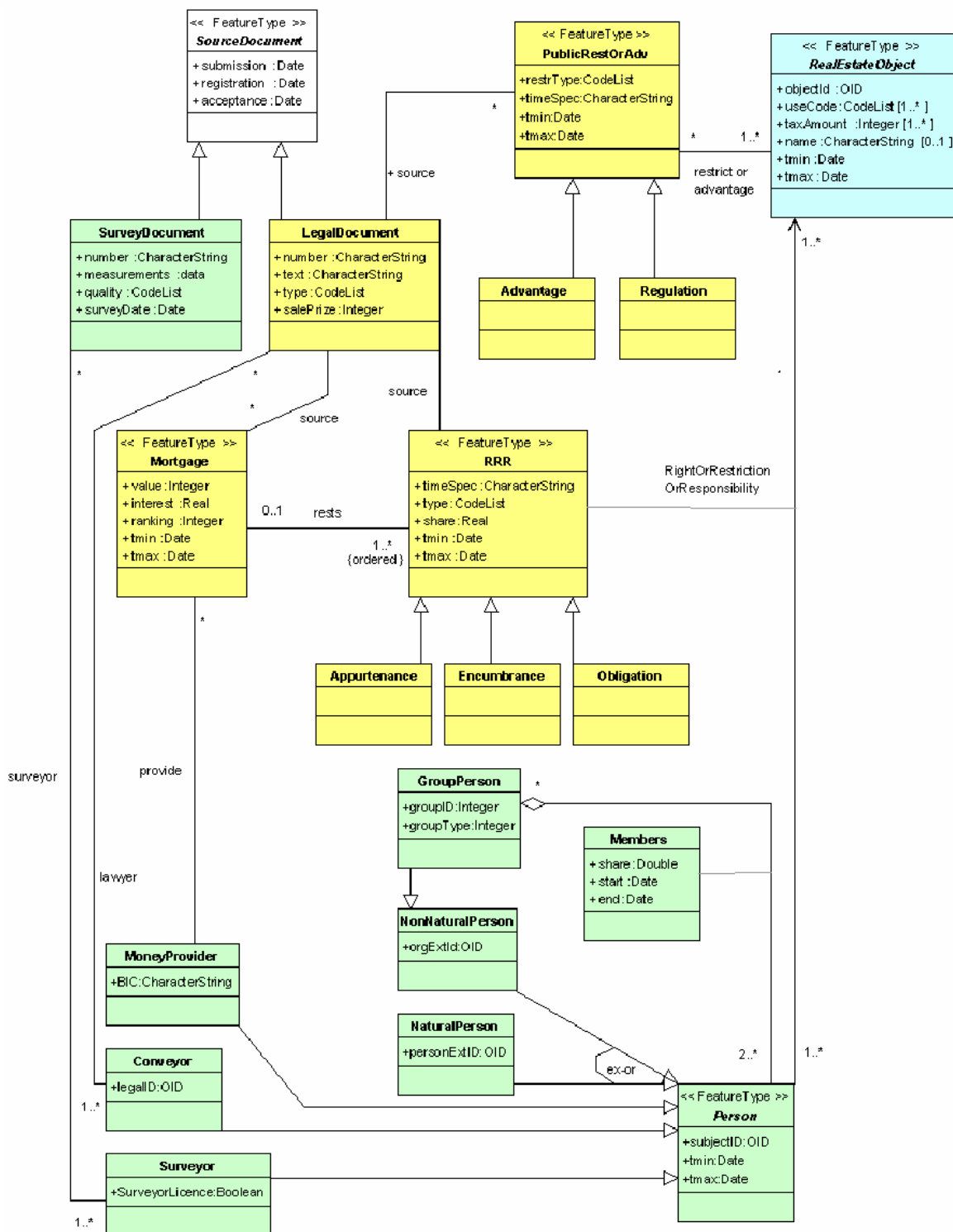
Iako u početku razvijan samo od strane nekolicine stručnjaka iz Nizozemske model je tijekom tri godine razvoja stekao značajnu popularnost pa je 2004 u Bambergu održan skup na kojem je bio najvažnija tema. Tu je predstavljena i nova verzija modela (Oosterom i dr. 2004), koja je temeljem novih saznanja naknadno poboljšana. Zadnja verzija modela predstavljena je u Kairu 2005. godine (Lemmen i dr. 2005). Zbog značajnijeg proširenja modela novim klasama u ovoj je verziji odvojenim dijagramom predstavljena prostorna sastavnica modela (Slika 12).



Slika 12. Prostorna strana najnovije verzije CCDM (Lemmen i dr. 2005)

Najznačajnije promjene ovdje su uvođenje drugih načina upravljanja prostornom sastavnicom podataka i proširenje na treću prostornu dimenziju. Često će katastarski sustavi tek u fazi stvaranja pokrivati manji dio područja nadležnosti pa se neće moći stvoriti ravninska particija za cijelo područje. Isto tako ekonomska moć države ili područja neće biti dostatna da osigura točnost i konzistentnost podataka, a htjeti će se imati barem nekakav upisnik zemljišta. U tim slučajevima prostorni se dio sustava može modelirati "špageti" modelom podataka ili čak samo jednom točkom. Za to su uvedene odgovarajuće klase.

Druga strana modela, ona za upravljanje interesima, prikazana je drugim dijagramom klasa (Slika 13).



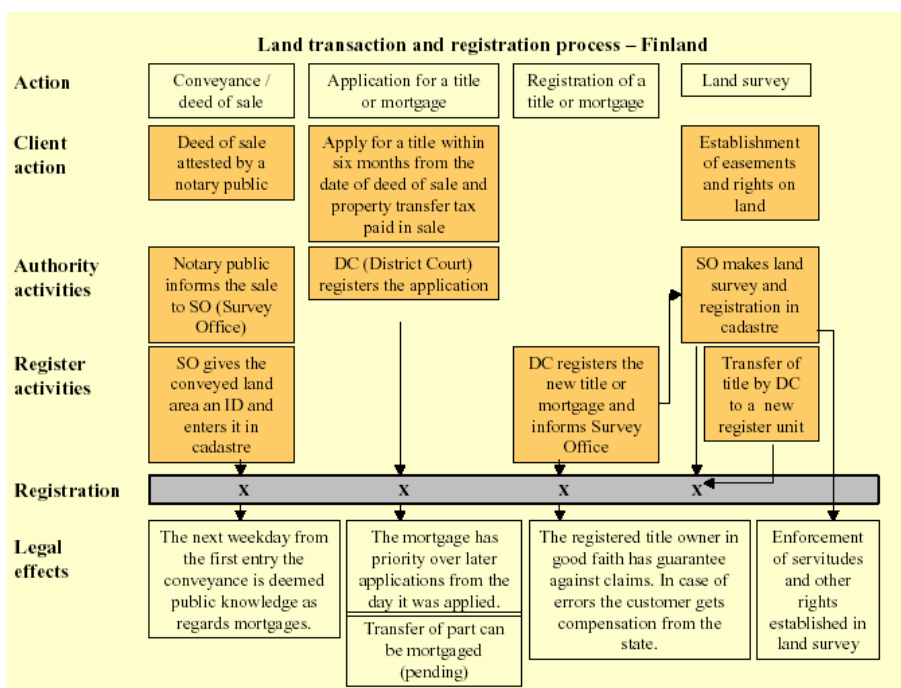
Slika 13. Pravna strana najnovije verzije CCDM (Lemmen i dr. 2005)

Najznačajnija proširenja ove strane modela ogledaju se u uvođenju koncepta prava ograničenja i odgovornosti (engl. *Rights, Restrictions and Responsibilities / RRR*). **JavnaOgraničenja** su i dalje vezana neposredno na Nekretninu, a nova apstraktna klasa RRR sada predstavlja vezu **Osobe** i **Nekretnine**. Iako je u ovom modelu još uvijek prisutna redundancija u pogledu služnosti (teret jedne je pravo druge nekretnine) trebalo bi težiti promjeni ovog.

2.5. Promjene u katastru

Procesi koji prevode podatke katastra iz jednog stanja u drugo definirani su propisima. Zakoni daju pravne okvire u kojima se moraju odvijati promjene, dok se kroz podzakonske akte definiraju pravila i konkretni postupci kojih se prilikom provođenja treba pridržavati.

Projekt evropskog zemljišnog informacijskog servisa (engl. *European Land Information Service / EULIS*) uspješno je završen u lipnju 2004. godine (URL2). Svrha projekta nije bila usklađivanje i standardizacija već detaljni opis podataka o nekretninama iz različitih država (Vahala 2002). U svrhu jednoznačnog opisivanja postupaka vezanih uz nekretnine razvijen na način grafičkog prikazivanja (Slika 14).



Slika 14. Prikaz postupka kod podjele katastarske čestice (Tiainen 2004)

Dublji ulazak u ovu problematiku ostvaren je u okviru inicijative opisane u slijedećem dijelu teksta. Također je za grafički prikaz korišten UML što odgovara suvremenim trendovima.

2.5.1. Inicijativa za suradnju u znanstvenom i tehničkom istraživanju (COST)

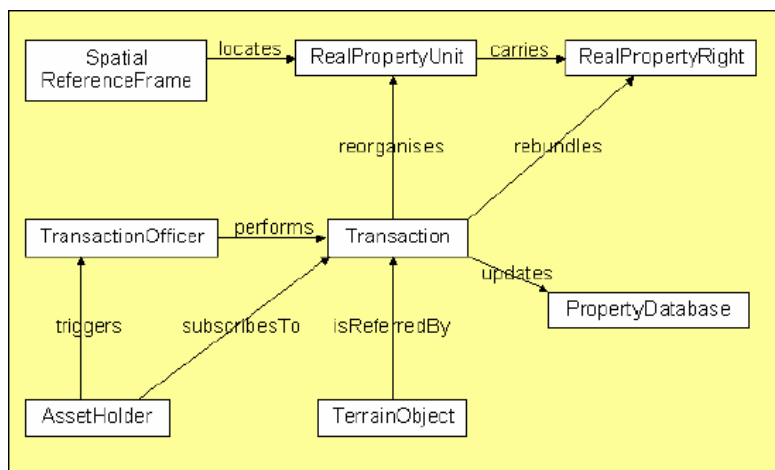
Osnovan 1971. godine COST (engl. *CO-operation in the field of Scientific and Technical Research*) je međudržavna inicijativa sa svrhom omogućavanja koordinacije nacionalnih znanstvenih istraživanja na evropskoj razini. Ona se temelji na akcijama (engl. *Action*) koje su mreže koordiniranih nacionalnih istraživačkih projekata u poljima koja su zanimljiva barem najmanjem broju (5) sudionika iz različitih država članica. Akcija s oznakom G9 nazvana modeliranje transakcija nekretnina (engl. *Modeling Real Property Transactions*) djeluje od 2001. godine, a Hrvatska na žalost nije uključena u njezin rad (URL1).

Prvi prijedlog katastarskih paketa detaljno je opisan u (Stubkjær 2003) vodeći se postavkama o svrsi odnosno funkciji katastarskog sustava određenim u (Zevenbergen 2002a):

- da služi vlasniku ili nosiocu drugog interesa kod reorganizacije interesa na nekretninama, prostornog protezanja na tog interesa ili oboje, dok

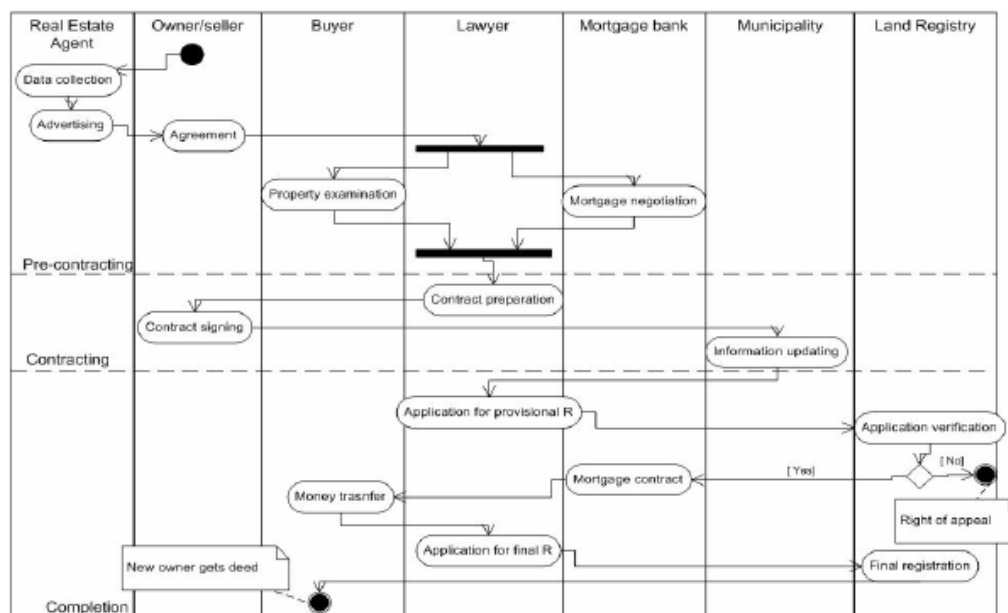
- štiti prava trećih osoba i
- održava službeni upisnik u konzistentnom i isplativom (engl. *cost effective*) stanju.

U izvornom tekstu pa i ovdje je korištena riječ reorganizacija pošto taj postupak uključuje promjenu interesa, uz vođenje računa o hipotekama, teretima, javnim ograničenjima i drugim činiocima koji na to utječu. Bez značajnijih promjena zadnja je verzija spomenutih paketa objavljena u (Zevenbergen i Stubkjær 2005) (Slika 15).



Slika 15. Osnovni paketi katastra prema (Zevenbergen i Stubkjær 2005)

Važni trend koji je nastao kroz djelovanje COST G9 je korištenje UML-a u modeliranju procesa u katastru (Šumrada 2001). Složenost postupka obavljanja transakcije uvjetuje potrebu za jasnim i nedvosmislenim modeliranjem i prikazom, za što je najpogodniji UML dijagram djelovanja (engl. *activity diagram*) (Slika 16).



Slika 16. Postupak podjele katastarske čestice (Vaskovich 2004)

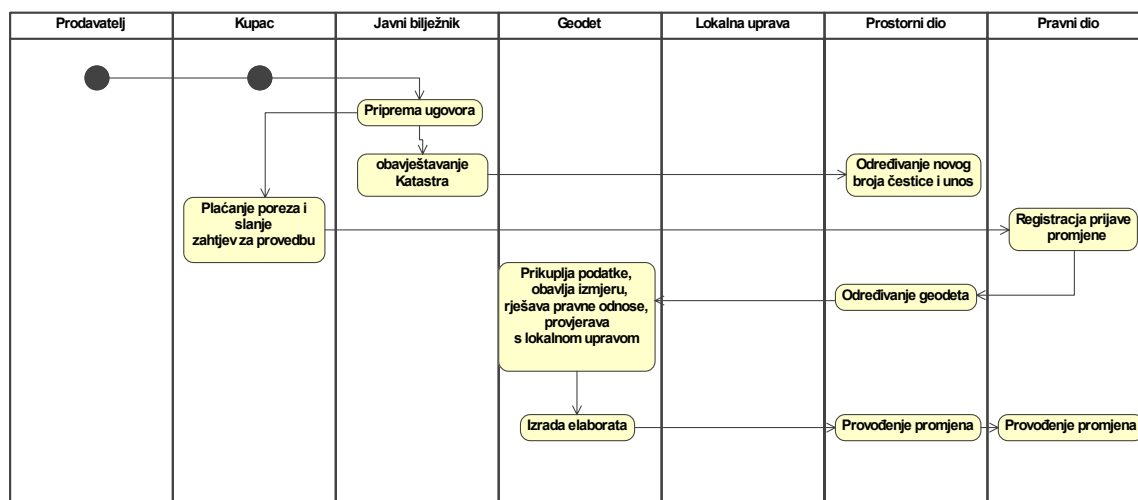
Važan zaključak ove inicijative je postojanje raznolikosti u postupcima kod reorganizacije podataka katastra uvjetovano tamošnjim propisima.

2.5.2. Procesi za provođenje promjena u katastru

Nacionalni ured za izmjeru Finske (engl. *National Land Survey of Finland (NLS)*) odgovoran je za održavanje prostornog dijela katastra u Finskoj. U ruralnim područjima javni službenici zaposleni u katastru obavljaju izmjere kod provođenja promjene stanja na zemljištu, a u gradovima su to djelatnici gradske uprave (Tuomaala i Uimonen 1998). Ministarstvo pravosuđa, kroz lokalne sudove upravlja pravnim podacima na zemljištu. Naslovi i hipoteke mogu se uspostavljati samo na objektima upisanim u katastru. Postupak provođenja promjene u Finskoj je (Tablica 1) i (Slika 17).

Tablica 1. Postupak provođenja promjene u Finskoj

Prodavatelj	se obraća javnom bilježniku.
Javni bilježnik	provjerava ugovor
Kupac	plaća porez i šalje zemljišnoj knjizi zahtjev za upisom naslova.
Pravni dio	provjerava dokumente i upisuje novog vlasnika.
Pravni dio	šalje odobrenje za provođenje promjene prostornom dijelu.
Prostorni dio	izabire ovlaštenog mjernika koji će obaviti podjelu katastarske čestice.
Ovlašteni mjernik	prikuplja sve potrebne podatke i procjenjuje konkretni slučaj.
Ovlašteni mjernik	obavlja terensku izmjeru.
Ovlašteni mjernik	rješava odnose s pravima koja su u nekom odnosu s konkretnom promjenom (hipoteka).
Ovlašteni mjernik	provjerava promjenu sa strane lokalne uprave (prostorno planiranje).
Ovlašteni mjernik	Priprema elaborat promjene.
Ovlašteni mjernik	predaje elaborat promjene u prostorni dio.
Prostorni dio	provodi promjene temeljem elaborata.
Prostorni dio	šalje potrebne podatke vlasniku i pravnom dijelu.
Pravni dio	provodi promjene.

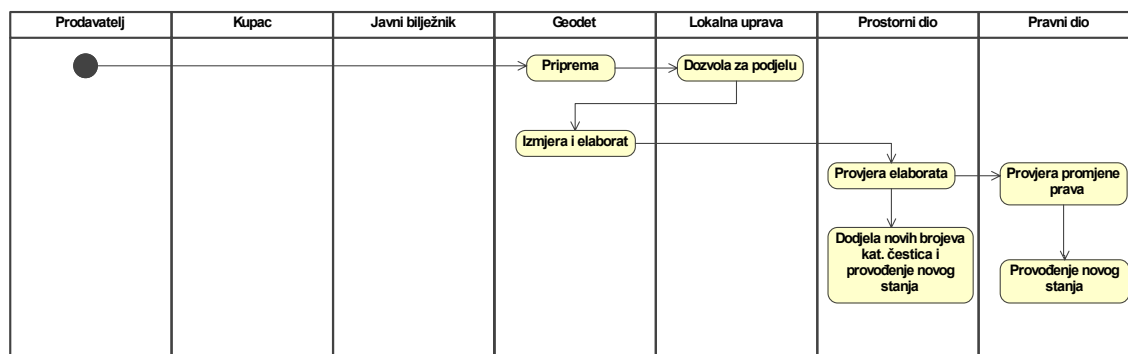


Slika 17. Postupak provođenja promjene u Finskoj

Slovenski katastarski sustav sastoji se od Katastra zemljišta kao prostornog dijela i Zemljišne knjige kao pravnog. Prema (Šumrada 2002) postupak u Sloveniji je (Tablica 2) i (Slika 18).

Tablica 2. Postupak provođenja promjene u Sloveniji

Prodavatelj	se obraća ovlaštenom mjerniku.
Ovlašteni mjernik	obavlja izmjeru i priprema elaborat promjene.
Geodetska komora	ovjerava elaborat.
Lokalna uprava	provjerava elaborat sa strane svoje nadležnosti (prostorno planiranje).
Prostorni dio	provjerava elaborat.
Prostorni dio	šalje elaborat pravnom dijelu.
Pravni dio	ažurira evidenciju ali bez broja katastarske čestice u novim zapisima.
Pravni dio	potvrđuje ispravnost elaborata prostornom dijelu.
Prostorni dio	daje nove brojeve katastarskih čestica i ažurira evidenciju.
Pravni dio	unositi nove brojeve katastarskih čestica.
Pravni dio	provodi promjene.

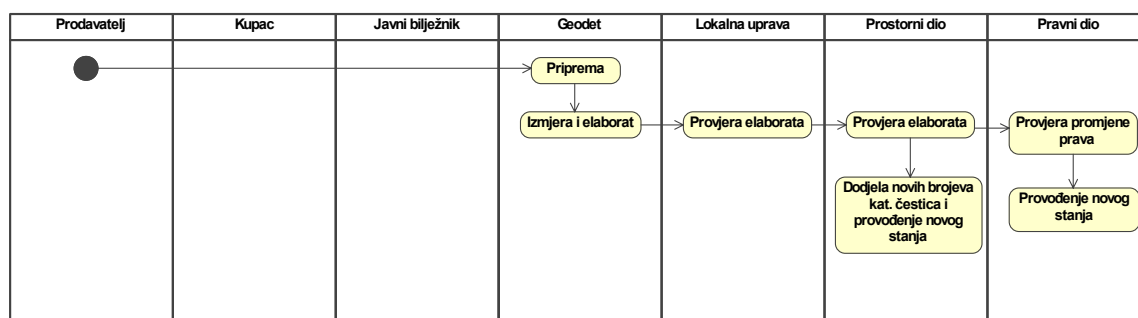


Slika 18. Postupak provođenja promjene u Sloveniji

Općenito je danski katastar sastavljen od Upisnika zemljišta (engl. *Land Register*) kao pravnog dijela i Katastarskog plana (engl. *the Cadastral Map*) kao prostornog koji je od 1997. godine u digitalnom obliku. Upisnik zemljišta sadrži podatke o površini, vlasničkim naslovima, obveznom načinu uporabe za poljoprivredu i šumarstvo i druge posebne podatke. Katastarski plan s podacima o mjerama čini pravnu osnovu za službeno određivanje granica imovine odnosno prava povezanih s njom. Podaci u Upisniku zemljišta se ažuriraju prijavama ovlaštenih mjernika (engl. *private chartered surveyors*). Postupak provođenja promjene je (Tablica 3) i (Slika 19).

Tablica 3. Postupak provođenja promjene u Danskoj

Prodavatelj	se obraća ovlaštenom mjerniku sa zahtjevom za podjelu.
Ovlašteni mjernik	prikuplja sve potrebne podatke i procjenjuje konkretni slučaj.
Ovlašteni mjernik	obavlja terensku izmjeru te prijedlog elaborata promjene ovjerava kod jedinica lokalne uprave.
Ovlašteni mjernik	rješava odnose s pravima koja su u nekom odnosu s konkretnom promjenom (hipoteka).
Lokalna uprava	provjerava elaborat sa strane svoje nadležnosti (prostorno planiranje).
Ovlašteni mjernik	predaje elaborat u prostorni dio.
Prostorni dio	provjerava elaborat, te nakon provjere izvješćuje ovlaštenog geodeta, lokalnu upravu i pravni dio o ispravnosti.
Prostorni dio	šalje potrebne podatke pravni dio.
Ovlašteni mjernik	priprema izjavu o rasporedu služnosti između nove i stare katastarske čestice.
Ovlašteni mjernik	šalje izjavu u o rasporedu služnosti pravni dio.
Pravni dio	provodi promjene.



Slika 19. Postupak provođenja promjene u Danskoj

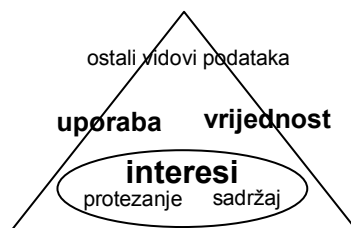
2.6. Rekapitulacija

U prethodnim poglavljima opisani su pokušaji definiranja katastra i procesa koji se odvijaju u katastru tijekom provođenja promjena napravljeni od strane nekih svjetski priznatih znanstvenika i međunarodnih organizacija.

Suvremeni pogledi na katastar definiraju ga kao sustav za upravljanje interesima, vrijednosti i načina uporabe zemljišta (Enemark 2003, Dale i McLaughlin 1999). Nešto drugačije stajalište zastupaju (FIG 1995, Henssen 1995) koji smatraju da je katastar sustav za upravljanje isključivo interesima na zemljištu. Bez obzira radi li se o širem pogledu koji teži višenamjenskom katastru ili više tradicijski okrenutom koji katastrom smatra sustav za upravljanje interesima, zemljišni interesi su osnova katastra.

Iako se svi slažu da je budućnost upravljanja zemljištem u višenamjenskim katastrima, također prepoznaju upravljanje zemljišnim interesima kao najvažniji njihov vid. Ovo je posebno izraženo u publikaciji "Smjernice za nekretnine i njihove identifikatore" (UNECE 2004) kroz koju se kao jedna od preporuka provlači poklanjanje posebne pažnje

zemljišnim interesima u katastru i zadržavanje (pod)sustava koji njima upravlja u nadređenom položaju u odnosu na ostale (Slika 20).



Slika 20. Hijerarhija podataka o zemljištu

U svijetu postoji toliko vrsta katastara koliko i nadležnosti za koje su oni osnovani odnosno ne postoje dva potpuno jednaka katastra (na primjer: EUROGI 2004). Ovo je uzrokovano tradicijskim nasljeđem, gospodarskom moći i društveno političkim uređenjem države ili njezina dijela. Ipak, neke se osnovne postavke mogu primijeniti na sve katastre, pa je 2002. godine pokrenuta inicijativa za razvoj modela jezgre domene katastra (Oosterom i Lemmen 2002). Prostorni dio katastra može se temeljiti na različitim načinima upravljanja podacima s prostornom sastavnicom, no ove su razlike ograničene i mogu se lako sagledati i sustavno prikazati. To je u okviru ove inicijative i učinjeno u najnovijoj verziji modela (Lemmen i dr. 2005). Interesi na zemljištu, posebno u pogledu stvarnih prava i svega oko njih, ovisni su o zakonodavstvu na snazi u nadležnosti za koju se sustav osniva. Neposredna posljedica ovog je puno šira lepeza njihovih vrsta i podvrsta pa se u inicijativi koja nastoji stvoriti univerzalno primjenjivi model mogu definirati samo glavne i općenite postavke. I ovo je napravljeno u okviru spomenute inicijative.

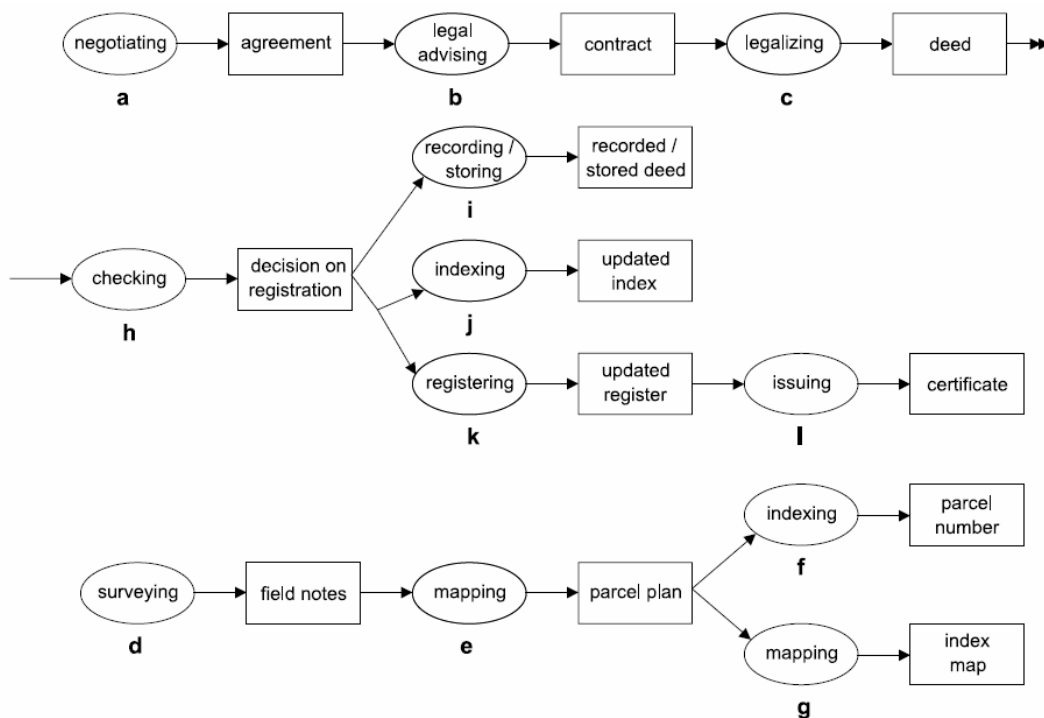
Katastar kao sustav za upravljanje interesima na zemljištu temeljen je na skupu propisa koji definiraju njegovo djelovanje, posebno u pogledu provođenja promjena u svrhu održavanja u stanju sukladnom stvarnosti. Nekoliko uvaženih svjetskih znanstvenika bavi se problemima koji se tiču transakcija na nekretninama, a udruženi su u COST G9 inicijativu. Model jezgre domene katastra bavi se razvojem statičkog modela podataka kojem je potrebno dodati model procesa kojima se oni prevode iz jednog stanja u drugo dakle mijenjaju. Ono što je ovdje najzanimljivije je prepoznavanje odnosa između promjene prostorne i opisne sastavnice interesa ili drugačije rečeno između interesa i granica njegova prostornog protezanja. Prostorna sastavnica interesa najčešće je katastarska čestica kao entitet koji određuje granice njegova protezanja. U slučaju da na prostornoj sastavnici nema promjena modeliranje promjena ograničeno je na opisnu sastavnicu što ovdje nije zanimljivo. No u slučaju da se i prostorna sastavnica mijenja, a prema opisima u (Zevenbergen 2002a, Stubkjær 2002, Arvanitis i Hamilou 2004) mogu se prepoznati dva osnovna pristupa procesu:

- obavlja se promjena (do neke razine završenosti) na granicama protezanja, a kada je to obavljeno slijedi promjena na sadržaju interesa (na primjer Danska i Austrija) ili
- na zahtjev nosioca interesa se obavlja promjena na sadržaju interesa (bez ili sa slabo definiranim prostornim protezanjem promjene), a kada je to obavljeno slijedi definiranje prostornog protezanja novog rasporeda interesa (na primjer Finska i Nizozemska).

U jednom i drugom pristupu uvodi se u sustav dozvoljena razina nekonzistentnosti zbog (djelomičnog) provođenja jednog ili drugog vida promjene. U tijeku provođenja procesa mijenjanja podataka katastra često je osim konzultiranja dijelova sustava ili podsustava potrebno konzultirati i druge državne institucije. Najčešći slučaj ovoga je potreba usklađivanja promjene s postavkama prostornog planiranja ali i drugim institucijama

nacionalne i lokalne državne uprave. Može se reći da je prije nego se promjena može odnosno smije provesti potrebno ispuniti određeni broj preduvjeta unutar ali i izvan sustava katastra.

U (Zevenbergen 2002a) prikazan je dijagram mogućih djelovanja i rezultata prilikom postupka provođenja promjene u Katastru (Slika 21).



Slika 21. Djelovanja i njihovi rezultati kod održavanja katastra (Zevenbergen 2002a)

Treći red (d-g) predstavlja postupak promjene prostornog dijela a može biti smješten neposredno nakon provjere dokumenata za upis ili prije nego što dokument za upis postane pravomoćan ili nakon što je upisan novi interes na prostorno ne definiranom dijelu nekretnine.

Modeliranje promjena

Katastarski sustavi prirodno su okrenuti događajima kao mehanizmu provođenja promjena. Razvrstavanje promjena te formalni model događaja koji njima upravljaju obrađeni su kako bi tvorili model dinamičkog katastra.

3. Formalizacija promjena

Katastar je sustav za upravljanje zemljišnim interesima i drugim podacima o zemljištu. Granice protezanja zemljišnih interesa definiraju prostorne entitete sustava najčešće nazvane katastarske čestice. Često se za prostorni dio sustava osnovanog za neku nadležnost bira ravninska particija kao skup topoloških odnosno geometrijskih objekata koji se pokoravaju skupu precizno definiranih pravila. Promjene elemenata ravninske particije pokoravaju se podskupu navedenog skupa pravila i osnova su razvrstavanja promjena opisanog u slijedećem dijelu disertacije.

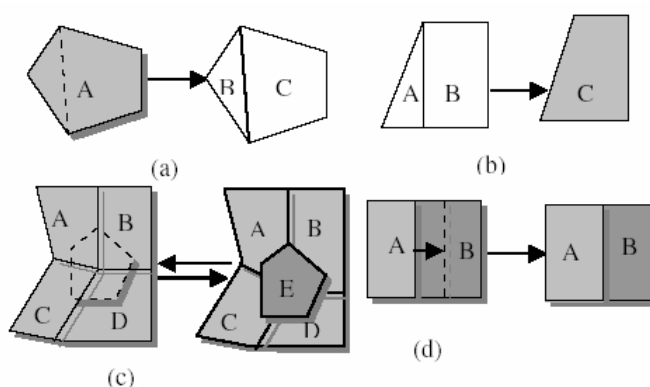
3.1. Pregled dosadašnjih radova

U svom radu (Mioc i dr. 1998) razvijaju pristup upravljanju promjenama s Voroni podatkovnom strukturom kao temeljnim pristupom. Nadalje postoji nekoliko pristupa modeliranju i razvrstavanju prostornih promjena s teoretskom osnovom na topološki strukturiranim podacima (Egenhofer i dr. 1989, Frank i Kuhn 1986). Ipak svi nabrojani pristupi ne razmatraju posebnosti katastarskih podataka.

Određenije opisuju podjelu zemljišta (Claramunt Thériault 1996) te spominju kako se postupak preraspodjele zemljišta ne može modelirati kao prvo spajanje, a zatim podjela zbog mogućih problema s zadržavanjem identiteta nekih objekata i gubljenjem sadržaja promjene.

U postojećoj znanstvenoj literaturi mogu se pronaći tek nekoliko razvrstavanja mogućih promjena na površinama koje predstavljaju katastarske čestice. Tako (Zhou i dr. 2004) spominju četiri vrste promjene:

- podjela (engl. *split*) - a,
- spajanje (engl. *union*) - b,
- preraspodjela (engl. *reallocation*) - c,
- promjena zajedničke granice (engl. *modification of the common border*) - d (Slika 22).

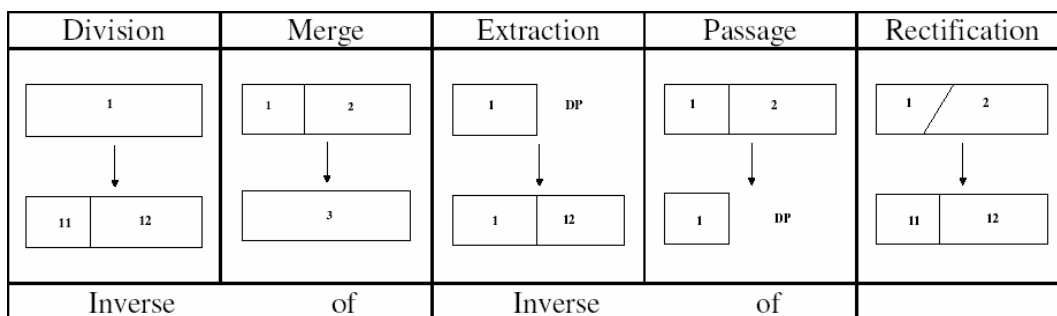


Slika 22. Vrste promjena na katastarskim česticama prema (Zhou i dr. 2004)

Opisano razvrstavanje nije potkrijepljeno nekim geometrijskim niti topološkim pravilima koja bi određivala načine održavanja konzistentnosti podataka prilikom provođenja promjena.

Francuski katastar ponešto je drugačiji od klasičnih evropskih. Katastar u Francuskoj upravlja podacima o zemljištu u privatnom vlasništvu, dok zemljište u državnom vlasništvu nije upisano (Sperry i dr. 1999). Jednostavne promjene su u tom radu definirane kao:

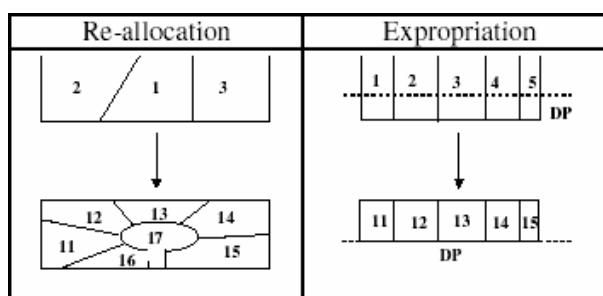
- podjela,
- spajanje,
- izdvajanje,
- prijelaz i
- popravljjanje (Slika 23).



Slika 23. Jednostavne vrste promjena na katastarskim česticama prema (Sperry i dr. 1999)

Ovdje su posebne vrste promjena "izdvajanje" i "prijelaz" odnose se na vlasništvo države pa je "izdvajanje" izdvajanje zemljišta iz državnog vlasništva i prijelaz u privatno, a "prijelaz" obrnuto dakle prijelaz zemljišta iz privatnog u državno vlasništvo. Ove su dvije posebne promjene francuskog katastra u stvari stvaranje i uništavanje katastarskih čestica bez očuvanja njegove cjelovitosti. Složene promjene su nadalje:

- preraspodjela i
- izvlaštenje (Slika 24).



Slika 24. Složene vrste promjena na katastarskim česticama prema (Sperry i dr. 1999)

Kao i u prethodnoj u ovoj podjeli nema teoretske osnove ili geometrijskih odnosno topoloških zakonitosti za održavanje konzistentnosti podataka. Zanimljivo je i da "izdvajanje" i "prijelaz" krše pravila konzistentnosti ravninske particije, pa ona u svojem izvornom obliku ne može biti primijenjena. "Popravljjanje" odgovara "promjeni zajedničke granice" kod (Zhou i dr. 2004).

U svojoj doktorskoj disertaciji (Al-Taha 1992) prepoznaje geometrijske promjene u katastru, kao:

- spajanje i podjelu te
- promjene u veličini i obliku,
- susjednosti i
- elementima granica nekretnina.

Kako je u spomenutoj disertaciji detaljno obrađena pravna strana američkog katastarskog sustava temeljenog na upisu isprave (engl. *deed recording*) autor nije detaljno analizirao prostorne promjene katastarskih čestica.

3.2. *Prostorne promjene*

Prostorna sastavnica katastra temeljena je na ravninskoj particiji (engl. *planar partition*) ili nekom manje određenom modelu nepravilne podjele prostora.

3.2.1. **Razvrstavanje prostornih promjena u ravninskoj particiji**

Većina klasičnih parcelarnih katastara (ali na primjer ne i francuski) svoj prostorni dio, bez obzira bio vođen digitalnom ili analognom tehnologijom, temelji na ravninskoj particiji. U literaturi s engleskog govornog područja može se naći i naziv geometrijska particija (engl. *geometric partition*) (Molenaar 1998), ili ravninska mapa (engl. *planar map*) (Flato i dr. 2000), ali svi podrazumijevaju istu definiciju. Ravninska particija površine je skup površina takvih da im se unutrašnjosti ne sijeku i da je njihova unija jednaka unutrašnjosti izvorne površine. Topološku osnovu ravninske particije čini ravninski graf. Ostvarenje svakog čvora grafa je točka particije, ostvarenje brida linija i ostvarenje petlje grafa je površina particije. Prostorni informacijski sustav (katastar) označimo sa S . Sada je, kao u (Molenaar 1998), prostorna sastavnica S predstavljena s

$$GEOM(S) = \{G_S, P_S\} = \{\check{C}_S, B_S, P_S\}$$

gdje je G_S ravninski graf od S , \check{C}_S skup svih čvorova od S , B_S skup svih bridova od S i P_S skup svih petlji od S . Promjene koje utječu na prostorni dio katastra možemo razvrstati obzirom na način utjecaja na ravninski graf particije. Dodavanjem čvorova između postojećih stvoriti će se i novi bridovi, no bez promjene u količini petlji u sustavu. Osim stvaranja novih mogu postojeći topološki elementi nestati odnosno biti uklonjeni iz S , ponovno uz očuvanje količine petlji. Promjene ovakve vrste nazovimo "topološke prvog reda". Češće će se pojavljivati promjene kod koji se uz stvaranje novih čvorova i bridova, ili nestajanje postojećih mijenja i količina petlji u S . Ovo su "topološke promjene drugog reda". Osim promjena kod kojih se mijenja omjer čvorova, bridova i petlji u S odnosno odnosi u ravninskom grafu, postoje i one kod kojih je ovo konstantno. Ovdje se mijenjaju samo čisto geometrijska svojstva sustava, u cijelosti sadržana u koordinatama ostvarenja čvorova, točkama. Takve promjene nazovimo "geometrijske". Konačno se može promjene u prostornoj sastavnici katastra temeljenog na ravninskoj particiji svrstati u tri grupe i to:

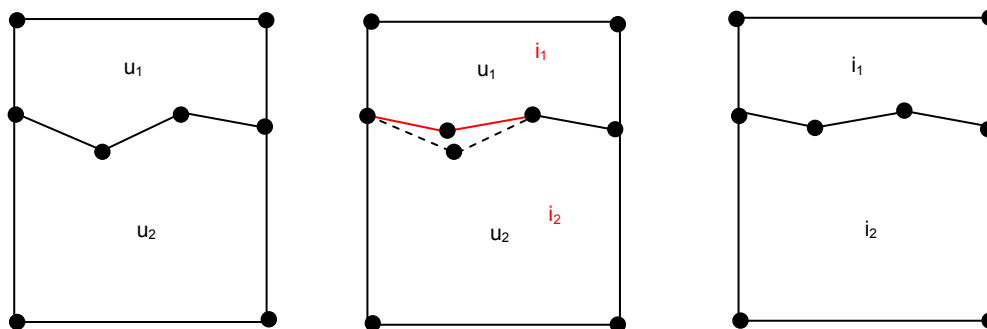
- geometrijske (promjene geometrije),
- topološke prvog reda (promjene ravninskog grafa) i
- topološke drugog reda (promjene petlji).

Jedno od svojstava ravninske particije je potpuna pokrivenost područja za koje je formirana. Kako bi se to svojstvo očuvalo područje zahvaćeno promjenom nakon

promjene mora biti potpuno pokriveno kao i prije promjene. Ako skup petlji koje ulaze u promjenu označimo s $U \{u_1, \dots, u_n\}$, a skup nakon promjene $I \{i_1, \dots, i_m\}$ onda mora biti:

$$\sum_1^m i = \sum_1^n u$$

Najjednostavnije promjene su geometrijske zbog neprisustva bilo kakvog utjecaja na ravninski graf odnosno količinu petlji. Promjene koje se ovdje događaju ograničene su na položaj točaka u referentnom koordinatnom sustavu (Slika 25).

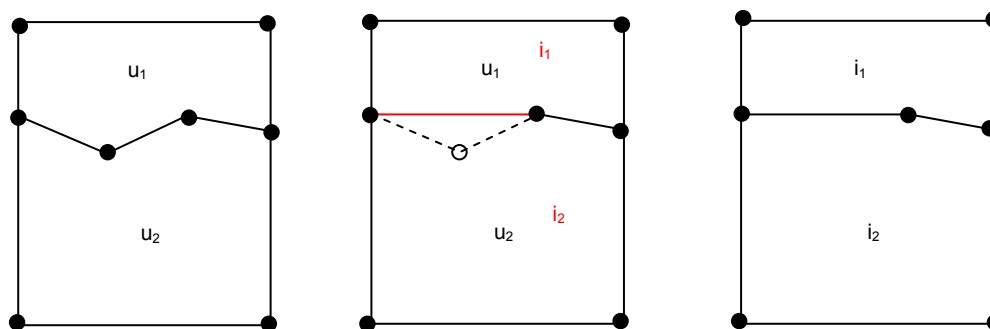


Slika 25. Pomicanje točke - geometrijska promjena

Promjene ovakve vrste u katastru nastaju na primjer kod ponovljenog točnijeg određivanja koordinata točaka prilikom izmjere ili kod poboljšanja katastarskog plana (Ročić i dr. 1997). Kao što je rečeno topološke promjene prvog reda ne mijenjaju količinu petlji. Uz zadovoljavanje uvjeta konzistentnosti na razini ravninskog grafa možemo ovdje promjene promatrati ograničeno na čvorove i bridove. Definicija geometrijske promjene je:

Definicija 3.1: Geometrijska promjena je onakva promjena nakon koje je skup $\{G_S, P_S\}$ nepromijenjen.

Primjer topološke promjene prvog reda nastaje uklanjanjem jednog čvora iz \check{C}_S što uzrokuje spajanje dvaju bridova kojima je on granica (Slika 26).



Slika 26. Uklanjanje čvora i zamjena bridova u grafu - topološka promjena prvog reda

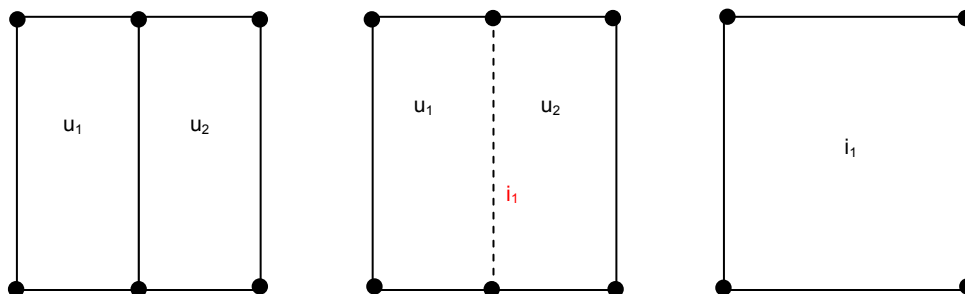
Promjene u ravninskom grafu su se ovdje vidljivo dogodile. Promjena je u geometrijskom smislu predstavljena trokutom dakle iznos oduzet jednoj petlji odgovara onom dodanom drugoj. Zasigurno je stoga:

$$i_1 + i_2 = u_1 + u_2$$

Definirajmo sada i topološku promjenu prvog reda.

Definicija 3.2: Topološka promjena prvog reda je onakva promjena nakon koje je P_S nepromijenjen.

Razmotrimo prvo jednostavan primjer s dvije ulazne petlje i jednostavne promjene spajanja (Slika 27).

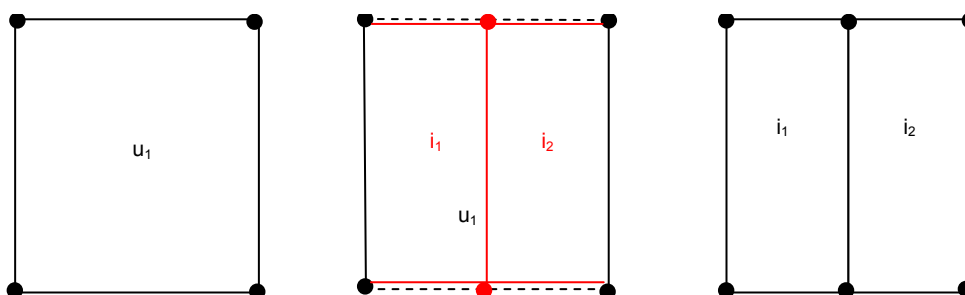


Slika 27. Spajanje dvije petlje - topološka promjena drugog reda

Prethodno postavljeni uvjet ovdje je lako zadovoljiti jer su ulazni dijelovi cijele petlje:

$$i_1 = u_1 + u_2$$

No već kod jednostavne podjele petlje na dva dijela stvar je nešto složenija (Slika 28).



Slika 28. Jednostavna podjela petlje - topološka promjena drugog reda

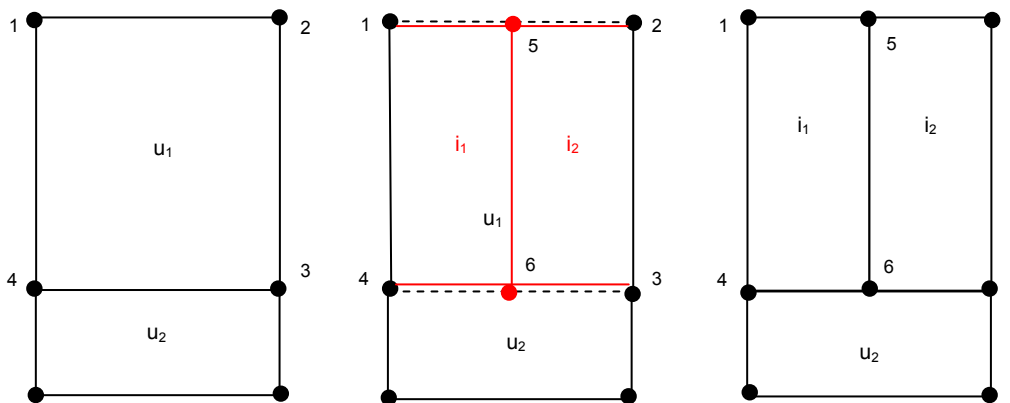
Ako petlje nastale promjenom označimo kao:

$$i_1 = \partial u_1^1, \quad i_2 = \partial u_1^2 \quad \text{gdje je} \quad \partial u_1^1 + \partial u_1^2 = u_1$$

pri čemu donji indeks označava petlju, a gornji dio petlje možemo napisati:

$$i_1 + i_2 = u_1 \quad \text{odnosno} \quad i_1 + i_2 = \partial u_1^1 + \partial u_1^2.$$

Kako bi prikazali jednu važnu vrstu promjene ponovimo gornji primjer s dodanom jednom petljom iz okoline u_1 (Slika 29).

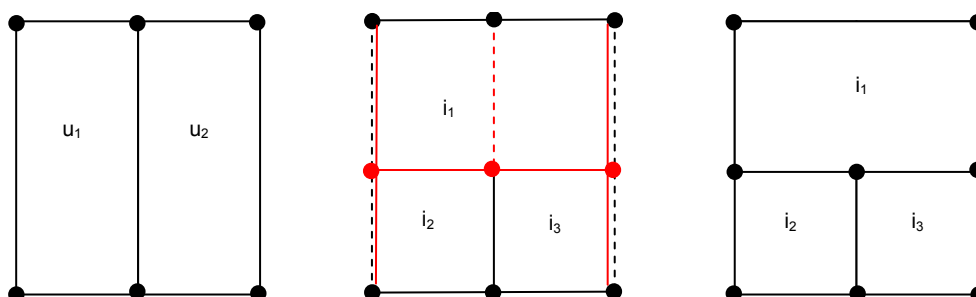


Slika 29. Utjecaj podjele petlje na susjednu petlju

Čisto geometrijski gledano, dakle kroz ostvarenje topologije, objekt kojeg u ravninskom grafu predstavlja petlja u_2 nije se promijenio. Linija koja spaja točke t_3 i t_4 (ostvarenja č3 i č4) ostala je i dalje ravna. Ostvarenje čvora č6 samo je jedna od točaka koje se nalaze na liniji između točaka t_3 i t_4 . Promjena se u topološkom smislu, dakle na petlji svakako dogodila, jer je brid koji spaja čvorove č3 i č4 zamijenjen s dva nova između č3 i č6 te č6 i č4. Uvedimo sada definiciju

Definicija 3.3: Petlja čiji su bridovi podijeljeni čvorovima takvim da ostvarenje tih čvorova leži na ostvarenju bridova koje su podijelili kažemo da je geometrijski konstantno promijenjena.

U prethodnom su primjeru izlazne petlje sastavljene od dijelova samo jedne ulazne petlje. Složeniji oblik topološke promjene drugog reda uključuje izlazne petlje koje nastaju spajanjem dijelova više ulaznih petlji (Slika 30).



Slika 30. Nova petlja sastavljena od dijelova drugih petlji - topološka promjena drugog reda

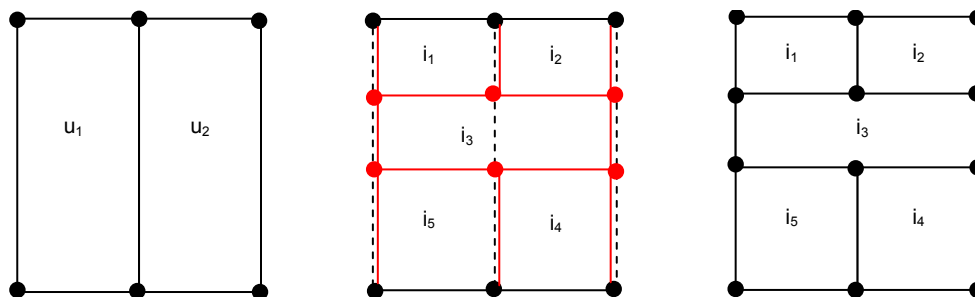
Sada je:

$$i_1 = \partial u_1^1 + \partial u_2^1, \quad i_2 = \partial u_1^2, \quad i_3 = \partial u_2^2 \quad \text{gdje je} \quad \partial u_1^1 + \partial u_1^2 = u_1 \quad \text{i} \quad \partial u_2^1 + \partial u_2^2 = u_2$$

pa je:

$$i_1 + i_2 + i_3 = u_1 + u_2 \quad \text{odnosno} \quad i_1 + i_2 + i_3 = (\partial u_1^1 + \partial u_2^1) + \partial u_1^2 + \partial u_2^2.$$

U prethodnom primjeru je od svake od ulaznih petlji odvojen dio, na način da ostatak ostane jedna cjelina. Od tih odvojenih dijelova načinjena je onda nova petlja. Poseban slučaj topološke promjene drugog reda nastaje kada se ulazna petlja nakon odvajanja sastoji od više dijelova (Slika 31).



Slika 31. Preraspodjela petlji - topološka promjena drugog reda

Izlazne petlje su sada:

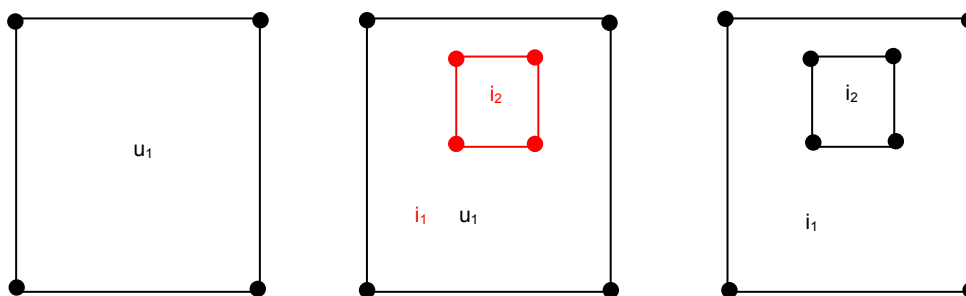
$$i_1 = \partial u_1^1, i_2 = \partial u_2^1, i_3 = \partial u_1^2 + \partial u_2^2, i_4 = \partial u_2^3, i_5 = \partial u_1^3 \text{ gdje je}$$

$$\partial u_1^1 + \partial u_1^2 + \partial u_1^3 = u_1 \text{ i } \partial u_2^1 + \partial u_2^2 + \partial u_2^3 = u_2.$$

sada imamo

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5 = u_1 + u_2 \text{ ili } i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5 = \partial u_1^1 + \partial u_2^1 + (\partial u_1^2 + \partial u_2^2) + \partial u_1^3 + \partial u_2^3.$$

Ravninski graf predstavlja skup međusobno povezanih petlji. Pojavljivanje unutarnjih granica površina u obliku odvojenih pod-grafova predstavlja novu vrstu promjene. Posebna vrsta promjene odnosi se na broj odvojenih pod-grafova ravninskog grafa. U ostvarenju se ovo očituje kao nastajanje ili nestajanje unutarnjih granica u površinama (Slika 32).



Slika 32. Stvaranje unutarnje granice petlje - topološka promjena drugog reda

Dakle ovdje je uz jednu novu petlju nastao i jedan unutarnji prsten ulazne petlje, odnosno odvojeni pod-graf. Kako se teorija grafova bavi samo proučavanjem spojenih grafova ovaj je slučaj poseban.

$$i_1 = \partial u_1^1, i_2 = \partial u_1^2 \text{ gdje je } \partial u_1^1 + \partial u_1^2 = u_1$$

možemo napisati:

$$i_1 + i_2 = u_1 \text{ odnosno } i_1 + i_2 = \partial u_1^1 + \partial u_1^2.$$

Time su obrađene sve vrste promjena koje se mogu dogoditi u S. U svrhu formaliziranja potrebno je moguće načine promjene razvrstati (Tablica 4). Uz razvrstavanje obavljeno je ispitivanje zadovoljavanja Eulerove formule (prije i nakon promjene) za pojedine slučajeve kako bi se prepoznale promjene na pojedinim skupovima elemenata (čvorovi, bridovi i petlje). Kako Eulerova formula u svom standardnom obliku:

$$\check{C}-B+P=2$$

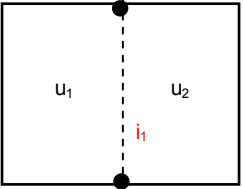
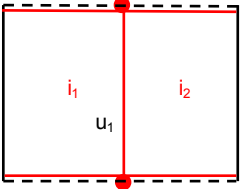
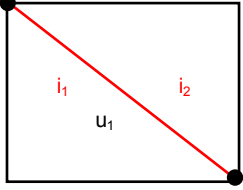
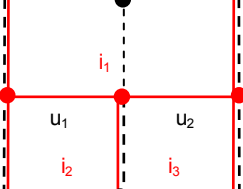
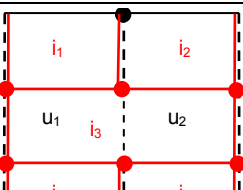
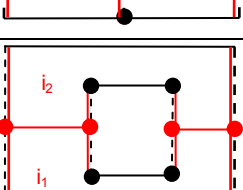
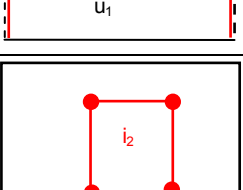
gdje je \check{C} broj čvorova, B bridova i P broj petlji u grafu ne vrijedi za slučaj nepovezanih grafova korištena je u slučajevima 3.6 i 3.7 njena prilagodba (Molenaar 1998):

$$\check{C}-B+P=K+1$$

gdje je K broj odvojenih podgrafova.

Tablica 4. Razvrstavanje promjena

br.	Vrsta	Euler prije Euler nakon	Ulazne petlje	Izlazne petlje	Naziv	Napomena	čvor nastaje ● čvor nestaje ○ čvor ostaje ● brid nastaje — brid nestaje - - - ulazna petlja u_2 izlazna petlja i_2
		Promjene na					
1.1	Geometrijska	T_s	,	,	Poboljšanje točke	Mijenjaju se samo koordinate točke, a sve ostalo ostaje isto	
2.1	Topološka I reda	8-9+3=2 7-8+3=2	,	,	Ravnanje granice	Ako nestaje čvor, što je ovdje slučaj, nestaju i svi bridovi kojima je on granica. Znači da je ovo dozvoljeno samo ako je čvor granica točno dvama bridovima.	
2.2	Topološka I reda	7-8+3=2 8-9+3=2	,	,	Ispravljanje granice		
2.3	Topološka I reda (geometrijski konstantna)	7-8+3=2 8-9+3=2	,	,	Točka na liniji	Ovaj slučaj sam za sebe nema svrhu, već nastaje kada se dijeli susjedna petlja.	

3.1	Topološka II reda	$6-7+3=2$ $6-6+2=2$	ne ostaje	od cijelih ulaznih	Spajanje		
		B_s, P_s					
3.2	Topološka II reda	$4-4+2=2$ $6-7+3=2$	ostaje jedan dio	od jednog dijela	Podjela		
		\check{C}_s, B_s, P_s					
3.3	Topološka II reda	$4-4+2=2$ $4-5+3=2$	ostaje jedan dio	od jednog dijela	Podjela	Ovo je poseban način podjele kada se ne pojavljuju novi čvorovi, već novi brid nastaje između postojećih. Ako u okviru petlje koja se dijeli nama rupa podjela se može obaviti najviše jednim bridom.	
		B_s, P_s					
3.4	Topološka II reda	$6-7+3=2$ $9-11+4=2$	ostaje jedan dio	od više dijelova	Prelazak dijela (odvajanje)		
		\check{C}_s, B_s, P_s					
3.5	Topološka II reda	$6-7+3=2$ $12-16+6=2$	ostaje više dijelova	od više dijelova	Preraspodjela		
		\check{C}_s, B_s, P_s					
3.6	Topološka II reda	$8-8+3=(2+1)$ $12-14+4=2$	ostaje jedan dio	od jednog dijela	Podjela	Posebnost ovog slučaja ogleda se u tome da nestaje odvojena petlja u grafu, odnosno geometrijski nestaje rupa u površini. Eulerova formula u klasičnom obliku ovdje ne vrijedi prije promjene, a vrijedi nakon promjene	
		\check{C}_s, B_s, P_s					
3.7	Topološka II reda	$4-4+2=2$ $8-8+3=(2+1)$	ostaje jedan dio	od jednog dijela	Izdvajanje	Posebnost ovog slučaja ogleda se u tome da nastaje odvojena petlja u grafu, odnosno geometrijski nastaje rupa u površini. Eulerova formula u klasičnom obliku ovdje ne vrijedi nakon promjene, a vrijedi prije promjene.	
		\check{C}_s, B_s, P_s					

3.2.2. Osvrt na sustave koji nisu temeljeni na ravninskoj particiji

Osnovna razlika ovih i sustava temeljenih na ravninskoj particiji je u očuvanju količine ulaznog i izlaznog područja. Ovdje dakle katastarske čestice nastaju tamo gdje prije nije bilo ničega. Ovdje se mogu pojaviti sve opisane promjene s tim da nije potrebno ispunjavati uvjete cjelovitosti područja prije i nakon promjene.

3.2.3. Račun petlji

U svrhu definiranja nekog računa potrebno je definirati tri njegove osnovne sastavnice:

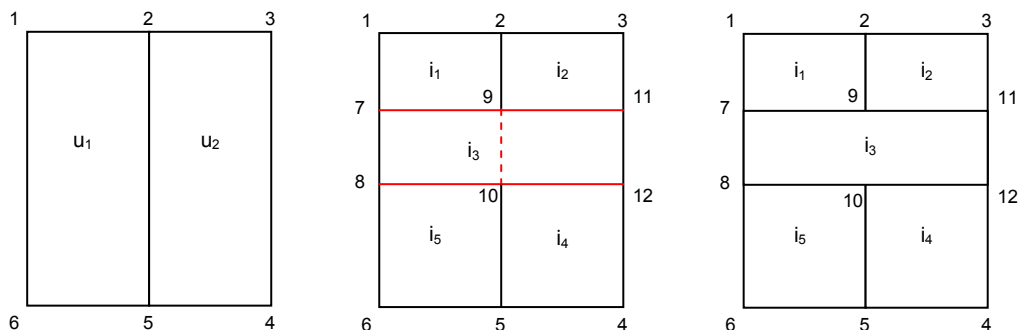
- operande,
- operatore i
- pravila djelovanja operatora nad operandima (operacije).

Za provođenje geometrijskih i topoloških promjena prvog reda biti će jednostavno modelirati sve tri stavke. Kada bi sustav ograničili i samo na najjednostavnije slučajeve topoloških promjena drugog reda potrebno je osmisliti mehanizme preraspodjele topoloških odnosno geometrijskih elemenata. Potpuno jednoznačan sustav za obavljanje toga može se uspostaviti rastavljanjem cjelokupne ulazne količine prostornih objekata u nekom obliku na dijelove, što je pokazano u poglavlju o razvrstavanju promjena. Tako dobivene dijelove tada je moguće na dva načina opet spojiti. Jedan je tako da čine ekvivalente ulaznim objektima, a drugi tako da čine izlazne, odnosno objekte koje želimo dobiti. Prilikom obavljanja svih promjena moraju nakon promjene biti očuvana sva pravila koja vrijede za ravninski graf.

Ako dakle dijelove prostornih objekata prepoznamo kao operande moguće je prepoznati najvažniju operaciju koja je ovdje potrebna:

- zbrajanje (unija).

Promijenimo li sada način označavanja dijelova iz poglavlja o razvrstavanju tako da za svaki dio koji sudjeluje u promjeni donji indeks označava ulaznu petlju od koje je nastao (od koje dolazi), a gornji izlaznu u koju odlazi. Sada za primjer (Slika 33) možemo napisati sve dijelove koji sudjeluju u promjeni:



Slika 33. Primjer preraspodjele

$$\partial P_{u_1}^{i_1} \{1,7,9,2,1\}, \partial P_{u_1}^{i_3} \{7,8,10,9,7\}, \partial P_{u_1}^{i_5} \{8,6,5,10,8\}, \partial P_{u_2}^{i_2} \{2,9,11,3,2\}, \partial P_{u_2}^{i_4} \{9,10,12,11,9\}, \\ \partial P_{u_2}^{i_4} \{10,5,4,12,10\}$$

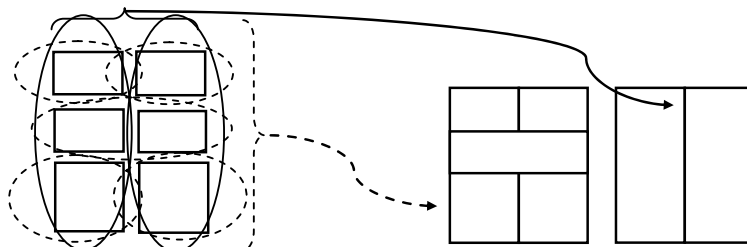
pa je, ono što i treba biti konačni rezultat računanja za n dijelova, svaka izlazna petlja:

$$i = \sum_{j=1}^n \partial P^j \rightarrow j = i$$

dakle svaka izlazna petlja i je jednaka zbroju svih dijelova koji odlaze u izlaznu petlju i . Kontrola rastavljanja ulaznih petlji na dijelove obavlja se izrazom:

$$u = \sum_{j=1}^n \partial P_j \rightarrow j = u$$

dakle zbroj dijelova koji dolaze iz ulazne petlje u mora biti jednak petlji u (Slika 34).



Slika 34. Računanje ulaznih i izlaznih petlji

Ovim pristupom potrebno je manualno točno definirati dijelove slijedom čvorova ili točaka ili čak bridova odnosno linija, iako je ovo drugo teže za očekivati. Ovaj pristup, iako jednostavan za implementaciju nezgrapnan je i neprilagodljiv.

Potrebno je dakle osmisliti, operaciju koja će uz proslijeđene ulazne operande, petlju od koje se želi odvojiti jedan dio i brid ili skup bridova kao način na koji ga se želi odvojiti, vratiti dio petlje. Druga važna operacija biti će dakle:

- oduzimanje (odvajanje).

Ovdje je važno razlučiti razliku ovih operacija. Operacija zbrajanja kao operande dobiva prostorne objekte istog geometrijskog odnosno topološkog reda, petlje odnosno površine. Operacija oduzimanja može se opisati kao podjela (dijeljenje) čiji rezultat je točno određeni dio jednog ulaznog operanda. Nadalje ovdje su operandi različitih dimenzija, površina i linija. Važna okolnost koja će odrediti model operacije je i mogućnost pojavljivanja više od dva objekta kao rezultat operacije. Ovo je opisano u narednim poglavljima.

3.2.3.1 Modeliranje operatora

Odredimo sada najmanji skup operatora koji bi trebao biti dovoljan za modeliranje bilo koje promjene opisane u poglavlju o razvrstavanju. Već je opisano kako su dvije najvažnije operacije zbrajanje (unija) ali i oduzimanje dijela petlje od petlje. Ove dvije operacije mijenjaju količinu petlji u grafu i osnova su za topološke promjene drugog reda. Ove operacije nazvati ćemo posredne zato što stvaranjem novih ili uklanjanjem postojećih petlji mijenjaju odnose glavnih elemenata grafa, čvorove i bridove. Geometrijske i topološke promjene prvog reda jednostavnije su zbog očuvanja konstantne količine petlji i neposredno mijenjaju čvorove i bridove. Zato ćemo ove operacije zvati neposredne (Tablica 5).

Tablica 5. Operacije

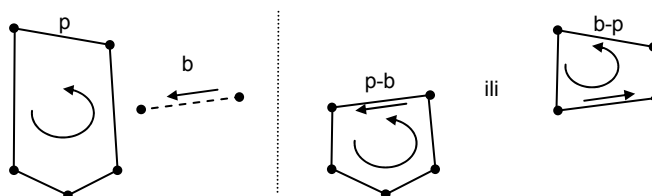
	<i>operacija</i>	<i>operandi</i>	<i>rezultat</i>	<i>operator</i>
<i>posredne</i>	oduzimanje petlje	petlja, bridovi	petlja	-
	zbrajanje petlji	petlja, petlja	petlja	+
<i>neposredne</i>	poboljšavanje točke	ID točke, koordinate	mutacija točke	T
	dodavanje čvora	ID čvora, ID čvora, koordinate	mutacija grafa	C ⁺
	uklanjanje čvora	ID čvora	mutacija grafa	C ⁻

Radi jednostavnosti uvesti ćemo ovdje i pravilo za identificiranje elemenata grafa. Identifikacija elemenata koji se prosljeđuju operacijama biti će obavljena na razini čvorova i petlji. Sve promjene koje se događaju u grafu moraju na neki način biti ostvarene, dakle moraju se odraziti i na geometriju. Kako su geometrijski podaci sadržani u točki kao ostvarenju čvora neophodno da se neposredne operacije kod kojih nastaju novi čvorovi obavljaju uz konkretno definiranu geometriju. Ovo je logično jer se geometrija kod njih ne može izvesti iz drugih operacija. Posredne operacije biti će implementirane tako da se geometrija automatski stvara, naravno uz pridržavanje pravila koja važe u grafu.

Definirajmo sada topološku operaciju oduzimanja dijela petlje od petlje čija će oznaka biti jednaka klasičnoj aritmetičkoj dakle "-" (minus). Argumenti operacije su jedna petlja i skup (od jednog ili više) bridova, a definicija glasi:

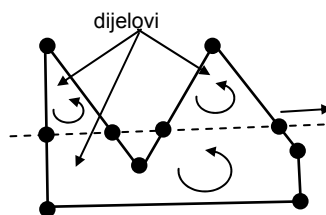
Definicija 3.4: Razlika petlje i skupa bridova je petlja koja nastaje podjelom ulazne petlje bridovima. Ako se bridovi oduzimaju od petlje rezultat operacije je ona petlja čiji bridovi su orijentirani jednako kao bridovi koji se oduzimaju. Ako se petlja oduzima od bridova rezultat je druga petlja.

Radi jasnoće prikazimo ovo na primjeru. Neka su definirane petlja p i brid b . Rezultati topološke operacije $p-b$ i $b-p$ su petlje (Slika 35).



Slika 35. Princip oduzimanja

Radi jednostavnosti, a bez gubitka jednoznačnosti može se reći da oduzimanje brida od petlje ($p-b$) daje lijevu petlju (u odnosu na brid) dok oduzimanje petlje od brida ($b-p$) daje desnu petlju. Kod općeg slučaja dovoljno je dakle redosljedom zadavanja pojedinog operanda razlikovati rezultat operacije. Posebni slučaj je rezultat kao skup od tri ili više petlji gdje ovaj način nije moguće primijeniti (Slika 36).

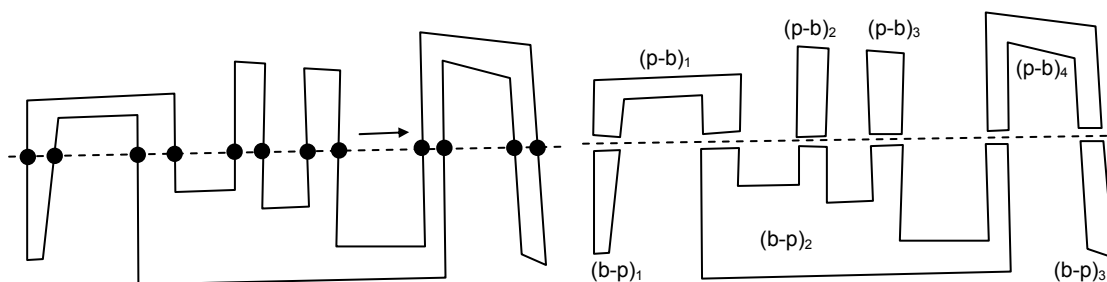


Slika 36. Posebni slučaj oduzimanja

Zato je ovdje potrebno uvesti dodatni sustav određivanja željenog dijela u slučaju skupa s brojem elemenata većim od dva. Kako će brid(ovi) uvijek biti usmjereni može se za to iskoristiti pojavljivanje presjeka s pojedinom petljom, po skupu bridova u smjeru kako je definiran.

Definicija 3.5: Ako je rezultat oduzimanja skup s više od dva elementa onda su oni poredani prema udaljenosti svakog presjeka od početnog čvora bridova.

To znači da je sada moguće jednoznačno odrediti o kojem se dijelu radi, a pridržavajući se i dalje prethodno određenog pravila o mjestima pojedinog operanda (Slika 37).

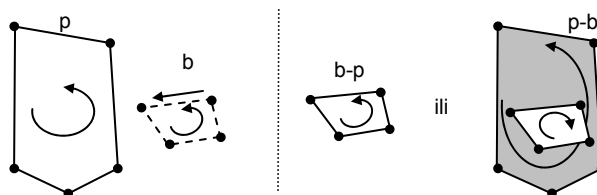


Slika 37. Princip oduzimanja i označavanje kod višestrukog presjeka

Drugi posebni slučaj koji se može pojaviti prilikom obavljanja ove operacije je (u razvrstavanju označen kao 3.7) je izdvajanje dijela površine ili nastanak unutarnje granice. Kako bi i ovo bilo moguće potrebno je dodatno proširiti definiciju oduzimanja.

Definicija 3.6: Kada bridovi u operaciji oduzimanja čine zatvoreni prsten a njihovo se ostvarenje u cijelosti nalazi u površini koja je ostvarenje petlje, onda je razlika petlje i bridova rezultat operacije razlike (a ne podjele) ulazne petlje i petlje čija su vanjska granica ulazni bridovi.

Kako su čvorovi unutarnje granice poredani u smjeru kazaljke na satu, to je razlika $p-b$ petlja sastavljena od jednog vanjskog i jednog unutarnjeg prstena, odnosno površina s rupom, a $b-p$ petlja jednaka ulaznim bridovima (Slika 38).

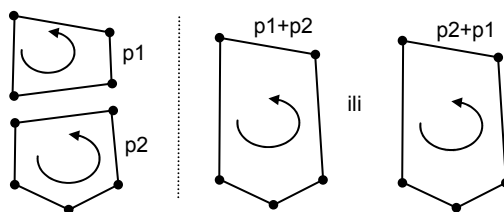


Slika 38. Posebni slučaj oduzimanja kada bridovi čine prsten

Definiranje operacije zbrajanja znatno je jednostavnije.

Definicija 3.7: Zbroj dviju petlji je njihova topološka unija.

Za ovu operaciju vrijede pravila komutativnosti i asocijativnosti (Slika 39).



Slika 39. Zbrajanje petlji i komutativnost

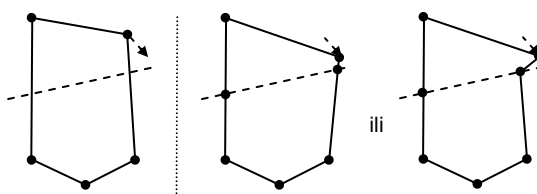
Objasnimo i neposredne operacije. Poboljšavanje točke kao čisto geometrijska promjena nema utjecaja na ravninski graf. Jedini rezultat ove operacije je pomak točke s trenutnog na novi položaj i ovdje je potrebno odrediti samo o kojoj se točki radi, te zadati novi položaj (koordinatu).

Dodavanje čvora promjena je u kojoj jedan brid biva zamijenjen dvama novim bridovima i jednim čvorom. Držeći se pravila identifikacije elemenata grafa brid je određen čvorovima koji su mu granice, a operaciji treba zadati i geometrijske podatke za novonastali čvor.

Konačno operacija uklanjanja čvora jednostavnija je jer joj je potrebno zadati samo identitet čvora koji treba ukloniti. Ovdje je dodatno potrebno voditi računa da se ne može ukloniti čvor koji je granica za više od dva brida no to će biti implementirano kao jedno od pravila očuvanja konzistentnosti u nekom ostvarenju sustava.

3.2.3.2 Postupci i pravila računanja

Jedna promjena može se sastojati od više operacija. Zato je potrebno definirati redoslijed prema kojima se operacije moraju obavljati. Uzmimo za primjer promjenu koja se sastoji od jedne geometrijske promjene i jedne topološke promjene drugog reda i to "poboljšanje točke" i "podjela". Iako je topološki rezultat u oba slučaja jednak geometrijski nije jer se ovisno o tome je li točka pomaknuta promijenila geometrija bridova kojima je odgovarajući čvor granica (Slika 40).

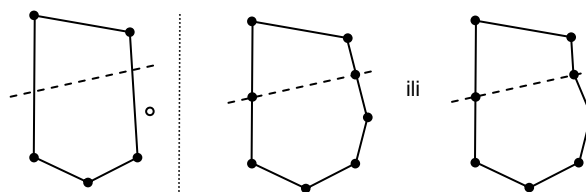


Slika 40. Ovisnost o redoslijedu geometrijskih i topoloških promjena

Razlog tome je posrednost topoloških promjena drugog reda. Geometrija kod njih nije eksplicitno zadana već se stvara u postupku obavljanja promjene, i ovisi o tome je li geometrijska promjena već obavljena. U svrhu jednoznačnosti i očuvanja konzistentnosti postaviti ćemo zato uvjet da prvo moraju biti obavljene geometrijske promjene.

Ako razmotrimo odnos između topoloških promjena prvog i drugog reda lako je uočiti kako ove druge uključuju prve. Topološke promjene drugog reda mogu dakle uključivati i jednu ili više topoloških promjena prvog reda. One topološke promjene prvog reda koje nastaju

kao posljedica topoloških promjena drugog reda ne treba neposredno zadavati jer će biti obavljene kroz obavljanje kao posljedica provođenja drugih. Sličan primjer kao u prethodnom slučaju jednog "ispravljanja granice" i "podjele", u slučaju da je jedna ili druga promjena prije obavljena daje geometrijski različite rezultate (Slika 41).

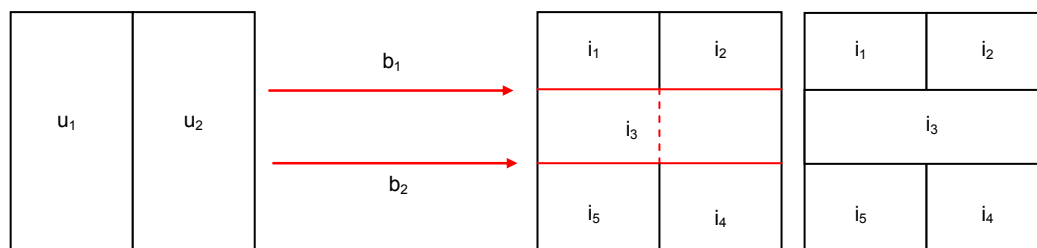


Slika 41. Ovisnost o redoslijedu topoloških promjena

Sada se već može izvesti općenito pravilo o redoslijedu obavljanja složenih promjena:

Definicija 3.8: Kod složenih promjena prvo se obavljaju neposredne operacije, a nakon toga posredne.

Prikažimo sve ovo na jednostavnom primjeru (Slika 42).



Slika 42. Primjer preraspodjele

Definicije izlaznih dijelova i_1 i i_2 su trivijalne, a bridovi su jednako orijentirani kao petlja pa je prema (Definicija 3.4):

$$i_1 = u_1 - b_1, \quad i_2 = u_2 - b_1.$$

Dakle rezultati su oduzimanja bridova od petlji (petlja-brid). Izlazni dijelovi i_4 i i_5 suprotno su orijentirani od bridova pa su operacije kojima su definirani oduzimanje petlji od bridova (brid-petlja):

$$i_4 = b_2 - u_2, \quad i_5 = b_2 - u_1.$$

Nešto složeniji slučaj je definicija izlaznog dijela i_3 . On je zbroj dijelova nastalih od objiju ulaznih petlji. Prvi dio nastaje oduzimanjem brida b_2 od petlje koja je nastala oduzimanjem petlje u_1 od brida b_1 . Dakle desna petlja nastala od b_1 odnosno njezin lijevi dio nastao od b_2 . Drugi dio nastaje analogno tome od petlje u_2 pa je konačno:

$$i_3 = ((b_1 - u_1) - b_2) + ((b_1 - u_2) - b_2).$$

3.3. Promjene identiteta objekata

Formalna istraživanja s područja promjena identiteta objekata u općenitom okviru prostorno-vremenskih informacijskih sustava opisuju (Medak 1999, Hornsby i Egenhofer 2000). No kako je katastar posebna vrsta prostornog informacijskog sustava ovdje će

važiti posebna pravila. Ovo je pogotovo naglašeno neposrednom određenošću načina upravljanja identitetom objekta katastarskog sustava na razini propisa važećih za promatrano područje.

S gledišta identiteta objekta dvije su moguće vrste promjena u katastru:

- objekt se mijenja uz zadržavanje identiteta i
- postojeći objekt nestaje odnosno novi objekt(i) nastaju.

U okviru (UNECE 2004) prikazani su rezultati istraživanja provedenog u 18 država, s upitom da li nakon podjele katastarske čestice nastaju dvije nove čestice ili jedna nova i jedna postojeća, odnosno zadržava li neki objekt sustava svoj identitet nakon takve promjene. Odgovori na postavljeno pitanje su bili otprilike jednako zastupljeni (Tablica 6).

Tablica 6. Rezultati istraživanja o promjeni identiteta objekta (UNECE 2004)

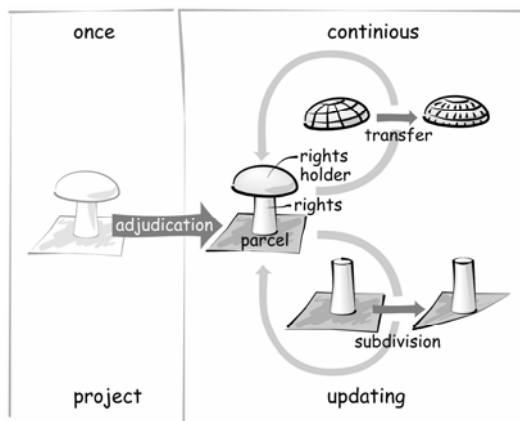
When asked if, on subdividing a parcel, two new parcels will be created (rather than one old parcel and one new parcel) 18 countries replied (Y = Yes; N = No):																	
AT	BE	CH	DE	FI	GR	HR	LT	LV	NL	NO	PO	RU	SE	SK	SI	UK	UA
N	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N	Y	N	Y

Dakle niti jedan od pristupa ne prevladava pa je ovo potrebno prilagoditi važećim propisima.

3.4. Promjene zemljišnih interesa

Osim prostornih u katastru se događaju i promjene zemljišnih interesa. Prostorne promjene su najčešće posljedica preraspodjele zemljišnih interesa. Iako rjeđe, prostorne promjene mogu biti potaknute i drugim događajima kao na primjer poboljšanje kvalitete podataka. Prostorne promjene su, zbog prirode strukture prostornih podataka složene za modeliranje na bilo logičkim ili implementacijskim razinama, no jednom detaljno proučene i opisane jasne i otporne na utjecaj propisa. Promjene zemljišnih interesa u cijelosti su ovisne o propisima, nisu zahtjevne za modeliranje i implementaciju, dakako uz preduvjet dobrog razumijevanja propisa.

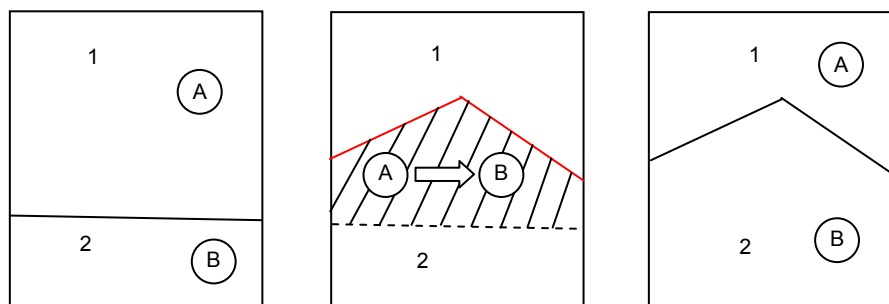
Zemljišni interesi određeni su propisima i svaka nadležnost sadrži posebnosti u zemljišnim interesima i postupcima upravljanja njima. Katastarski sustav temeljen na principu upisa isprave s naglaskom na sastavnicu zaduženu za upravljanje zemljišnim interesima opisan je u (Al-Taha 1992). Općenito proces od stanja u kojem interesi nisu upisani pa do dinamičkog sustava u kojem se učinkovito mijenjaju definiran je u (Zevenbergen 2002a) metaforom "gljive", a autor promjene razvrstava na prijenos interesa i podjelu katastarske čestice (Slika 43).



Slika 43. Promjene u katastru (Zevenbergen 2002b)

Prostorne promjene koje kao uzrok nemaju promjenu zemljišnih interesa provode se prema opisanim zakonitostima. Promjene zemljišnih interesa kod kojih nema prostorne promjene, kao manipulacija suvlasničkim udjelima jedne katastarske čestice ili prelazak cjelovitih interesa na jednoj katastarskoj čestici s jedne osobe na drugu, lako se modeliraju i implementiraju zahvaljujući jednostavnoj strukturi podataka o interesima.

Modeliranje promjena zemljišnih interesa koje uključuju i prostornu promjenu najveći su izazov kod katastra. Važno pitanje, na koje prije početka razrade modela treba znati odgovor je što je interes odnosno kada se dogodila promjena na interesu. Razmotrimo jednostavan primjer s dvije katastarske čestice 1 i 2 i na svakoj pravo vlasništva po jedne osobe A i B. Dakle u početnom stanju osoba A je vlasnik cijele katastarske čestice 1, a osoba B je vlasnik cijele katastarske čestice 2. U nekom trenutku osobe A i B sklapaju kupoprodajni ugovor kojim osoba A prodaje dio svoje čestice 1 uz granicu s katastarskom česticu 2 osobi B tako da se katastarska čestica 2 osobe B povećava (Slika 44).



Slika 44. Prijelaz dijela iz jedne susjedne k.č. u drugu

Ako je zemljišni interes odnosno u ovom slučaju pravo vlasništva, odnos između osobe kao subjekta i katastarske čestice kao objekta pitanje je da li se ovdje nešto promijenilo. Osoba A je bila prije promjene ali je i nakon nje vlasnik cijele katastarske čestice 1, a isto važi i za osobu B i katastarsku česticu 2. Kao i svaka druga tako i ova promjena zemljišnih interesa mora biti obavljena prema važećim propisima i uz postojanje potrebnih isprava. No, dozvoljavaju li to propisi ovo se u okviru sustava može promatrati kao promjena interesa kod koje se interesi nisu promijenili. Ovakva vrsta promjena zemljišnih interesa može se nazvati "promjena protezanja interesa". Ovim je u stvari postavljena osnova za daljnje razvrstavanje promjena zemljišnih interesa. Sada promjene interesa kod kojih nema nikakvih prostornih promjena možemo nazvati "promjena sadržaja interesa".

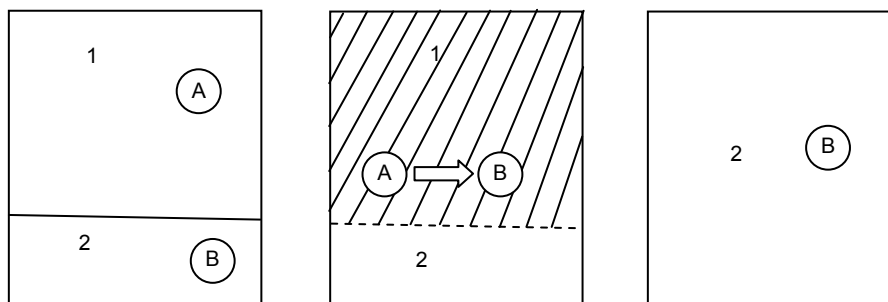
Kod prve od ovih vrsta promjena interesa nema egzistencijalnih promjena na interesima, dakle niti nastaju novi niti nestaju postojeći interesi, a mijenja se samo prostorno protezanje postojećih interesa. Ovo se dakle može obaviti u cijelosti samo u prostornom dijelu sustava.

Druga vrsta promjena može imati za posljedicu nastajanje odnosno nestajanje interesa, na primjer kod prelaska interesa na cijeloj katastarskoj čestici s jedne osobe na drugu. Ovo je egzistencijalna promjena jer interesi nastaju odnosno nestaju. Ova vrsta promjene također može za posljedicu imati i degenerativne promjene na postojećim interesima na primjer kod preraspodjele suvlasničkih udjela između postojećih suvlasnika jedne katastarske čestice, ali i nastajanje novih. Kako kod ovakvih promjena interesa nema promjena u prostornom dijelu sustava, ovakve se promjene provode u cijelosti u dijelu sustava za upravljanje interesima.

Najsloženije promjene zemljišnih interesa imaju za posljedicu promjenu u oba dijela sustava. Nastajanje novih odnosno nestajanje ili mijenjanje postojećih interesa povezano s nastajanjem, nestajanjem ili promjenom katastarskih čestica nazvati ćemo "složena promjena interesa". Sada su tri osnovne vrste promjene zemljišnih interesa:

- promjena protezanja interesa (ili prostorna promjena),
- promjena sadržaja interesa (ili promjena interesa) i
- složena promjena interesa.

Razmotrimo sada malo promijenjeni oblik prethodno opisanog jednostavnog primjera. Osoba A sada prodaje cijelu katastarsku česticu 1 osobi B. Dakle sada nestaje interes osobe A na katastarskoj čestici 1 i nestaje katastarska čestica 1 a sve to postaje dijelom katastarske čestice 2 odnosno interesa osobe B na njoj (Slika 45).



Slika 45. Prijelaz cijele k.č. u susjednu

Ovakva se promjena ne može svrstati niti u jednu od jednostavnih vrsta pošto se promjene ogledaju u oba dijela sustava. Jedan interes nestaje, a drugi se mijenja u dijelu za upravljanje interesima ali i jedna katastarska čestica nestaje odnosno druga biva promijenjena. Ovo je jednostavan primjer složene promjene interesa.

4. Prostorno-vremenski događaji

Osnova dinamike katastra jesu promjene ili prelasci iz jednog stanja u drugo objekata kojima on upravlja. Ove promjene su događaji u životu sustava. Kod tradicijskih (procesno orijentiranih) sustava događaji su procesima (najčešće manualno od strane operatera) pretvarani u promjene stanja objekata. Događaji koji su uzrokovali ove promjene čuvani su u odvojenim arhivama i bili teško pristupačni i neraspoloživi za analize. Od sustava će se često tražiti da prikaže podatke o nekom od prošlih ili mogućih budućih stanja, ali je redovito potrebno imati uvid i u događaje koji su uzrokovali te promjene. Mehanizam koji mijenja stanja objekata je u katastru

- događaj.

Katastar je sustav za upravljanje prostornim podacima. Barem neke od klasa objekata, a često i sve imati će i prostornu sastavnicu. Mehanizam za promjenu objekata koji imaju prostornu sastavnicu također je prostorno određen. Čak iako je promjena ograničena na opisnu sastavnicu objekta zbog njegove prostorne određenosti i promjena je prostorno određena. Promjene se kod sustava za upravljanje prostornim podacima događaju u

- prostoru.

Svi materijalni entiteti iz stvarnog svijeta smješteni su u prostoru. Za neke ćemo izabrati da ih opisujemo i kroz njihova prostorna svojstva, dok za ćemo za druge zanemariti njihova prostorna svojstva. U trodimenzionalnom prostoru možemo se kretati u smjeru svake od dimenzije više ili manje proizvoljno. Dimenzija života entiteta iz stvarnog svijeta je i vrijeme. Iako ga do visoke preciznosti možemo mjeriti, kretati se u stvarnom svijetu možemo samo u smjeru njegove pozitivne promjene. Priroda podataka katastra značajno je okrenuta vremenskom smještaju stanja i promjena koje su ih uzrokovale. Kretanje u okviru sustava nije ograničeno na pozitivan smjer. Kako se jedno stanje objekta sustava proteže između dva uzastopna događaja koji su uzrokovali njegovu promjenu potrebno je, u svrhu upravljanja cjelovitim podatkom o objektu, mehanizam za promjene odrediti u

- vremenu.

Dakle promjene su u katastru prostorno-vremenski događaji. Prirodno je onda pokušati i model podataka odnosno sustava prilagoditi upravo takvom načinu djelovanja.

4.1. Pregled dosadašnjih radova

Događaji, kao činjenice koje prevode sustav iz jednog stanja u drugo, dodaju modelu podataka veće analitičke mogućnosti i njihovim se uvođenjem on podiže na višu razinu. Katastar je po svojoj prirodi okrenut održavanju događajima i budući sustavi bi trebali biti upravo takvi (Kaufmann 2004). Općenito je promjena prostornih objekata opisana u (Worboys 2001).

Tako (Claramunt i Theriault 1995) definiraju događaje kao skup procesa koji mijenjaju entitete, te daju njihovo osnovno razvrstavanje. Ponešto drugačiji pristup primjenjuje (Worboys 1992) koji opisuje najjednostavnije prostorno-vremenske elemente (simplekse). (Worboys i Hornsby 2004) ujedinjuju prostorne entitete u zajedničku općenitu klasu uz kasniju diferencijaciju njihovim postavkama (engl. *Setting*) umjesto eksplicitnog razlikovanja događaja i objekata.

Konkretni modeli prostorno-vremenskih podataka razvijeni su u nekoliko istraživanja. Tako (Wachowicz 1999) definira objektni model prostorno-vremenskih podataka s engleskim sustavom administrativnih granica u vidu. Ovo nije pogodno za klasične parcelarne

katastarske sustave kod kojih je osnovni objekt određen granicama, a ne same granice. Drugi važan model prostorno-vremenskih podataka (engl. *cell tuple-based spatio-temporal data model / CTSTDM*) definiran u (Raza 2001) je potpuno općenit i cjelovit. Ipak njegova cjelovitost čini ga složenim kako za implementaciju tako i za održavanje (konzistentnosti) što je u katastru od presudnog značaja. Koncept događaja za upravljanje prostorno-vremenskim podacima uvode (Peuquet i Duan 1995) predstavljajući ESTDM (engl. *event-based spatiotemporal data model*) za upravljanje rasterskim podacima.

Iako (Oosterom i Lemmen 2001) naglašavaju da je održavanja katastarskog sustava temeljem događaja (engl. *Event driven*) problematično zbog otežanog pregleda prošlih stanja, pravilno modeliranim događajima ovo je izvedivo.

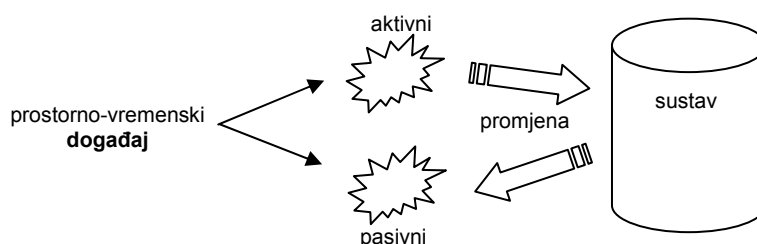
U postupku podjele zemljišta odnosno promjene prava na njemu sudjeluju različiti dijelovi državne uprave. Zato (Jiang i Chen 2000) predlažu takav model prostorno-vremenskih događaja u kojem složeni događaji (engl. *composite events*) sastavljeni od jednostavnih događaja (engl. *simple events*) korištenjem razvijenih operatora služe za upravljanje postupcima. U radu nisu analizirani konkretni postupci odnosno razvrstavanje ili formalizacija promjena, već samo preduvjeti koji moraju biti ispunjeni kako bi se promjena mogla dogoditi. Proširenje ovoga s naglaskom na modeliranje prostornih odnosa i promjene katastarskih čestica dano je u (Zhou i dr. 2004). Tu je dano razvrstavanje odnosa jedne jednostavne i jedne površine s rupom korištenjem pristupa sličnog Egenhoferovom modelu 4-presjeka. Kroz analizu mogućih slučajeva podjele katastarske čestice autori zaključuju da je moguće potpuno automatizirati sve slučajeve osim preraspodjele (engl. *reallocation*) koji mora biti manualno pred-obrađen. Iako su ova dva rada pojedinačno zanimljivi nije obrađen cjeloviti model djelovanja događaja.

U svom poznatom radu (Claramunt i Thériault 1995) opisuju općenito prostorno-vremenske događaje te se dodiruju i promjena na zemljištu odnosno katastarskim česticama. Nastavno na taj važan rad istih autora (Claramunt Thériault 1996) bavi se opisom i razvrstavanjem promjena s zaključkom da se složene promjene (preraspodjela) na zemljištu odnosno katastarskim česticama ne mogu modelirati kao slijed jednostavnih jer se time gubi njihov zajednički uzrok.

Prostorno-vremenski model podataka za administrativne granice u Velikoj Britaniji opisan je u (Wachowicz 1999) s događajima kao osnovom cijelog modela. Posebnost ovog modela je njegova orijentiranost jednodimenzionalnim geometrijskim odnosno topološkim elementima (linije odnosno bridovi), a ne površinama što ga čini nepodobnim za klasičnu katastarsku uporabu. U radove s ovom tematikom ubrajaju se i (Peerbocus i dr. 2004, Liu i dr. 2006).

4.2. Definicija

Prostorno-vremenski događaj (PVD) može biti aktivan ili pasivan. Aktivni događaji definiraju promjenu koja se može dogoditi, dok pasivni događaji opisuju promjenu koja se dogodila. Aktivni događaji motiviraju, a pasivni bilježe promjene sustava (Slika 46).



Slika 46. Odnos PVD i promjene sustava

Aktivni događaji mogu djelovanjem postati pasivni ako sadrže podatke o promjenama koje su se dogodile. Pasivni događaji često pokreću događanje drugih aktivnih događaja ili drugog djelovanja sustava. Pasivni događaji često su obrađivani u literaturi s područja robotike, umjetne inteligencije i automatizacije sustava (na primjer: Chakravarthy i dr. 1994). Mehanizam za upravljanje prostorno-vremenskim podacima je prostorno-vremenski događaj (Slika 47).



Slika 47. Struktura prostorno-vremenskog događaja

Iako ga ovisno o modelu podataka odnosno procesa sustava koji njima upravlja ponekad nije moguće eksplicitno prepoznati ipak je on prisutan. Tradicijski sustavi za upravljanje prostorno-vremenskim, ali i općenito vremenskim podacima bez prostorne sastavnica uvijek se mijenjaju u jednom trenutku kada operater potvrdi provođenje promjene u okviru sustava, te kada se na primjer zabilježi vrijeme transakcije. Kod ovakvog pristupa većina potrebnog znanja i odgovornosti je prepuštena operateru, a sustav služi samo kao alat. Prostorno-vremenski događaji moderna su tehnologija još u fazi istraživanja. Jedno od važnih istraživanja na polju PVD je opisano u (Worboys i Hornsby 2004), a model je nazvan GEM (engl. *geospatial event model*). Mnoge postavke i definicije dane u daljnjem dijelu rada u velikoj se mjeri slažu s spomenutim radom.

Kako je ovdje predmet istraživanja katastar, dakle konkretna podvrsta skupa sustava za upravljanje prostornim podacima tako su i PVD koji služe za upravljanje njegovim podacima ipak jedna podvrsta općenitog skupa. Uvedimo zato definiciju prostorno-vremenskog događaja katastra (PVDK):

Definicija 4.1: Prostorno-vremenski događaj katastra (PVDK) je prostorno-vremenski događaj (PVD) koji svojim djelovanjem mijenja stanja (u egzistencijalnom i degenerativnom pogledu) objekata kojima katastar upravlja.

Prostorno-vremenski događaj određen je svojim djelovanjem, prostornim protezanjem i trenutkom kada se djelovanje ostvarilo. Prostorno-vremenski događaj povezan je s objektima koji se njegovim djelovanjem mijenjaju ali može biti na neki način povezan i s nekim drugim prostorno-vremenskim događajem.

Prostorno-vremenski događaj određen je:

- stanjem
- odnosima prema drugim objektima i događajima
- smještaju u referentnim sustavima i
- djelovanjem.

4.3. Stanja

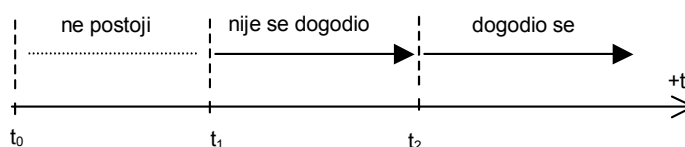
Kao i u tradicijskom objektnom modeliranju gdje objekti između ostalog mogu biti u različitim stanjima, tako se i događaji mogu nalaziti u stanjima. Iako je prepoznati dva osnovna stanja u kojima se PVDK može nalaziti, a vezano je uz njegovu osnovnu svrhu. Svrha događaja u katastru je provođenje promjena na objektima kojima katastar upravlja.

Događaj je ostvario svoju svrhu kada u njemu pohranjeno djelovanje promijeni neki objekt ili skup objekata sustava. Presudno mjesto u vremenskom referentnom sustavu za događaj je trenutak kada je djelovao, odnosno kada se dogodio. Prema tome osnovna stanja PVDK su:

- ne postoji,
- nije se dogodio (čeka djelovanje) i
- dogodio se (djelovao).

Ako je A PVDK, t_0 trenutak početka djelovanja sustava, t_1 trenutak stvaranja PVDK, a t_2 trenutak događanja A onda možemo reći da:

- $A(t_0 - t_1) \rightarrow$ ne postoji,
- $A(t_1 - t_2) \rightarrow$ nije se dogodio, a
- $A(t_2 -) \rightarrow$ dogodio se (Slika 48).



Slika 48. Osnovna stanja PVDK

Trenutak u kojem PVDK prelazi iz stanja "ne postoji" u "nije se dogodio" je trenutak njegova ulaska u sustav odnosno nastanka, pa ćemo ga nazvati "nastanak". Trenutak prelaska iz stanja nije se dogodio u dogodio se je upravo trenutak u kojem je PVDK promijenio objekte sustava, odnosno djelovao.

Definicija 4.2: Stanje PVDK od trenutka početka djelovanja sustava do trenutka ulaska PVDK u sustav naziva se "ne postoji".

Definicija 4.3: Stanje PVDK od trenutka ulaska u sustav do trenutka djelovanja naziva se "nije se dogodio".

Definicija 4.4: Stanje PVDK nakon trenutka djelovanja naziva se "dogodio se".

Često će se u okviru sustava tražiti ispunjenje određenog broja preduvjeta kako bi se PVDK uopće mogao dogoditi. Činom stvaranja, odnosno uvođenja u sustav PVDK ne mora biti i nije spreman se dogoditi. Sustav ga je time tek preuzeo i počeo voditi računa o njemu. Modeliranjem PVDK definirati će se preduvjeti koji moraju biti ispunjeni kako bi se on mogao dogoditi. Dok to nije slučaj PVDK se ne može i ne smije dogoditi. Ispunjavanjem spomenutih uvjeta on postaje spreman za događanje. Jednom kada se dogodio i ispunio svoju svrhu PVDK postaje statički dio sustava i može služiti kao sredstvo uvida u njegova prošla stanja, no ne može više nikako djelovati. Do trenutka događanja on može mijenjati svoj sadržaj u prostornom i pogledu djelovanja ali i u pogledu ispunjavanja preduvjeta. Raznim postupcima moguće je dakle prevesti PVDK iz početnog stanja gdje se predmnijeva da nije spreman se dogoditi u stanje gdje je spreman se dogoditi. Period t_1 do t_2 moguće je dakle dalje podijeliti na dio do ispunjenja preduvjeta i onaj nakon ispunjenja koje ćemo nazvati:

- nije spreman (se dogoditi) i
- spreman (se dogoditi).

Važan trenutak u životu PVDK je onaj u kojem je prešao iz stanja "nije spreman" u stanje "spreman". To je trenutak u kojem je obavljeno, ili je završeno obavljanje njegova spremanja odnosno ispunjeni su svi preduvjeti za događanje, pa ćemo ga nazvati "spremanje". Time su određena sva stanja i trenutci života PVDK (Slika 49).



Slika 49. Stanja i trenutci PVDK

Temeljem prethodnog izlaganja mogu se prepoznati definicije dvaju važnih stanja u kojima se PVDK može nalaziti:

Definicija 4.5: Stanje PVDK od trenutka ulaska u sustav do trenutka ispunjavanja svih preduvjeta za djelovanje naziva se "nije spreman (se dogoditi)".

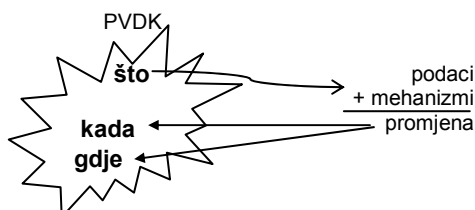
Definicija 4.6: Stanje PVDK od trenutka ispunjavanja svih preduvjeta za djelovanje do trenutka djelovanja naziva se "spreman (se dogoditi)".

4.4. Smještaj i djelovanje

Djelovanje PVDK sadržano je u dva njegova vida:

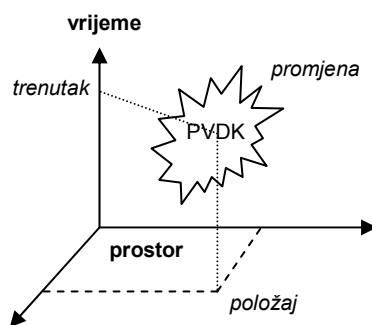
- podaci
- mehanizmi.

Kako je uobičajeno kod objektnog modeliranja podaci, bilo eksplicitni ili implicitni, su pohranjeni u obilježjima objekta, dok su algoritmi njegove metode. Sada se postavlja pitanje postoji li i kakav je odnos između djelovanja objekta i njegova smještaja. Bez obzira radi li se o aktivnom ili pasivnom prostorno-vremenskom događaju povezanost između djelovanja i smještaja je očita. Aktivni događaj definira promjenu koja se treba dogoditi ili se dogodila na mjestu i u vremenu. Pasivni događaj opisuje promjenu koja se dogodila na mjestu i u vremenu. Može se dakle reći da je smještaj neposredno određen promjenom (Slika 50).



Slika 50. Odnos promjene i smještaja PVDK

Prostorni i vremenski položaji prostorno-vremenskog događaja u povezanim referentnim (prostornom i vremenskom) sustavima jasno su i nedvosmisleno određeni (Slika 51).



Slika 51. Smještaj PVDK u referentnim sustavima

Definicija 4.7: Prostorni položaj PVDK u referentnom prostornom sustavu određen je prostorom koji zauzimaju oni objekti sustava koji su djelovanjem PVDK promijenjeni.

Definicija 4.8: Vremenski položaj PVDK određen je trenutkom u kojem je PVDK djelovanjem promijenio objekte sustava.

Struktura podataka PVDK opisana je detaljno u poglavlju o promjenama objekata. Sada je potrebno prepoznati mehanizme čiji će ti podaci biti ulazne vrijednosti. Osnovna svrha PVDK je upravljanje podacima katastra, dakle potreban je mehanizam koji će obaviti samu promjenu. Prije nego se promjena obavi potrebno je provjeriti različite postavljane uvjete, od kojih je jedan očuvanje konzistentnosti skupa podataka. Dakle potreban je mehanizam koji će prije provođenja promjena obaviti provjere, te prevesti PVDK u stanje koje mu omogućava da se dogodi.

Značajno pitanje ovdje je može li se u katastru pojaviti promjena povratka nestalog objekta (engl. *reincarnate*). Povratak nestalog objekta moguće je u katastru kao i sve ostale promjene ostvariti isključivo temeljem nekog dokumenta ili elaborata. Povratak nestalog objekta treba biti modeliran kao nastanak novog objekta s obilježjima koja odgovaraju željenom nestalom objektu. Dva su razloga za ovo. Svi vanjski sustavi koji kao osnovu imaju katastar već su preuzeli događaj nestanka objekta i trebalo bi ih posebno obavijestiti o povratku. Ovo je svakako moguće modelirati ali može značajno zakomplicirati model odnosa katastra i drugih sustava koji se na njemu temelje. Nadalje, a što je puno važnije, u slučaju vraćanja u prijašnje stanje treba uzeti u obzir sve promjene koje su se dogodile na mjestu ali i u okolini nestalog objekta, te ih eventualno također vratiti u prijašnje stanje. I ovo je moguće modelirati ali će značajno zakomplicirati model procesa provođenja promjena. Konačno je moguće napraviti razvrstavanje mehanizama PVDK:

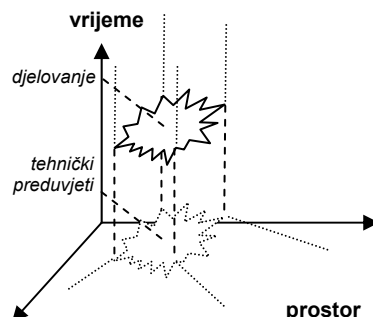
- pripremanje i
- događanje.

Pripremanje za događanje sastoji se od stvaranja događaja, i ostalih predradnji potrebnih da bi se mogao dogoditi. Mehanizmi pripremanja mijenjaju samo stanja i obilježja PVDK kojeg su članovi, a mehanizmi događanja mijenjaju objekte sustava (Slika 52).



Slika 52. Odnosi mehanizama i stanja PVDK

U trenutku nastanka PVDK nije određen u referentnim sustavima. Kroz postupak pripremanja provjeravaju se preduvjeti i pravila očuvanja konzistentnosti sustava odnosno tehnički preduvjeti. U trenutku ispunjenja unutarnjih tehničkih preduvjeta događaj je određen u okviru prostornog referentnog sustava ali njegov položaj na vremenskoj osi još nije određen. Slikovito možemo reći da on može "kliziti" po stupcu kojeg čini njegova prostorna projekcija u smjeru vremenske osi. Tek samim djelovanjem odnosno trenutkom u kojem se ono dogodilo PVDK biva u cijelosti smješten u referentnim sustavima (Slika 53).



Slika 53. Razine smještenosti PVDK u referentnim sustavima

Konačno možemo reći da trenutka kada zadovoljava sve unutarnje tehničke preduvjete PVDK je prostorno smješten, a u cijelosti je smješten samo kada je u stanju "dogodio se".

4.5. Međudnosi s objektima i drugim događajima

Odnosi između objekata definirani su u statičkom dijelu modela podataka. Ovdje će nas zanimati druge dvije vrste odnosa i to:

- događaj - objekt i
- događaj - događaj.

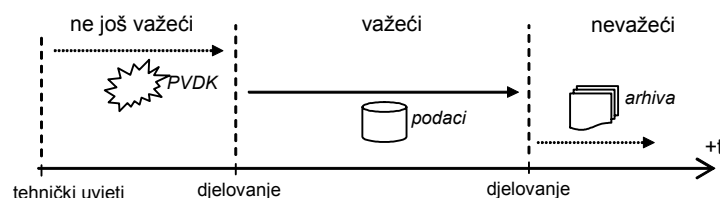
U uvodnom dijelu poglavlja spomenuto je kako je "događaj mehanizam koji mijenja stanja objekta". Ako sada prepoznamo stanja u kojima se može nalaziti objekt pripadnik klase koja je predmet promjena od strane događaja prepoznali smo i odnose između objekta i događaja. Općenito gledano svaki objekt katastarskog sustava može biti u stanju:

- važeći ili
- nevažeći.

Važeći objekti su oni objekti odnosno one verzije objekata koje predstavljaju trenutno službeno stanje područja kojim sustav upravlja. To su oni objekti koji su za pojedini dio područja proizašli kao rezultat zadnje promjene ili uopće nisu mijenjani od početka djelovanja sustava. Objekt je važeći sve dok kao posljedica neke promjene ne postane nevažeći odnosno dok ga ne zamijeni njegova nova verzija. Ako sada to primijenimo na odnose objekt - događaj lako je prepoznati dvije njihove vrste. Događaj može činiti objekt važećim ili nevažećim. Situacija kod odnosa gdje događaj čini objekt nevažećim je jednoznačna. Stanje objekta se djelovanjem događaja mijenja iz važeći u nevažeći. Objekt je do trenutka djelovanja događaja postojao u okviru sustava, a nakon djelovanja i dalje postoji ali u stanju nevaženja.

Djelovanjem događaja nastaju novi objekti. Ovdje je ovisno o važećim propisima moguće prepoznati dva pristupa. U nekim je državama potrebno imati objekt, odnosno barem njegov identitet u sustavu kako bi se mogle obavljati daljnje transakcije. Najbolje je

prostorni dio sustava uvijek držati u konzistentnom stanju, bez dodavanja "privremenih" ili "ne još važećih" objekata. S druge strane stvaranjem događaja i ostvarivanjem i provjerom unutarnjih preduvjeta u njemu postoje, u više ili manje ostvarenom obliku, novi (ne još važeći) objekti. Najprirodniji pristup ovdje je korištenje upravo tih objekata u događajima za takve potrebe. Nazvati ćemo zato objekte koji nastaju događajima koji su ispunili unutarnje tehničke preduvjete "ne još važeći", a one koji su zamijenjeni svojim novim verzijama ili su u cijelosti nestali djelovanjem nekog događaja "nevažeći". Nevažeći objekti čuvaju se u okviru sustava za uvid u prošla stanja i predstavljaju "arhivu" sustava (Slika 54).



Slika 54. Stanja objekta i smještaj u sustavu

Objekti koji na bilo koji način bivaju promijenjeni ulazni su podaci događaja. Svi objekti koji su ulazni podaci događaja su na neki način promijenjeni. Promjene na ulaznim objektima mogu objekte mijenjati uz zadržavanje identiteta ili ih mogu potpuno uklanjati iz sustava. Ako je identitet objekta zadržan nastala je nova verzija ulaznog objekta. Ako niti jedan izlazni objekt nije istog identiteta kao neki ulazni taj je ulazni objekt uklonjen iz sustava. Rezultati događaja su zato nove verzije postojećih objekata, novi objekti ali i uklanjanje postojećih.

Konačno možemo reći da događaji objekte stvaraju, mijenjaju ili uklanjaju iz sustava. Odnosi događaj - objekt su dakle:

- stvaranje,
- mijenjanje i
- uklanjanje.

Sada nas zanimaju odnosi između pojedinih događaja u sustavu. Kada je na nekom objektu sustava započeta promjena, kada se "nad njim" nalazi događaj taj se objekt ne može mijenjati dok se već započeta promjena ne ostvari odnosno događaj ne dogodi. No često će se dogoditi da neki objekt koji je ulaz u neku promjenu bude u toj promjeni tek neznatno promijenjen. Na primjer ako se ubacuje točka na liniju između dviju postojećih točaka. Ovo je jasno ovisno o propisima koji uređuju djelovanje pojedinog sustava ali često će na takvim objektima biti dozvoljeno obavljati takve promjene koje ne mijenjaju ulazne dijelove objekta koji se već započetom promjenom trebaju mijenjati. Dakle događaj može potpuno ili djelomično sprječavati događanje drugog događaja, a to je slučaj kada su im isti barem neki ulazni objekti.

Nadalje, već započeta promjena nekad će svojim izlaznim objektima određivati ulazne objekte druge promjene. Druga promjena odnosno događaj moći će se dogoditi tek kada se dogodi ta promjena. Prvi događaj sada uvjetuje događanje drugog. Time su prepoznati i odnosi događaj - događaj koji mogu biti:

- sprječavanje i
- uvjetovanje (omogućavanje).

Opisani odnosi važe za istovrsne događaje. Prostorno-vremenski događaji katastra omogućavaju provođenje prostornih i promjena zemljišnih interesa. Ove dvije podvrste

PVDK iako imaju zajednički korijen potpuno su različite. Jedna mijenja prostorne podatke, a druga opisne koji ne moraju biti povezani u jedan prema jedan vezi s prostornim.

Razmotrimo sada odnose između raznovrsnih događaja. Ako se ne želi uvoditi privremene, ili nepotpune objekte koji predstavljaju zemljišne interese, moraju prije nego se obavljaju promjene na interesima već postojati prostorni objekti na koje će se ovi vezati. Dakle kod provođenja promjena u katastru moraju se prvo obaviti prostorne ili promjene interesa. Iako se ovo događa u jednom trenutku života baze podataka sustava, ipak je jedna promjena prvo obavljena. Ako je dakle veza interesa i prostornog objekta usmjerena od interesa prema prostornom objektu novi interes može nastati kao cjeloviti objekt, samo ako postoji prostorni objekt na kojeg će biti vezan. Sada možemo reći da prostorna promjena uvjetuje promjenu interesa i označiti ovo kao unutarnji odnos jednog para raznovrsnih PVDK. Ako bi veza bila obrnuto usmjerena mijenja se i odnos uvjetovanja. Odnos sprječavanja između raznovrsnih događaja neće se pojavljivati.

4.6. Provođenje promjena

Kada su poznate sve vrste promjena sa svojim posebnostima moguće je definirati i sam proces njihova provođenja u okviru nekog sustava. Razvrstavanje promjena napravljeno je u prethodnom dijelu disertacije. U narednom dijelu obrađeni su preduvjeti koji moraju biti zadovoljeni kako bi se promjena mogla i smjela dogoditi ali i mehanizmi koji to obavljaju. Također je dan osvrt na implementacijski vid modeliranja sustava za provođenje promjena u katastru.

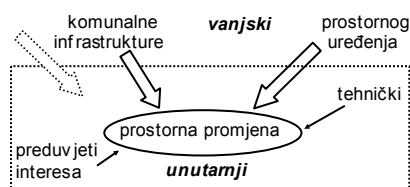
4.6.1. Preduvjeti, pravila - pripremanje

Prije nego se neka promjena može dogoditi potrebno je u okviru svakog sustava zadovoljiti određeni skup preduvjeta. Ovisno o propisima važećim u nadležnosti potrebno je prije provođenja promjene u prostornom dijelu sustava obaviti određeni skup predradnji. Propisi određuju slijed postupaka u pogledu interesa na imovini koja je objektom promjene.

Katastar je osnova infrastrukture prostornih podataka države i u stalnom je aktivnom međuodnosu s drugim (prostornim) informacijskim sustavima. Jedan od vrlo važnih iz ove grupe je prostorno uređenje (Prosen 1993). Bilo da se radi o urbanim sredinama gdje se promjene najčešće događaju kao stvaranje preduvjeta za građenje, ili ruralnim gdje se mijenja način poljoprivrednog korištenja zemljišta prostorno uređenje određuje da li i na koji način se može obavljati transakcije na zemljištu. Prostorna promjena u katastru određena je zato preduvjetima prostornog uređenja.

Opisani preduvjeti općenito mogu biti opisani kao vanjski, dakle ne potječu iz katastra. Osim ovih svaki sustav sadrži skup pravila unutar sustava kojih se prilikom promjena treba držati. Kako se katastar sastoji od prostornog i podsustava za upravljanje interesima tako i unutarnji preduvjeti mogu biti:

- preduvjeti interesa i
- prostorni (tehnički) (Slika 55).



Slika 55. Preduvjeti za provođenje promjene

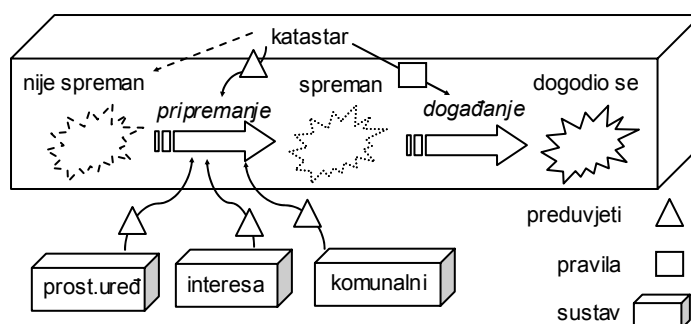
Prema opisu u prethodnim poglavljima mogu se prepoznati dva općenita pristupa prijenosu prava. U prvom je potrebno obaviti prijenos interesa na, prostorno općenito određenom dijelu nekretnine, a tek onda se ona može dijeliti i u prostornom dijelu sustava. Drugi pristup zahtjeva prvo obavljanje prostorne podjele kako bi se mogao obaviti prijenos interesa. Između ova dva pristupa postoji cijeli skup podvrsta s više ili manje isprepletenim ovim dvjema promjenama. Možemo dakle zaključiti kako prostorna promjena u katastru uvijek stoji u nekom odnosu s promjenom interesa. Kako bi se promjena mogla dogoditi moraju biti zadovoljeni preduvjeti interesa.

Promjene se u katastru nikada ne događaju u roku od nekoliko sati, a često niti nekoliko dana. Procesi promjena nalaze se u razredu od nekoliko dana pa do više tjedana, mjeseci, a u krajnjim slučajevima i godina. Kod sustava koji upravljaju tolikom količinom, dugotrajnim promjenama orijentiranih podataka, neke će započete promjene nužno prijeći određenoj vrsti drugih promjena da se dogode. Jasno je da je ta kategorija određena njihovim prostornim odnosom. Kada bi se ovdje zadržali na prostornim odnosima ne bi bilo moguće odrediti koja od prostorno preklapajućih promjena ima prednost u odnosu na druge. Promjena zato mora biti određena i u vremenu, odnosno mora biti potpuno određena u prostor-vremenu. Prostorna promjena određena je i svojim prostorno-vremenskim odnosom s drugim promjenama.

Kada je PVDK stvoren nalazi se u stanju "nije spreman" te ga je propisanim postupcima potrebno prevesti u stanje koje mu omogućava ispunjavanje svrhe postojanja, promjenu stanja objekata sustava. Nakon što su svi preduvjeti zadovoljeni promjena se može dogoditi dakle PVDK je u stanju "spreman" dakle može se reći:

Definicija 4.9: Pripremanje PVDK je postupak usporedbe sa zadanim skupom preduvjeta odnosno njegovo prevođenje iz stanja "nije spreman" u stanje "spreman" kada su preduvjeti zadovoljeni.

Iako će se ovo razlikovati od sustava do sustava općenito postupak počinje u katastru gdje se stvara PVDK i koji i dalje njime upravlja, omogućavajući drugim sustavima pristup i pripremanje (Slika 56).



Slika 56. Međudjelovanje sustava i PVDK

Promjena se odvija propisanim postupkom te uz pridržavanje pravila. Preduvjeti definirani u drugim sustavima, odnosno vanjski preduvjeti, ispituju se postupcima koji su određeni unutar tih sustava. Ispitivanje unutarnjih preduvjeta obavlja se u okviru sustava. Unutarnji preduvjeti su:

- uvjeti očuvanja konzistentnosti prostornih podataka (tehnički),
- uvjeti očuvanja konzistentnosti podataka o sadržaju interesa (interesa) i
- uvjeti odnosa s drugim događajima.

Zbog posebne važnosti definirajmo i stanje u kojem se događaj nalazi nakon što su ispunjeni svi preduvjeti očuvanja konzistentnosti prostornog dijela sustava.

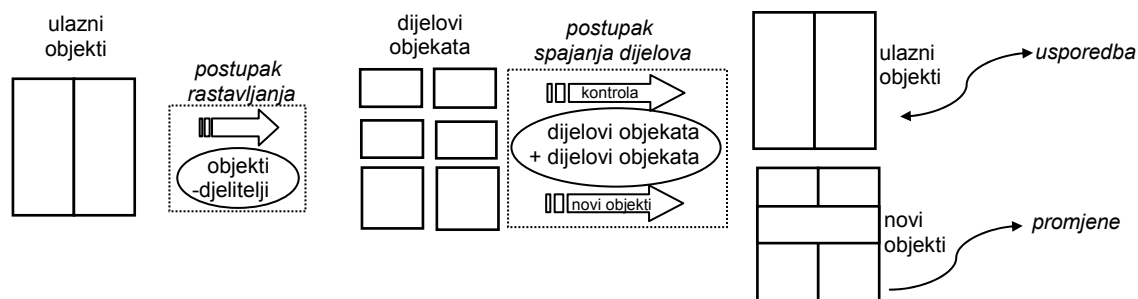
Definicija 4.10: Posebno stanje PVDK u kojem se on nalazi kada su ispunjeni preduvjeti održavanja konzistentnosti prostornog dijela sustava, a nisu ispunjeni svi preduvjeti naziva se "tehnički spreman".

U svrhu provjere uvjeta konzistentnosti potrebno je raspolagati mehanizmom za ostvarivanje promjene bilo da se radilo o promjeni prostornim, pravnim ili uvjetima odnosa s drugim događajima. Mehanizam za ostvarivanje promjene treba moći stvoriti mali zatvoreni podskup skupa podataka sustava kako bi izgledao nakon promjene i time omogućiti provjeru svih uvjeta koja pri tome moraju biti zadovoljeni.

4.6.2. Mehanizmi - događanje

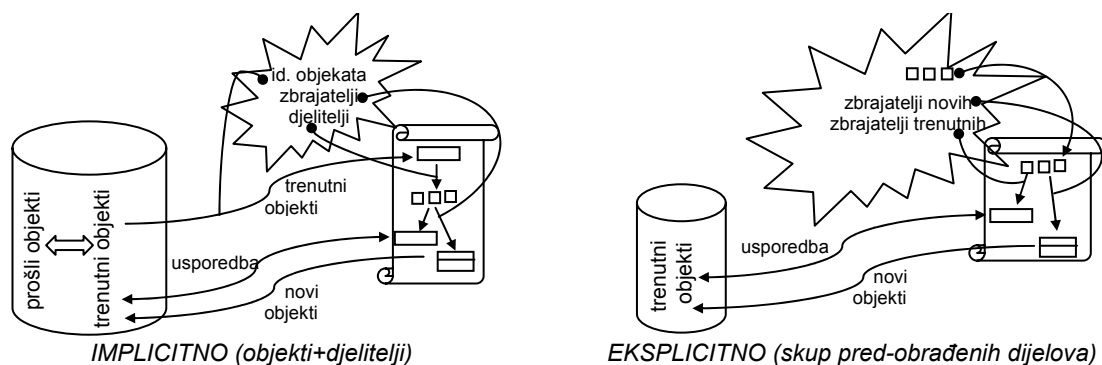
Mehanizmi PVDK služe za ispitivanje zadovoljavanja preduvjeta i provođenje promjena. Za kako provođenje tako i ispitivanje preduvjeta potreban je mehanizam za "ostvarivanje" promjene. Taj mehanizam mora iz zadanih podataka stvoriti ulazne i izlazne objekte. U fazi pripremanja ostvarivanjem promjene dobivaju se slike postojećih objekata koje se uspoređuju s izvornim objektima u bazi. Kod provođenja promjene važni su novi objekti koji u slučaju uspješnosti promjene zamjenjuju one postojeće u bazi.

Osnova djelovanja mehanizma ostvarivanja promjene su dijelovi ulaznih odnosno u bazi postojećih objekata. Ulazni objekti se rastavljaju na dijelove. Ovo može biti ostvareno pred-obradom (engl. *preprocessing*) ili definiranjem objekata i djelitelja u PVDK što će biti opisano kasnije. Dijelovi se zbrajaju na dva načina. Prvo se obavlja zbrajanje dijelova u svrhu dobivanja ulaznih objekata, što služi za kontrolu rastavljanja. Ako je rezultat kontrole pozitivan, zbrajaju se dijelovi u svrhu dobivanja novih objekata (Slika 57).



Slika 57. Prikaz djelovanja PVDK

Rastavljanje ulaznih dijelova, odnosno pristup tom postupku ono je što razlikuje dva moguća modela PVDK. Prvi pristup temelji se na rastavljanju zadavanjem ulaznih objekata i djelitelja. U tom će slučaju PVDK sadržavati mehanizam za pristup i podatke o ulaznim objektima, skup djelitelja i slijed operacija dijeljenja potrebnih za definiranje svih dijelova. Algoritmi za dijeljenje definiraju se na razini sustava ili objekta. Kombinacijom ulaznih objekata, djelitelja i slijeda operacija dobiva se skup dijelova. Drugi pristup temelji se na pred-obradi i pohrani pripremljenih dijelova kao obilježja PVDK. Daljnji postupak temelji se na zbrajanju dijelova za kontrolu i stvaranje novih objekata i ne razlikuje se između dva opisana pristupa (Slika 58).



Slika 58. Modeliranje djelovanja PVDK obzirom na definiranje ulaznih objekata

Osnovna razlika između opisanih pristupa je implicitna (objekti i djelitelji) ili eksplicitna (skup čvorova ili bridova) definicija dijelova čijim se zbrajanjem stvaraju novi objekti. Ovo i ne bi bilo posebno važno kada ne bi bilo potrebno čuvati prethodna stanja objekata. No kako je u slučaju katastra to važna stavka potrebno je oba pristupa sagledati kroz taj njegov vid.

Implicitni pristup temelji se na računanju dijelova u trenutku kada to zatraži neki mehanizam sustava ili samog PVDK. To znači da u svakom trenutku kada je potrebno biti u stanju obaviti rastavljanje, a to može biti prilikom provjeravanja, događanja ali i kasnije kod uvida u PVDK kao činilac promjene, potrebno imati na raspolaganju objekt koji se rastavlja. Potrebno je dakle ili čuvati eksplicitna prethodna stanja objekata u svakom trenutku života sustava za koji se želi biti u stanju ostvariti uvid u PVDK kao čimbenik promjene ili osigurati algoritme za obrnuti postupak računanja iz trenutnih stanja objekata.

Kod eksplicitnog pristupa njihovu definiranju, dijelovi čijim zbrajanjem nastaju novi objekti pohranjeni su kao atributi PVDK u nekom pred-obrađenom obliku. Sada uvid u promjene više nije vezan uz postojanje ulaznih objekata jer su svi podaci potrebni za ostvarivanje PVDK pohranjeni u njemu samom. To nadalje znači da nije potrebno čuvati eksplicitna prethodna stanja objekata jer se ona mogu prikazati iz ulaznih odnosno izlaznih objekata PVDK. Time će se ograničiti rast baze podataka, što je kod podataka o zemljištu zbog njihove sklonosti učestalim promjenama vrlo značajno. Nepostojanje eksplicitno spremljenih prošlih stanja objekata znači da je u svrhu pregledavanja prošlih stanja sustava potrebno osigurati algoritme za njihovo izvođenje iz promjena objekata.

4.6.3. Osvrt na pristupe modeliranju sustava

U prethodnom poglavlju opisani su implicitni i eksplicitni model djelovanja PVDK. odluka za jedan ili drugi način modeliranja djelovanja PVDK postavlja neke preduvjete ali i povlači određene posljedice u svjetlu modela cjelokupnog katastra.

4.6.3.1 Modeliranje prostornog podsustava

Za implicitno djelovanje preduvjet je postojanje objekta koji ulazi u promjenu u okviru sustava. To znači da sustav mora čuvati sva prošla stanja objekata kako bi bilo moguće obaviti uvid u neku prošlu promjenu ili stanje odnosno kako bi je mogao ostvariti. Prošla promjena se može ostvariti računanjem dijelova objekata u željenom trenutku njihova postojanja. Ako sustav ne čuva prošla stanja objekata nije moguće obavljati uvid niti u promjene niti u prošla stanja objekata. Takav sustav zvat ćemo "naprijed orijentirani". Ako su prošla stanja ipak pohranjena moguće ih je dakako neposredno analizirati, a i promjene je moguće analizirati ponovnim računanjem. Takve sustave zvat ćemo

"obostrano, stanjima orijentirani" jer omogućavaju neposredan pristup prošlim stanjima uz mogućnost računanja promjena koje su ih proizvele.

Eksplicitni model djelovanja PVDK ne zahtjeva prošla stanja objekata u svrhu ostvarivanja promjena. Svi elementi potrebni za ostvarivanje promjene pohranjeni su u okviru PVDK. Kada sustav s eksplicitnim događajima ne čuva i prošla stanja objekata njih je moguće ostvariti ostvarivanjem promjena. Ostvarivanjem svake promjene dobiva se uvid u ulazna i izlazna stanja objekata te promjene, dok se za uvid u stanje sustava ili nekog njegovog dijela treba ostvariti sve promjene koje uzrokuju stanje tog dijela. Sustave temeljene na ovakvom pristupu zvat ćemo "obostrano, promjenama orijentirani" jer omogućavaju uvid u promjene i stanja objekata tako da je lakše ostvariti uvid u promjene, a složenije u stanja sustava ili nekog njegovog dijela. Jasno da su stanja samo onih objekata koji sudjeluju u promjeni i ovako lako ostvariva. Konačno, kada sustav s eksplicitnim događajima čuva i prošla stanja objekata isti su podaci pohranjeni dva puta pa takve sustave zovemo "obostrano orijentirani redundantni" (Tablica 7).

Tablica 7. Modeli sustava

Modeli sustava		Prošla stanja objekata	
		S prošlim stanjima	Bez prošlih stanja
Djelovanje PVDK	Implicitno	obostrano, stanjima orijentirani	naprijed orijentirani
	Eksplicitno	obostrano orijentirani redundantni	obostrano, promjenama orijentirani

Već iz naziva pojedinih modela može se zaključiti koje su im prednosti, a koji nedostaci. Naprijed orijentirane sustave nije potrebno posebno analizirati jer ne omogućavaju uvid u prošla stanja što je za katastar neophodno potrebno. Prije analize preostala tri modela postavimo kriterije njihovog ocjenjivanja. katastar tipično upravlja vrlo velikim količinama podataka. Ovo u pogledu pohrane i nije posebno važno, ali velike količine podataka otežavaju očuvanje konzistentnosti i općenito pristup podacima. Količina podataka, a posebice redundantnih, značajna je stavka ocjene modela podataka i sustava. Mogućnosti analize i općenito pristupa podacima prvenstvena je svrha katastra. Učinkovitost se može podijeliti na učinkovitost povijesnih upita, učinkovitost trenutnih upita i učinkovitost provođenja promjena. Konačno, ako kriterije za ocjenu modela sustava odredimo kao:

- količina podataka,
- učinkovitost upita i
- učinkovitost promjena.

možemo provesti teoretsku analizu mogućih modela sustava. Pogledajmo prvo očekivano najučinkovitiji model sustava "obostrano orijentirani redundantni". Prošla stanja objekata pohranjena su u okviru sustava pa je moguće neposredno pregledavanje prošlih stanja jednog objekta, skupa objekata ili područja kojim sustav upravlja jednostavnim prostorno-vremenskim upitom. Ako je sustav modeliran s odvojenim čuvanjem trenutnih i prošlih stanja biti će povijesni upiti tek nešto složeniji uz poboljšano vrijeme odgovora za upite prema isključivo trenutnim stanjima. Uvid u promjene kao uzročnike promjene stanja također je učinkovit jer su za to svi potrebni podaci pohranjeni u samim događajima. Jasno da je glavni nedostatak ovakvog modela značajno povećana količina redundantnih podataka. Ovo uopće nije pitanje potrebe za prostorom za pohranu već je složenije održavanje konzistentnosti. Znajući dalje kako će većina upita biti postavljena prvenstveno prema trenutnom stanju sustava, nakon toga prema promjenama ili prošlim stanjima

pojednog objekta, a najmanje prema prošlim stanjima skupova objekata ili područja, upitna je isplativost ovog modela.

Prva dva opisana modela temeljena su na nedovoljnoj ili redundantnoj količini podataka. Kod razmatranja obostrano, stanjima orijentiranog i obostrano, promjenama orijentiranog modela količina podataka je najmanja potrebna za djelovanje sustava i nema redundancije. Glavna razlika ovih dvaju modela je u načinu čuvanja prošlih stanja objekata i načinu ostvarivanja promjena. Ako su prošla stanja pohranjena kao gotovi objekti (ostvarene promjene) pristup će im biti olakšan i prostorno-vremenski upiti koji uključuju više od jednog objekta ili prostorno područje biti će znatno učinkovitiji nego ako su stanja pohranjena u promjenama. Ako se očekuje značajniji intenzitet ovakvih upita logično je dakle odlučiti se za obostrano, stanjima orijentirani model. Ovdje je važno dodati da se razlika u učinkovitosti može očekivati samo kod upita prema više od jednog objekta. Upiti postavljeni prema jednom objektu neće biti značajno učinkovitiji. U slučaju da su prošla stanja pohranjena u događajima, kao dijelovi ulaznih objekata i operacije kojima ih se spaja potrebno je kod svakog prostorno-vremenskog upita prema objektima pronaći promjenu koja je stvorila to njihovo stanje. Za upit prema jednom konkretnom objektu ovo neće biti posebno zahtjevno pošto je potrebno prepoznati i ostvariti samo jednu promjenu odnosno događaj. Kada se radi o više objekata (određenih prostornim zahvatom ili okolinom objekta) situacija je složenija. Sada je potrebno imati mehanizam koji će pronaći sve promjene na traženom području, ostvariti i izdvojiti objekte koji se tu nalaze te dopuniti područje objektima koji se nisu mijenjali. Ovaj mehanizam je računski zahtjevniji ali bez problema izvediv. Algoritam za ovo opisan je u poglavlju koje opisuje pokusnu implementaciju.

Drugo važno gledište kod analize dvaju modela je pripremanje i ostvarivanje promjena, odnosno složenost mehanizama sustava i složenost pred-obrađe od strane korisnika. Kod implicitnog djelovanja PVDK korisniku je pojednostavljeno pripremanje promjene pošto se ne mora zamarati dijelovima nastalim rastavljanjem ulaznih objekata već cijeli postupak promjene može modelirati kombiniranjem identiteta objekata i operacija, prvo rastavljanja pa sastavljanja. Kod eksplicitnog pristupa korisnik mora neposredno u događaj pohraniti. Jasno da je na taj način korisniku nametnuto obavljanje većeg dijela posla. Ako su u događaju pohranjene ostvareni dijelovi, u slučaju promjene nekog od ulaznih objekata prije promatranog događaja, narušen je kriterij konzistentnosti i preduvjeti neće biti zadovoljeni, već treba ulazne dijelove promijeniti sukladno promjenama ulaznih objekata.

Najznačajnija prednost eksplicitnog pristupa mogućnost je pojednostavljenja općenitog modela podataka. Prostorno-vremenski modeli podataka s podržanom topologijom vrlo su složeni. Kada se još radi o vrlo velikim količinama podataka, kao katastar, sustav može vrlo brzo postati trom. Centralizirano upravljanje prošlim stanjima kakvo nudi eksplicitni model može ovdje značajno pomoći.

Konačno najbolje rješenje za sustav možda se može pronaći u kombinaciji ova dva pristupa. Implicitno definiranje promjena olakšava korisniku pripremanje i održavanje promjena, a pohrana cijele promjene (eksplicitno zadani dijelovi i načini zbrajanja), značajno pojednostavnjuju model podataka jer se aktivno treba održavati samo trenutno važeće stanje svih objekata. Ovo se ostvaruje pohranom dijelova nastalih u trenutku provođenja promjene u PVDK.

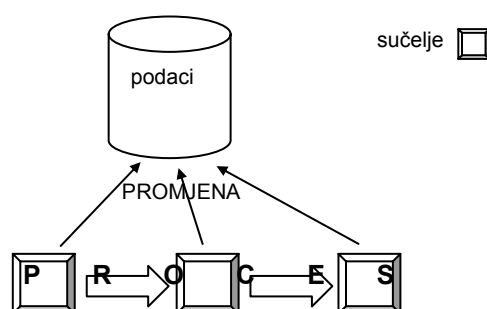
4.6.3.2 Modeliranje podsustava za upravljanje interesima

Prostorne promjene u ravninskoj particiji opisane u prethodnim poglavljima mogu predstavljati osnovu i nekom drugom sustavu za upravljanje prostornim podacima osim katastarskom. Prema opisanim postavkama može se razviti potpuno samostalni sustav za upravljanje ravninskom particijom. Ipak takav sustav neće biti sam sebi svrhom već će

uvijek činiti osnovu za upravljanje prostornim protezanjem nekih podataka. Ovisno o prirodi tih podataka, količini njihovih vrsta i načinu odnosa prema prostornom objektu biti će modeliran općeniti odnos prostorne i opisne sastavnice modela podataka i sustava.

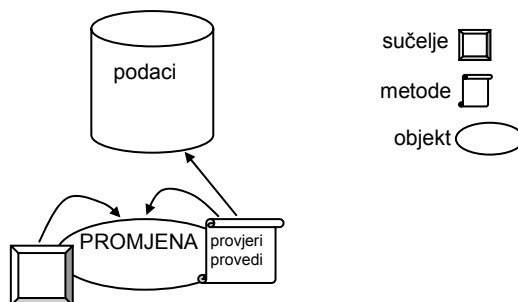
Opisni podaci općenito nemaju strukturu tolike razine složenosti kao prostorni. Iako to ne mora biti razlog za modeliranje takvih podataka na čisto relacijskom modelu, svakako se otvara takva mogućnost. Dakle u slučaju da to predstavlja prednost iz bilo kojeg razloga (postojeća tehnologija, obrazovani stručnjaci, uhodani postupci) može se i za modeliranje podataka o zemljišnim interesima koristiti relacijski model.

Posebno pitanje je modeliranje promjena u (pod)sustavu za upravljanje takvim podacima. Relacijski model podataka tradicijski je bio okrenut procesnom načinu razmišljanja (Haigh 2001). Sučelje sustava prilagođeno održavanju podataka napravljeno je tako da u sebi određuje proces, podaci su modelirani i pohranjeni maksimalno normaliziranom obliku, a složene promjene teško je nadgledati kao cjelinu (Slika 59).



Slika 59. Procesno okrenuto provođenje promjena

Primjenom objektnog pristupa samo na model promjena ostvaruju se značajni napredci. Čak iako se model podataka zadrži na relacijskom pristupu, modeliranjem promjena kao objekata u okviru sustava olakšava se njihovim upravljanjem i nadgledanjem (Slika 60).



Slika 60. Promjena kao objekt

U objektu u kojem su pohranjeni pripremljeni podaci za promjenu, ugrađene su metode za provjeru ispravnosti i provedivosti, a jednom pripremljena promjena (objekt) može se provesti bilo kada kasnije. U slučaju da se promjena zemljišnih interesa modelira na ovakav način potrebno se još odlučiti za razinu njene integracije s prostornom promjenom. Ovo će između ostalog biti određeno i razinom povezanosti podsustava za upravljanje prostornim i podacima o interesima.

U slučaju da su dva podsustava čvrsto povezana prostorna i promjena interesa može se modelirati kao jedan složeniji objekt s više metoda. Kako su interesi i njihovo prostorno protezanje u stvari jedan entitet ovo je vjerojatno pravilniji pristup, no to u okviru ovog rada neće biti analizirano. Druga mogućnost, uvođenje posebnog događaja za svaku vrstu

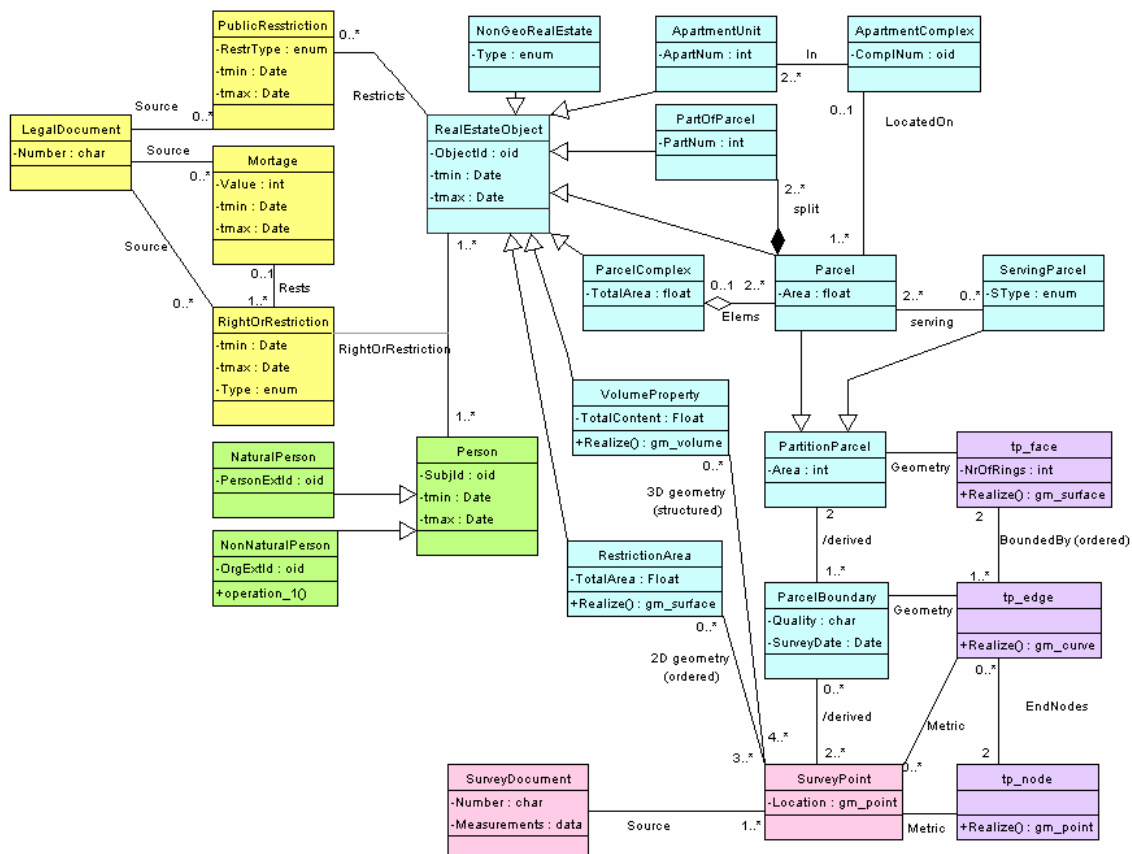
promjene možda je pogodnija za sustave kod kojih su značajnije podijeljene odgovornosti za djelovanje svakog podsustava. Čak i kod katastarskih sustava s potpuno odvojenim prostornim i dijelom za upravljanje zemljišnim interesima mogu se povezati događaji koji su i logički u nekom međuodnosu.

Dinamički model podataka katastra

Uvođenjem prostorno-vremenskog događaja katastra prevodi se Model jezgre domene katastra iz statičkog u dinamički oblik. U ovom dijelu rada opisano je uklapanje prostorno-vremenskog događaja katastra u Model jezgre domene katastra kako bi se dobio cjeloviti model. Na tom je modelu temeljena pokusna implementacija.

5. Model podataka sustava

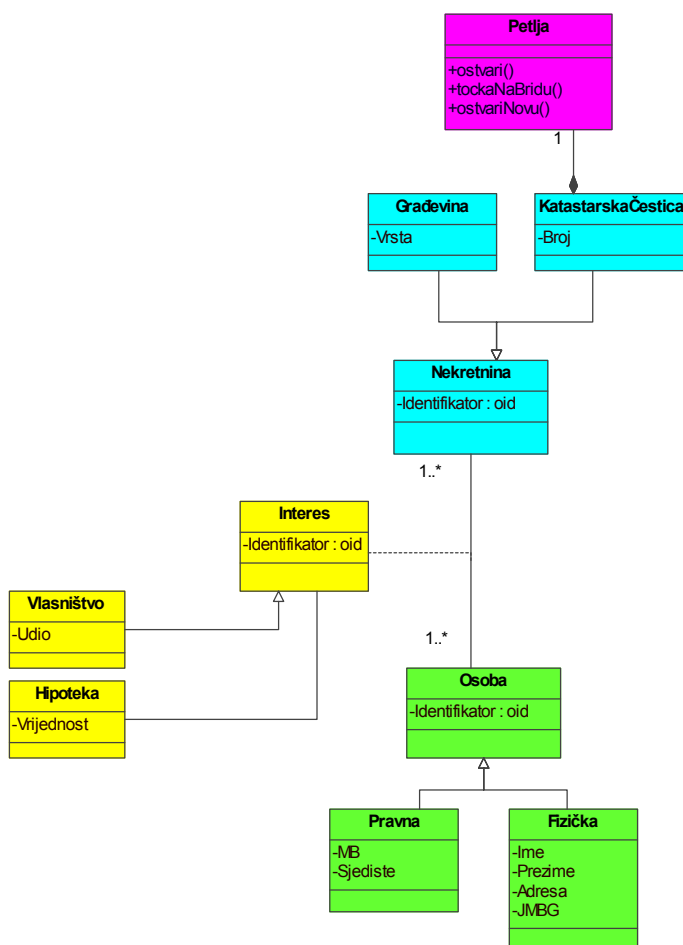
Model podataka temeljen je na objektnom pristupu modeliranju što je danas kod prostornih podataka najčešće i slučaj (Roić i dr. 2002b). Model podataka za potrebe ovog rada nastao je razradom CCDM. Dijagram klasa verzije iz Bamberga korišten je jer su obje strane još bile prikazane istim dijagramom (Slika 61) što je bolje za usporedbu s ovdje razrađenim modelom.



Slika 61. Dijagram klasa CCDM, verzija iz Bamberga (Oosterom i dr. 2004)

5.1. Jezgra modela

Jezgra modela podataka, pa i dijagrama klasa tri su osnovne klase objekata **Osoba**, **Interes** i **Nekretnina**. Odnosi između ovih klasa su jasni. Pravo predstavlja vezu između Osobe i Nekretnine. Jedna Osoba može imati interes na više nekretnina, a istovremeno na svakoj od tih nekretnina i druge osobe mogu imati interes. Veza između **Osoba** i **Nekretnina** višestruka je s obje strane što se učinkovito rješava modeliranjem "vezne" klase što je u ovom slučaju **Interes**. Iako se objektnim modeliranjem ovo može izbjeći jer su jer su veze "mnogi na mnoge" nativno podržane, interes je poseban činilac sustava i mora biti modeliran kao odvojeni objekt. Cjelokupna prostorna sastavnica modela sadržana je u klasi **Nekretnina** (Slika 62).

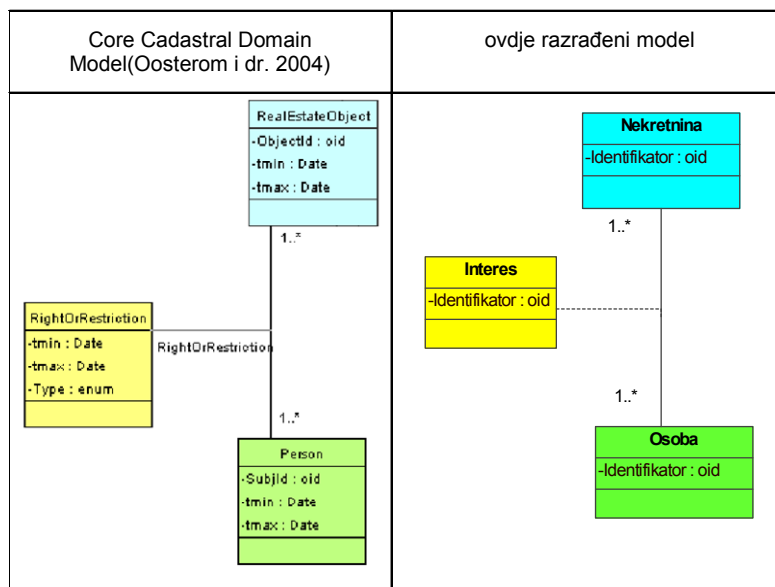


Slika 62. Jezgra modela

Ovdje je važno razmotriti još jedno pitanje, a to je modeliranje drugih ograničenja (osim hipoteke). U poglavlju o analizi CCDM naglašeno je kako hipoteka nije odnos između nekretnine i osobe već je vezana uz neki interes. Ona zato nije modelirana kao specijalizacija klase **Interes** nego kao posebna klasa vezana uz neki objekt klase **Interes**. Ograničenje vezano uz jednu nekretninu (pravo prolaza) često je određeno u korist druge nekretnine. Ako se ovakvo ograničenje modelira kao specijalizacija klase **Interes** biti će pohranjena dva puta, kao ograničenje jedne i pravo druge nekretnine. Ovo se dakle može modelirati kao i **Hipoteka**.

5.2. Dinamička sastavnica

Kako bi uočili važnu razliku između ovdje razrađenog modela i modela opisanog u (Oosterom i dr. 2004) usporedimo samo njihove osnovne klase (Slika 63).



Slika 63. Osnovne klase modela

Lako je zaključiti da je razlika dvaju modela nepostojanje vremenske sastavnice u ovdje razrađenom modelu. Uvedimo u model podataka jednu opću klasu događaja te je nazovimo **PVDK**. Slijedeći u (Worboys i Hornsby 2004) predloženi način prikaza koristiti će se za veze događaj-objekt krivulje, a za veze događaj-događaj dvostruke ravne linije. Veze objekt-objekt prikazane su i dalje standardnim UML načinom, jednostrukim ravnim linijama.

Vremenska sastavnica cijelog modela podataka sadržana je dakle u klasi događaja **PVDK**. Ovdje se lako uočava još jedna razlika u odnosu na CCDM. U CCDM objekt je vremenski određen svojim trenutkom nastanka odnosno trenutkom nestanka. Prostorno-vremenski događaj jednostavno se proširuje daljnjim važnim trenucima, prije i poslije samog trenutka provođenja, odnosno trenutka djelovanja događanja. Iako bi se ovo moglo uvesti i za eksplicitno modeliranu vremensku sastavnicu objekta kao kod CCDM, morala bi postojati značajna opravdanost za to jer se količina podataka značajno povećava. Kako jedan događaj može biti činilac promjena jednog, dva ili proizvoljno mnogo objekata uvođenje jednog dodatnog obilježja minimalno povećava ukupnu količinu podataka.

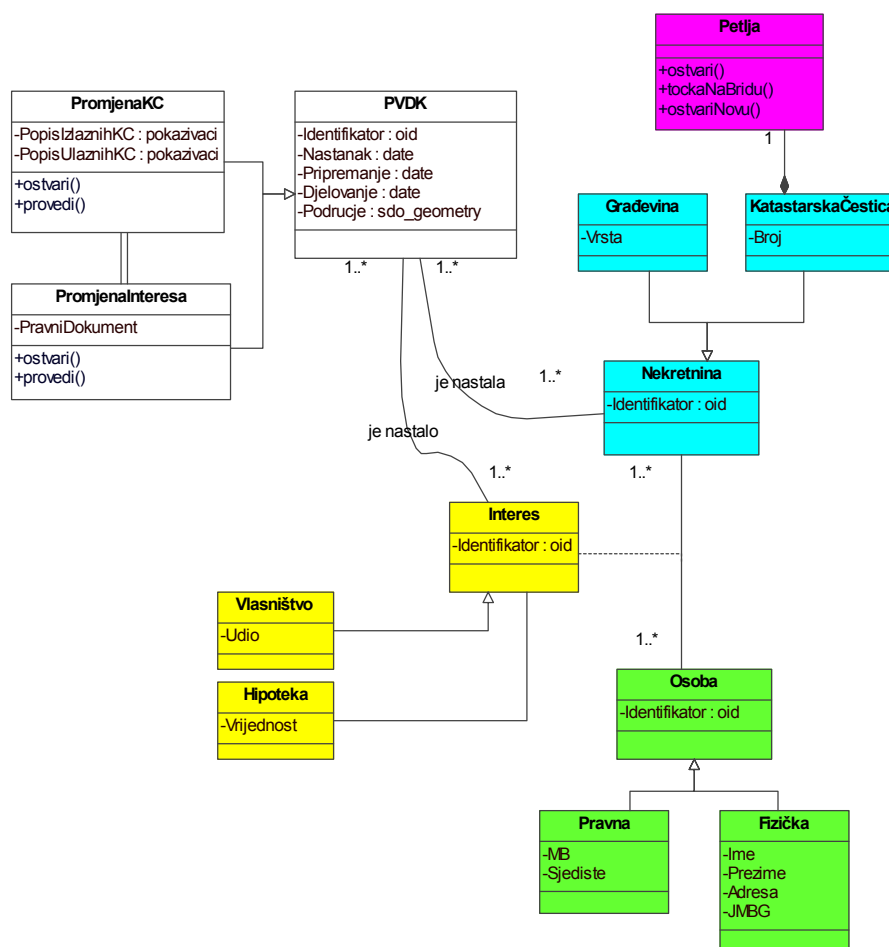
U okviru katastra moguće je prepoznati dvije vrste događaja koji mijenjaju obilježja objekata:

- promjena na prostornom dijelu (protezanju) i
- promjene na sadržaju interesa.

U model podataka sustava su zato uvedene dvije specijalizacije klase **PVDK** i to:

- **PromjenaKC** i
- **PromjenaInteresa**.

konačno dijagram klasa sadrži sve klase (Slika 64).



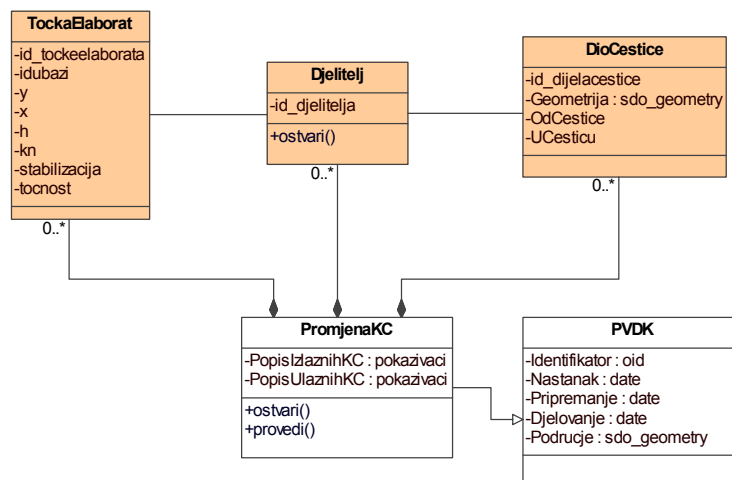
Slika 64. Dinamički model

Preostalo pitanje ovdje je odnos između dviju specijalizacija PVDK, odnosno između promjene sadržaja i protezanja interesa. Prema izlaganju iz prethodnih dijelova disertacije ovi događaji mogu biti u bilo kojem od odnosa redoslijeda događanja. Neki katastri zahtijevaju događanje promjene protezanja kako bi se mogla dogoditi promjena sadržaja interesa (na primjer austrijski), a drugi upravo obrnuto prvo zahtijevaju preraspodjelu sadržaja bez definiranja prostorne promjene koja slijedi tek kasnije (na primjer nizozemski). I među ovim vrstama postoje daljnje podvrste u pogledu postupaka tako da ne postoje dva potpuno jednaka katastra. Zbog tradicijske okrenutosti područja na kojem autor disertacije djeluje (Hrvatska) austrijskom pristupu katastru u disertaciji je prihvaćen upravo taj. Znači prostorna promjena mora prethoditi promjeni sadržaja interesa.

5.2.1. Prostorne promjene

Dinamička sastavnica modela podataka sadržana je u klasi **PVDK**. Ova klasa je općenita i ne pojavljuje se u obliku objekta. Dinamički dio prostorne sastavnice sustava sadržan je u klasi **PromjenaKC** koja je specijalizacija **PVDK**. Ovisno o stanju u kojem se nalazi biti će i sadržaj atributa ove klase ponešto drugačiji. Atributi *PopisUlaznihKC* i *PopisIzlaznihKC* sadržavaju samo pokazivače na katastarske čestice koje sudjeluju u promjeni odnosno koje će nastati provođenjem promjene određene konkretnim objektom. Iako bi se ova dva atributa odnosno njihovi sadržaji mogli izvesti iz skupa dijelova (katastarskih čestica) koje sudjeluju u promjeni, uvedeni su eksplicitno zbog preglednosti i dodatne kontrole slaganja formalnog i stvarnog sadržaja promjene.

Dijelovi katastarskih čestica koje sudjeluju u promjeni sadržani su u klasi **DioCestice**. Svaki objekt ove klase osim pokazivača na katastarske čestice od koje nastaje odnosno u koju prelazi promjenom (*OdCestice*, *UCesticu*) sadrži pokazivače na objekte klase **Djelitelj** i atribut *Geometrija* u kojem se pohranjuje ostvareni (SDO_GEOMETRY) oblik konkretnog dijela. Ovo je neophodno kako bi se i nakon provedene promjene mogao ostvariti objekt klase **PromjenaKC** i time dobiti uvid u njen sadržaj. Ostvarivanje objekata klase **PromjenaKC** obavlja se spajanjem objekata klase **DioCestice** koji se pak ostvaruju operacijama djelitelja nad ulaznim površinama. Po ostvarenju promjene odnosno nakon djelovanja ulazna površina kakva je postojala prije djelovanja više ne postoji, pa se ni dijelovi više ne mogu ostvariti. Upravo zbog toga se ostvareni oblik dijelova čuva u okviru objekta klase **PromjenaKC**. Uvođenje redundancije u vidu pohrane ostvarenog oblika dijelova ne opterećuje kompaktnost modela podataka. Trenutno stanje sustava uvijek je u najkompaktnijem stanju i bez opterećenja prošlim stanjima objekata. Cjelokupno prošlo stanje je sadržano u objektima klase **PromjenaKC** kojima se nakon djelovanja može upravljati odvojeno. Pristupanje je potrebno samo prilikom uvida u promjenu ili prošlo stanje dijela sustava. U okviru objekata klase **Djelitelj** sadržani su djelitelji u topološkom obliku, dakle kao popis pokazivača na točke. Pokazivači dakako mogu biti na nove točke, nastale promjenom, ili postojeće koje se već nalaze u bazi. Oduzimanje površina obavlja se u geometrijskom obliku pa je u svrhu ostvarivanja objekata ove klase implementirana metoda "ostvari". Točke koje nastaju ili bivaju promijenjene promjenom, odnosno oblik njihove promjene pohranjen je u objektima klase **TockaElaborat**. Kako se nove točke u okviru promjene označavaju cijelim brojevima s negativnim predznakom, a svoje definitivne identifikatore dobivaju tek u trenutku provođenja promjene, uvedeni su odvojeni atributi za identifikator točke u promjeni (elaboratu) i u bazi (*Id_TockeElaborata* i *IdUBazi*). Ostali atributi ove klase definiraju promjenu ili nastanak točke u pogledu geometrije i opisnih podataka. Svi objekti klase **DioCestice**, **Djelitelj** i **TockaElaborat** pohranjeni su u okviru objekta klase **PromjenaKC** i ne mogu postojati kao odvojeni (Slika 65).



Slika 65. Dijagram klasa **PromjenaKC**

Svakako je prvenstvena svrha objekata klase **PromjenaKC** upravljanje postupkom provođenja promjena u sustavu. Ostvarivanjem objekata ove klase nastaje skup geometrijskih objekata koji predstavljaju stanje područja zahvaćenog promjenom prije i nakon događanja. Iako je u konačnici oblik u kojem se objekti klase **KatastarskaCestica** topološki (petlja - točka) sve se promjene ravninske particije moraju obaviti odnosno provjeriti u ostvarenom (geometrijskom) obliku. Osim ostvarivanja geometrijskih elemenata koji će predstavljati geometriju novih ili promijenjenih objekata **Tocka** ili **KatastarskaCestica** ostvarivanjem promjene obavljaju se i kontrole njezine tehničke ispravnosti.

Princip provođenja prostornih promjena temelji se na prepoznavanju vrsta promjena i njihovom ostvarivanju, provjeravanju i provođenju u jednom zatvorenom i cjelovitom postupku. Osim u okviru postupka provođenja, promjene se mogu ostvarivati i provjeravati i zasebno u svrhu prevođenja PVDK u stanje u kojem ispunjava unutarnje tehničke preduvjete (Definicija 4.10).

5.2.2. Promjene interesa

Jedan od najčešćih oblika pojave zemljišnih interesa je pravo vlasništva. Pravo vlasništva može se mijenjati različitim postupcima od kojih je najčešći kupoprodaja. Za potrebe probne implementacije modela modelirano je pravo vlasništva kao jedan od zemljišnih interesa, i postupak prijenosa prava vlasništva ugovornim postupkom kupoprodaje. Prema razvrstavanju u prethodnim poglavljima promjene interesa mogu biti:

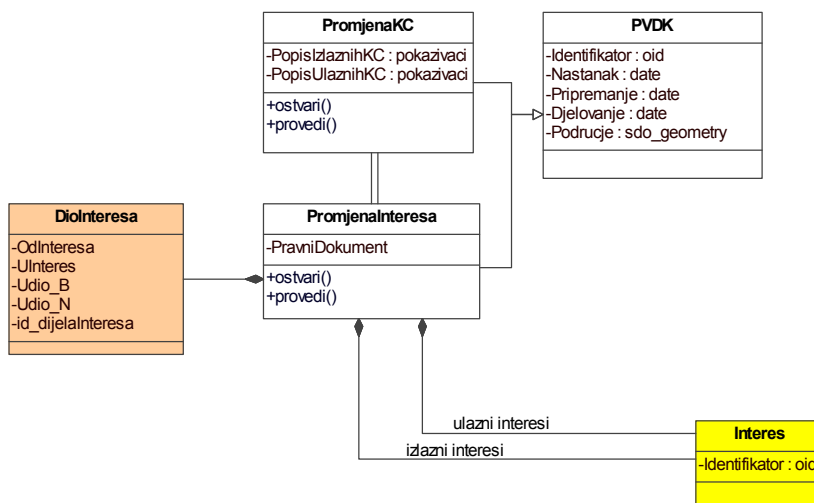
- promjena protezanja interesa (ili prostorna promjena),
- promjena sadržaja interesa (ili promjena interesa) i
- složena promjena interesa.

Kako bi bilo moguće provođenje promjena interesa potrebno je modelirati događaj u kojem će promjena biti pohranjena i mehanizme koji će prema podacima u događaju promijeniti stanje podataka sustava. Ovaj događaj modeliran je u klasi **PromjenaInteresa** koji je specijalizacija klase **PVDK**. Događaj **PromjenaInteresa** može djelovati na tri načina. Promjena sadržaja interesa najjednostavniji je oblik promjene u katastru. Za ovu promjenu objekt klase **PromjenaInteresa** služi za provedbu promjene, dakle preraspodjelu suvlasničkih udjela ili prelazak cijelih interesa između osoba. Također po provedbi promjene čuva kopije ulaznih i izlaznih interesa ali i dijelove koji su služili za njeno provođenje. Naknadno poznavanje dijelova obogaćuje uvid u prirodu i tijek promjene. Ako se radi o promjeni protezanja interesa (promjena u ravninskoj particiji kod koje ostaju osobe, katastarske čestice i udjeli interesa nepromijenjeni) čuva kopije ulaznih i izlaznih interesa u svrhu omogućavanja naknadnog uvida u promjenu. Osim toga služi kao pokretač prostorne promjene i dodatna kontrola obavljene i ugovorene prostorne promjene (prelazak površine). Konačno, složena promjena interesa sastavljena od prostorne i promjene interesa treći je način djelovanja objekta ove klase. Očuvanje površine, odnosno prostorne cjelovitosti katastarskih čestica omogućava prvim dvjema vrstama promjena da budu obavljene preraspodjelom udjela vlasništva bez poznavanja površine. Ovdje to nije slučaj pa je za preraspodjelu, odnosno definiranje dijelova potrebno poznavati i u promjenu interesa ubilježiti njihove površine. Događaj sada prvo ostvari prostornu promjenu i preuzme podatke o njoj (nove površine) te ih koristi za kontrolu provođenja promjene interesa. Promjena interesa se prvo pripremi preraspodjelom dijelova, a ako su sve kontrole u redu provodi se prvo promjena protezanja pa promjena sadržaja interesa.

U klasu **PromjenaInteresa** uvode se atributi *PoljeUlaznihInteresa* i *PoljeIzlaznihInteresa* u kojima su kopije interesa koji su ulaz u odnosno izlaz iz promjene. Interesi koji nastaju konkretnim događajem označavaju se u *PoljeIzlaznihInteresa* negativnim cijelim brojevima, a sustav u trenutku provođenja svakom od njih dodjeljuje identifikator. Novonastali interesi moraju biti povezani s nekom osobom.

Promjena je određena dijelovima koji prelaze iz jednog interesa u drugi. Ovi su dijelovi pohranjeni u klasi **DioInteresa**. Kod provođenja promjena na suvlasničkim udjelima, u atributima *OdInteresa*, *UInteres*, *Udio_b* i *Udio_n* klase **DioInteresa** pohranjeni su pokazivači na interes od kojeg odnosno u koji dio prelazi te brojnik i nazivnik udjela definiranog u obliku razlomka (Slika 66). Kada se radi o preraspodjeli suvlasničkih udjela oni su definirani razlomkom i dalje se održavaju kao razlomci. Za zbrajanje razlomaka pripremljen je u okviru razvijenog sustava jednostavni potprogram *Zbroji_razlomak*. Ovdje

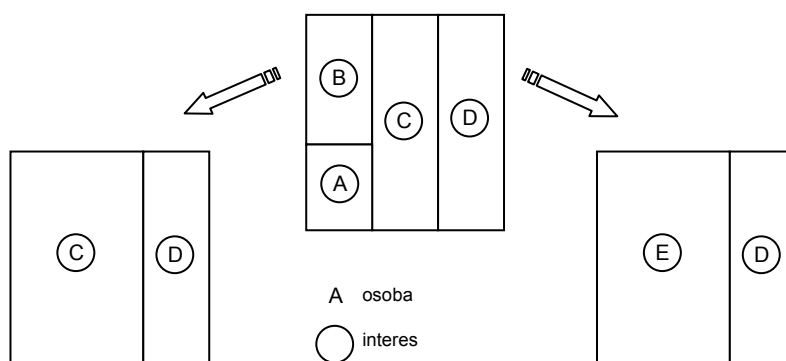
se površina katastarske čestice uopće ne koristi već se sva računanja obavljaju u udjelima definiranim razlomcima.



Slika 66. Dijagram klasa PromjenaInteresa

Kod prelaska interesa na cijeloj katastarskoj čestici s jedne osobe na drugu uz zadržavanje identiteta katastarske čestice nestaje jedan interes u cijelosti odnosno od njega nastaje novi. Kako bi se modelirao ovakav prijenos interesa potrebno je znati polazni interes, dakle polaznu osobu i katastarsku česticu i konačno osobu koja je novi nosilac interesa. U događaju je ovdje potrebno zadati ulazni interes te novog nosioca interesa. Niti ovdje nije potrebno znati površinu koja je predmetom prijenosa, jer se prenosi cijela katastarska čestica bez obzira na površinu.

Jednostavniji slučaj složene promjene interesa temelji se na promjenama interesa na cijelim katastarskim česticama te njihovim spajanjem u nove katastarske čestice. Spajanje katastarskih čestica može biti obavljeno s nekom postojećom na kojoj već postoji interes kakav bi se osnovao na novima pa se ne osniva novi interes nego samo mijenja postojeći, ili može biti obavljeno spajanje s osnivanjem novog interesa (Slika 67).



Slika 67. Jednostavniji oblici složene promjene interesa

Ovo se može modelirati na dva načina i to odvajanjem promjene protezanja i promjene sadržaja interesa, u kom slučaju prvo mora biti obavljena promjena sadržaja interesa, a onda se obavlja spajanje katastarskih čestica s istim interesima. Drugi način je obavljanje obje promjene u istom postupku. Kako je potrebno modelirati i složenije promjene od ove, a koje se ne mogu razdvajati na dva dijela, ovo je modelirano u jednom postupku. Ipak i

ovdje spomenuti "jedan postupak" treba uzeti s rezervom pošto su već inače promjene protezanja i promjene sadržaja interesa odvojene u posebne događaje.

Pripremljena promjena protezanja s poznatim podacima novonastalih ili promijenjenih katastarskih čestica kakve će biti nakon promjene osnova su za stvaranje promjene interesa. Postupak provedbe sada je temeljen na poništavanju svih ulaznih objekata (katastarskih čestica i interesa) stvaranju novih korištenjem podataka iz događaja te konačno njihovim unosom u bazu podataka sustava. Cjelokupna promjena se pokreće pokretanjem postupka provođenja promjene sadržaja interesa koja inicira promjenu protezanja koja se obavlja prva, a tek onda se provodi promjena sadržaja interesa. Kada je obavljena promjena protezanja obavlja se preraspodjela interesa prema podacima pripremljenim u objektu klase **PromjenaInteresa**. Upravo kako bi ovo bilo moguće uspostavljena je veza između dviju specijalizacija klase **PVDK**. Objekt klase **PromjenaKC** omogućava svojim događanjem objektu klase **PromjenaInteresa** da se i on dogodi.

5.3. Geometrijska sastavnica

Jezgra sustava zahtjeva mogućnost upravljanja dvjema vrstama prostornih objekata, katastarskim česticama i međnim točkama. Katastarske čestice trebaju biti modelirane kao topološki element petlja odnosno njegovo ostvarenje geometrijski element, površina. Međne točke su u topološkom smislu čvorovi, odnosno točke kao ostvarenje čvorova. S ovim potrebama u vidu geometrijski je podsustav moguće modelirati na više načina.

Jedna definicija svrhe topološkog strukturiranja podataka dana je u (OGC 2001). Tamo stoji da je svrha topološkog strukturiranja prostornih podataka ubrzavanje računske geometrije i upravljanje prostornim objektima odvojeno od njihove geometrije. Istraživanje razlika, odnosno prednosti i nedostataka eksplicitno i implicitno strukturiranih topoloških podataka dano je u (Baars 2003) s tim da su eksplicitne strukture temeljene na relacijski orijentiranom "krilati-brid" modelu. U (Bjornsson 2004) su opisane prednosti "implicitne topologije", odnosno čisto geometrijske strukture u sprezi s pravilima koje podaci moraju zadovoljavati.

U razdoblju nepostojanja nativnih implementacija prostorne analitičke funkcionalnosti u okviru baza podataka, prvenstvena prednost topološki strukturiranih podataka bila je kvantitativno ili kvalitativno poboljšavanje analitičke funkcionalnosti sustava. Ovo danas više nije toliko važno. Softverska rješenja, dakle prvenstveno prostorne baze podataka ako razmišljamo o katastarskim sustavima, danas raspolažu brzom i učinkovitom analitičkom funkcionalnošću implementiranom na nativnoj razini sustava, i teško nadmašivom ugrađivanjem topoloških struktura viših razina (u logičkom modelu podataka). Zanimljivo je da se čak i kod čisto topoloških upita (susjednost) na topološki modeliranim podacima u sustavu koji nativno podržava topološko modeliranje, geometrijski upiti obavljaju gotovo jednako učinkovito (Louwsma 2003).

S druge strane topološkim strukturiranjem prostornih podataka smanjuje se razina redundancije podataka i pojednostavljuje održavanje sustava u konzistentnom stanju. Ovo je kod katastra važno, pa se u (Oosterom i dr. 2004) preporuča korištenje topološki strukturiranih podataka za model njegovih podataka. U postupku razvoja implementacijskog modela prostornog informacijskog sustava najvažnije je pronaći najpovoljniji odnos između čisto geometrijski i topološki modeliranih prostornih podataka (Oosterom i dr. 2002).

Tradicijske topološke strukture kao polu-brid i krilati brid, opisane u (Matijević 2004), temeljene su na potpunoj hijerarhiji topoloških elemenata (čvor - brid - petlja) i prirodno okrenute relacijskom modelu podataka s redundancijom svedenom na najmanju moguću mjeru. Pod potpunom hijerarhijom smatra se ovdje uvjet da sve vrste (ili topološke

dimenzije) elemenata moraju u modelu biti prisutne. Dakle nije moguće, ako bi se iz nekog razloga htjelo, izbaciti primjerice bridove iz modela te ga dalje razvijati samo na petljama i čvorovima. Razlog tome je upravo njegova okrenutost relacijskom modelu odnosno nepostojanje native podrške za "mnogi na mnoge" veze.

Suvremena topološka struktura namijenjena održavanju prostornih podataka ravninske particije definirana je u ISO 19107 (ISO 2003) međunarodnoj normi s usmjerenim (engl. *directed*) elementima (čvor, brid, prsten, petlja). Glavne prednosti ovog modela su okrenutost objektnom modelu (mnogi na mnoge) i (orijentirani) brid kao središnja klasa elemenata modela. Osnovna ideja ovdje je pohrana brida jednom, te nadalje pokazivačima na brid u pojedinoj petlji gdje se uvodi orijentacija (pozitivna ako je u toj petlji smjer brida jednak njegovom stvarnom smjeru). Konačno željeni rezultat prelaženja (engl. *traversal*) elemenata petlje, poredani skup čvorova (ili točaka u ostvarenju), može se ovdje ostvariti pohranom poredanih ili neporedanih pokazivača na bridove. Izbor ovisi o želji rasporeda opterećenja sustava pošto će neporedani skup biti jednostavniji za stvaranje, pohranu i održavanje ali će zahtijevati značajno više računskih resursa prilikom ostvarivanja. Kod poredanog skupa odnosi su upravo obrnuti.

Ipak, svojstva objektnog modela otvaraju mogućnost uvođenja i drugačijeg modela. Prostorni objekti koji nas kod (većine) katastarskih sustava zanimaju jesu točke i površine. Katastarske čestice prostorno su određene svojim granicama, koje su određene krajnjim točkama. Ako ne postoji neki posebni razlog za suprotno, sva se svojstva graničnih linija mogu izvesti iz svojstava njihovih krajnjih točaka. Ako bi se održavanje ravninske particije moglo obaviti bez eksplicitnog modeliranja bridova, a oni i nisu potrebni za neku klasu više logičke razine, ostvaruje se značajna ušteda u količini podataka, ali i složenosti sustava.

Katastarski sustavi vrsta su prostornih informacijskih sustava s nekim posebnostima koje kod drugih nisu prisutne ili toliko značajne. Kako se ovdje najčešće radi o sustavu razine cijele države svaki će značajniji stupanje redundancije biti nepoželjan. Nadalje kako se radi o prvenstveno sustavu za obradu transakcija, analitička funkcionalnost može se staviti u drugi plan. S druge strane sustav mora biti u stanju obraditi veliku količinu kako upita o trenutnom stanju podataka, tako i promjena na njima, naravno uz najveću moguću sigurnost očuvanja konzistencije.

Daljnja važna činjenica je čvrsta povezanost provođenja promjena u sustavu u propisima. Svaka promjena prostornih svojstava prostornih objekata mora biti točno onakva kakva je definirana dokumentom koji je uzrokuje, pa neke eventualno izračunate ili izvedene vrijednosti moraju odgovarati na primjer onim izmjerenim na terenu. Za ispunjenje ovakvih uvjeta potrebno je definirati i implementirati pravila koja uvjetuju ispravnost odnosno provedivost promjene.

5.3.1. Uvodne napomene o preciznosti računanja i konzistentnosti podataka

Računala ne mogu raditi s beskonačnom preciznošću računanja. Zbog pogreške zaokruživanja nije moguće isključivo računski jednoznačno odrediti topološku strukturu geometrijskog objekta. U (Milenkovic 1988) predložena su dva pristupa rješavanju problema ne-jednoznačnosti:

- normalizacija podataka i
- metoda skrivene varijable.

Normalizacija podataka definirana je kao mijenjanje strukture i parametara podataka neznatno tako da se nađu u konfiguraciji za koju su operacije temeljene na računanju s

konačnom preciznošću dokazivo ispravna. Geometrijski podsustav implementacije katastarskog sustava radi na sličnim principima.

Bez obzira bili oni modelirani eksplicitno ili implicitno bridovi su uz čvorove osnova ravninskog grafa za održavanje ravninske particije. Pravila konzistentnosti odnose se uvijek na čvorove i bridove pa ih se treba pridržavati i kod implicitnih bridova kao u našem petlja - čvor modelu.

Tako (Milenkovic 1988) definira pet pravila koja moraju biti zadovoljena kako bi poligonalna područja (engl. *polygonal regions*), odnosno u ovom radu korišten izraz površine, bile normalne. Ako se sustav sastoji od čvorova kao poredanih parova vrijednosti konačne točnosti koji predstavljaju točke u ravnini, te bridova kao poredanih parova čvorova koji predstavljaju orijentirane linije u ravnini, a poznata je vrijednost ϵ onda su uvjeti ispravnosti:

- niti jedna dva čvora nisu bliže od ϵ ,
- niti jedan čvor nije bliže od ϵ niti jednom bridu kojem nije krajnji čvor,
- niti jedna dva brida se ne sijeku osim u krajnim čvorovima,
- za svaki čvor kutno poredani skup bridova mijenja se uzastopce između dolazećeg i odlazećeg brida,
- za svaku točku u ravnini (engl. *topological winding number*) je 0,1 ili nije definiran.

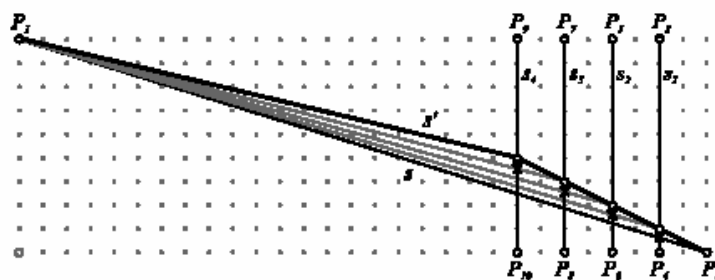
Iako ih je navedeno ukupno pet zadovoljenje prva tri uvjeta daje ispravan skup čvorova i bridova, dakle ravninsku particiju. Nešto drugačija, ali opet tri osnovna uvjeta koji moraju biti ispunjeni da bi se ravninska particija nalazila u konzistentnom stanju daje i (Molenaar 1998):

- čvorovi ne smiju koincidirati,
- bridovi se ne smiju preklapati i
- niti jedna dva brida se ne smiju sjeći.

Razlika između dva pristupa se ogleda u praktičnom pristupu prvog koji definira razlučivost sustava dok je drugi teoretski orijentiran.

Na kraju je važno naglasiti da je u svrhu ispitivanja uvjeta provjere potrebno obaviti postupcima računske geometrije, dakle potrebno je ostvariti topološke elemente i s njihovim ostvarenjima obaviti potrebna ispitivanja.

Prostorni informacijski sustav upravlja geometrijskom sastavnicom prostornog podatka s nekom unaprijed određenom preciznošću. Jedan od slučajeva kod kojih je preciznost geometrije izuzetno važna je geometrijski konstantna promjena. Kod geometrijski konstantne promjene mijenja se topologija uz zadržavanje geometrijskih svojstava. Ovo je jasno moguće samo u okviru preciznosti geometrijskih podataka sustava. Ostvarenje čvora koji je nastao podjelom brida ograničeno je na jednaku točnost kao i krajnji čvorovi brida. Ako moguće položaje točaka zamislimo kao pravilnu rešetku točaka razmaknutih za vrijednost jedne jedinice preciznosti, vidljivo je da nove točke nastale presijecanjem linija kojima se krajnje točke nalaze na rešetki, ne moraju nalaziti na njoj. Postupkom snap-zaokruživanja one su pomaknute na rešetku čime se gubi geometrijska konstantnost. Uzastopnim presijecanjem ovo može biti i značajno izraženo (Slika 68).



Slika 68. Skrenuti dijelovi linije (engl. drifting line segments) (Hölbling i dr. 1998)

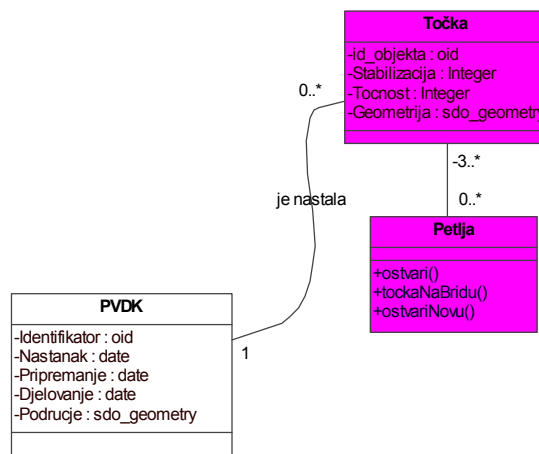
U slučaju da se uz topološku konzistentnost zaista želi zadržati i geometrijska konstantnost prilikom geometrijski konstantne podjele brida (Hölbling i dr. 1998) predlažu metodu nazvanu presjek nultog reda (engl. *zero order intersection*). Ideja se temelji na čuvanju izvorne linije (segment nultog reda) i računanje daljnjih presjek uvijek s njom. Samo ako je zadržavanje višeg stupnja geometrijske konstantnosti važno ova metoda opravdava povećane zahtjeve za pohranom, ispitivanjem reda segmenta i računanjem presjeka. Ovo će kod sustava državne razine ipak biti teže za opravdati. Jednostavnost održavanja u konzistentnom stanju ovdje je najvažnija. Osim toga svaka promjena mora u takvom sustavu biti unaprijed određena i dokumentirana pa će i nastajanje točaka na linijama, odnosno njihove geometrije biti izračunato u okviru pripremanja, a ne provođenja promjene. Nadalje, logično je da i točke na postojećim međama katastarskih čestica, nastale prilikom podjele susjedne katastarske čestice također moraju na terenu biti izmjerene i označene što ih stavlja u istu vrstu kao i druge međne točke.

5.3.2. Topološka podatkovna struktura petlja - čvor

Čvor je topološki element čije je ostvarenje geometrijski element točka. Čvor dakle nema metričke vrijednosti već je samo element ravninskog grafa. Zbog jednostavnosti u ovdje razvijenom je modelu geometrijski podatak (koordinata) pohranjena u čvoru pa je on u stvari već u ostvarenom obliku, dakle točka. Kod složenijeg sustava s više slojeva podataka koji koriste isti skup geometrijskih podataka može se modelirati odvojeno čvor od točke. U našem slučaju trebati će takva klasa za objekte petlja koja će moći čuvati pokazivače na čvorove koje ju čine. Osim toga nisu potrebni drugi atributi za ovu klasu, ali je potrebno predvidjeti metodu koja će ostvariti petlju. Ova metoda mora od petlje (topološki element) stvoriti površinu (geometrijski element), a tražiti ćemo da ostvarenje bude u nativnom formatu korištene platforme, dakle metoda vraća objekt klase SDO_GEOMETRY. Ova će metoda imati naziv "ostvari" i biti će implementirana kao članska.

Sve provjere i stvaranje novih prostornih objekata odvijati će se u ostvarenom obliku. Ovo je potrebno jer nije moguće ispitati pravila za očuvanje konzistentnosti u čisto topološkom obliku. No kada je postupak stvaranja novih objekata završen oni se pretvaraju u topološki petlja - točka oblik i u tom obliku čuvaju u bazi. Slobodna funkcija koja od nativnog geometrijskog oblika SDO_GEOMETRY stvara topološki nazvana je "sdo2Topo".

Konačno, klasa **Točka** sadrži ostvareni oblik čvora u nativnom SDO_GEOMETRY obliku uz podatke o točnosti i stabilizaciji točke. Ostvareni oblik geometrije znatno olakšava prostorno indeksiranje tablice što je i općenito od presudne važnosti za sve prostorne objekte. U objektu klase **Točka** ostvarena je veza (pokazivač) na objekt klase **PVDK** kojim je isti nastao (Slika 69).



Slika 69. Dijagram klasa petlja - točka

U implementaciju geometrijskog podsustava, odnosno u mehanizme za provođenje promjena ugrađeni su uvjeti. Uvjet jednoznačnosti položaja točke kaže da niti jedne dvije točke ne smiju biti na udaljenosti manjoj od unaprijed određene preciznosti. Ako neka točka koja treba nastati ima položaj unutar kruga, čiji je polumjer jednak preciznosti sustava, sa središtem u bilo kojoj već postojećoj točki, nova točka mora bilo manualno ili automatski biti pomaknuta ili na postojeću točku ili van kruga.

Osim nekom drugom pripadniku skupa točaka, svaki novonastali pripadnik skupa točaka ne smije se nalaziti na udaljenosti manjoj od dozvoljene bilo kojem pripadniku skupa bridova. U slučaju da bridovi nisu modelirani eksplicitno, već samo kao implicitni dio petlje potrebno je kod ispitivanja ovog uvjeta uključiti petlje. Osim odnosa točke i petlje, odnosno površine, potrebno je zadovoljiti uvjet odnosa dvaju bridova, odnosno dviju petlji ili površina. Opet, ako nisu bridovi eksplicitno modelirani ispitivanje ovog uvjeta provoditi će se na petljama. Sada je potrebno imati u vidu način provođenja promjena u sustavu. Promjena je prvo u cijelosti definirana i pripremljena u konkretnom objektu u sustavu. Promjena se u jednom trenutku ostvaruje korištenjem unaprijed pripremljenih mehanizama. Mehanizmi su modelirani tako da uzmu u obzir cijelu promjenu, te na kraju ocjenjuju njezinu ispravnost kao cjeline. Ovo je važno zbog toga što je u nekom dijelu postupka provođenja moguće i dozvoljeno pojavljivanje nekonzistentnosti, ali u konačni rezultat mora zadovoljavati sve uvjete.

Uvjeti za održavanje ravninske particije su dakle:

- uvjet jednoznačnosti položaja točke,
- uvjet odnosa točke i petlje i
- uvjet odnosa petlje i petlje (petlje mogu biti samo u DISJOINT ili TOUCH odnosu. Dalje je zbog implementacijske okrenutosti korišten Oracle skup prostornih predikata).

5.3.2.1 Utjecaj geometrijskih promjena

Geometrijske promjene odnose se isključivo na položaj ostvarenja čvora ravninskog grafa, točke. U slučaju kada ne bi bilo potrebno bilježiti prošla stanja ovo bi se obavljalo na trivijalan način promjenom koordinata točke uz provjeru postavljenih preduvjeta očuvanja ispravnosti ravninske particije ali ni potreba za bilježenjem prošlih stanja ovdje nije složena.

Zbog svega navedenog dodana je kao članska funkcija klasi **Promjena_kc** metoda "ostvariNovu". Ova metoda za instancu klase **Petlja** čiji je član uz preuzet skup novih točaka koje nastaju promjenom (dakako ovdje su zanimljive samo one koje se poboljšavaju) koje je dio, vraća njezin ostvareni (geometrijski) oblik ali s novim koordinatama točaka. Ova metoda se koristi u postupku ostvarivanja promjene kako bi promjene nastale poboljšanjem bile ostvarene samo u svrhu prikaza ali bez njihove pohrane u skup ostvarenih dijelova promjene. Ona se također koristi u postupku provođenja promjene kada se u okviru promjene dodaju geometrijski oblici katastarskih čestica zahvaćenih poboljšanjem i to prije i nakon poboljšanja.

Geometrijski konstantne promjene mogle bi nadalje biti zanemarene u pogledu bilježenja za uvid u prošla stanja. Prethodna tvrdnja je točna uz dvije napomene. Prva od njih je povećavanje složenosti algoritma za ostvarivanje uvida u prošla stanja koja zahvaćaju više od jedne promjene (stanje u prošlom trenutku za točku i njezinu okolinu ili stanje u prošlom trenutku za određeni prostorni zahvat). Razlog tome leži u algoritmu za ostvarivanje prošlih stanja sustava koji se temelji na prostorno vremenskoj projekciji. Prostorno vremenska projekcija ostvaruje se i korištenjem prostornih predikata za određivanje odnosa među objektima, a koji su osjetljivi na geometrijski konstantne promjene. Bolje rečeno ovi predikati ne prepoznaju geometrijski konstantne promjene kao takve već kao i sve druge promjene pa izvorni i geometrijski konstantno promijenjeni objekt ne smatraju jednakim. Ostvarivanje jedne promjene za uvid nije podložno ovom utjecaju jer je sve potrebno za uvid već pohranjeno u ostvarenom obliku u okviru promjene. Kako cilj koji se želi ostvariti u okviru disertacije obuhvaća i mogućnost složenijih povijesnih upita ravnoteža između složenosti modela promjene i algoritma za prostornu projekciju upućuje na potrebu jednoznačnog bilježenja geometrijski konstantnih promjena. Empirijskim pokusom ustanovljeno je izrazit porast složenosti algoritma za vremensku projekciju u slučaju izostavljanja bilježenja geometrijski konstantnih promjena u okviru promjene (događaja).

S implementacijske strane gledano geometrijski konstantne promjene ne prijavljuju se odnosno ne modeliraju na poseban način u okviru promjene. Geometrijski konstantne promjene sustav automatski prepoznaje i provodi. Geometrijski konstantne promjene mogu se pojaviti:

- na rubu zahvata promjene i
- unutar zahvata promjene.

Zato je pripremljena još jedna članska metoda instance klase **Petlja** nazvana "tockaNaBridu". Njezino djelovanje je jasno i jednostavno. Za proslijeđenu petlju (koje je uostalom i član), te proslijeđen skup novih točaka, ostvaruje svaki brid petlje i provjerava nalazi li se neka od novih točaka na njemu. Ako je to slučaj u novu petlju koju priprema dodaje nađenu točku (čvor) na odgovarajuće mjesto. Postupak obavlja za sve nove točke pa ga je za svaku petlju potrebno obaviti samo jednom, a ne onoliko puta koliko ima novih točaka na konkretnoj petlji. Ovu metodu koristi funkcija za provođenje promjena kako bi ažurirala petlje u susjedstvu promjene koje su eventualno zahvaćene geometrijski konstantnim promjenama. Dakle korištenjem ove metode rješavaju se geometrijski konstantne promjene na rubu zahvata promjene.

Još složenije od njih su geometrijski konstantne promjene unutar zahvata promjene. Kod ostvarivanja dijelova u procesu ostvarivanja objekata klase **PVDK** odnosno konkretno **Promjena_kc** mogu nastati dijelovi koji ne sadržavaju sve novonastale točke. Razlog tome je što nove točke koje trebaju nastati na postojećim granicama ulaznih površina u okviru iste **Promjena_kc** nisu u postupku ostvarivanja uzete u obzir (nisu u popisu točaka ulazne petlje). Razlog tome je normalno činjenica da one još nisu ubačene u bazu. Zbog toga je potrebno ove točke uključiti u odgovarajuće objekte klase **Petlja**, bilo prije

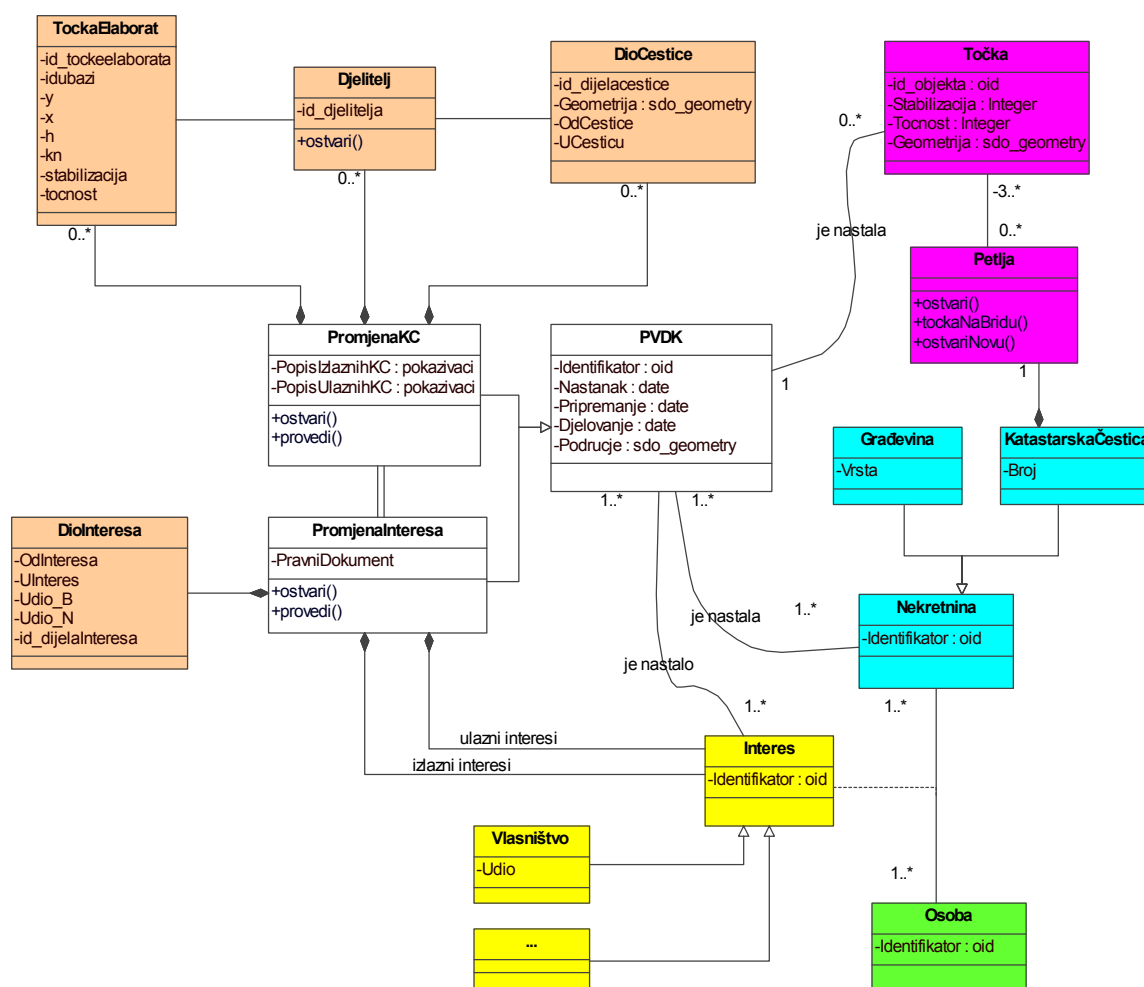
stvaranje dijelova, ili kada su dijelovi već stvoreni. U konkretnoj implementaciji ovo se obavlja kada su dijelovi stvoreni, a u tu svrhu pripremljena je posebna slobodna funkcija nazvana "točkaDijeliLiniju" (ovdje je umjesto brida korišten pojam linija jer se i radi o njegovom ostvarenom obliku, liniji). Ona za prosljeđeni ostvareni dio promjene i traženu točku vraća njegovu geometrijski konstantno promijenjenu verziju koja dalje služi za stvaranje novih geometrijskih oblika katastarskih čestica.

5.3.2.2 Utjecaj topoloških promjena

Topološke promjene prvog reda nisu detaljno implementirane u okviru ove disertacije ali je njihova implementacija jednostavna temeljem stečenih saznanja. Topološke promjene drugog reda implementirane su na višoj razini odnosno u postupku provođenja promjene i bez neposrednog utjecaja na ovu najnižu razinu prostorne podatkovne strukture.

5.4. Cjeloviti model

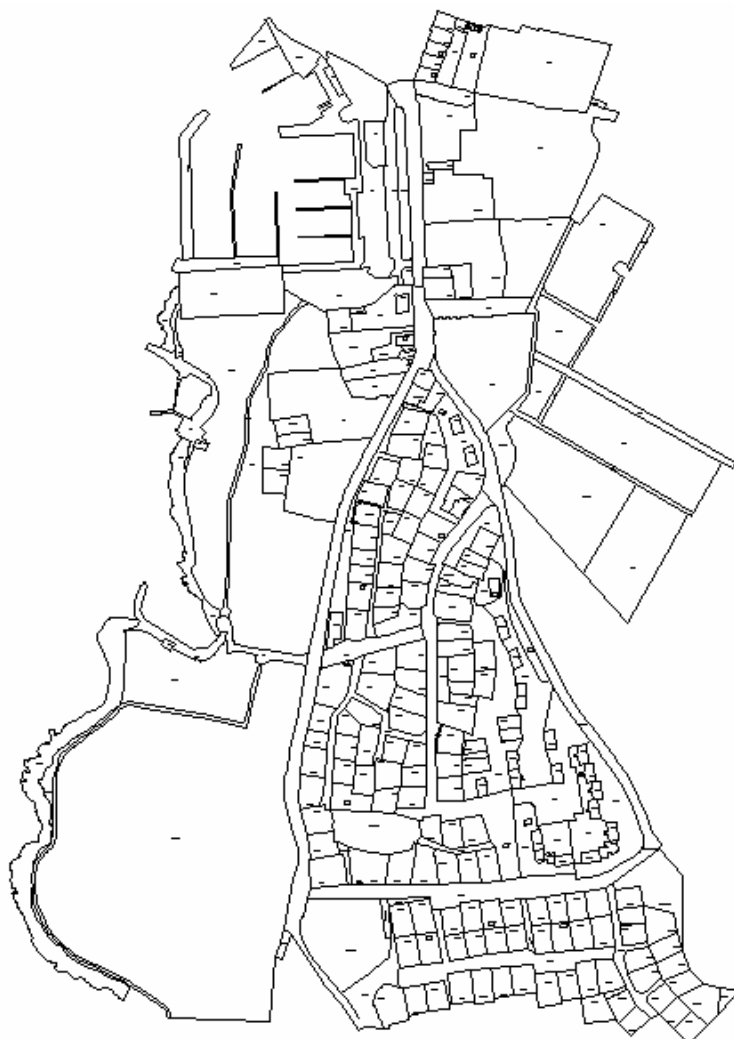
Prema svemu opisanom u prethodnim poglavljima može se oblikovati cjeloviti dijagram klasa za model katastra razvijen u okviru disertacije (Slika 70).



Slika 70. Dijagram klasa implementacije sustava

6. Izvedba i djelovanje sustava

Kako bi bilo moguće ispitati odnosno prikazati mogućnosti sustava potrebno je imati skup podataka kojima će sustav upravljati. U tu svrhu preuzeti su podaci prototipske katastarske općine nastale u okviru projekta "Prevođenje katastarskih planova izrađenih u Gauss-Kruegerovoj projekciji u digitalni vektorski oblik / postupci i procedure" (Roić i dr. 2002a). Navedena katastarska općina nazvana Šuma Striborova sastoji se od 291. katastarske čestice (Slika 71).

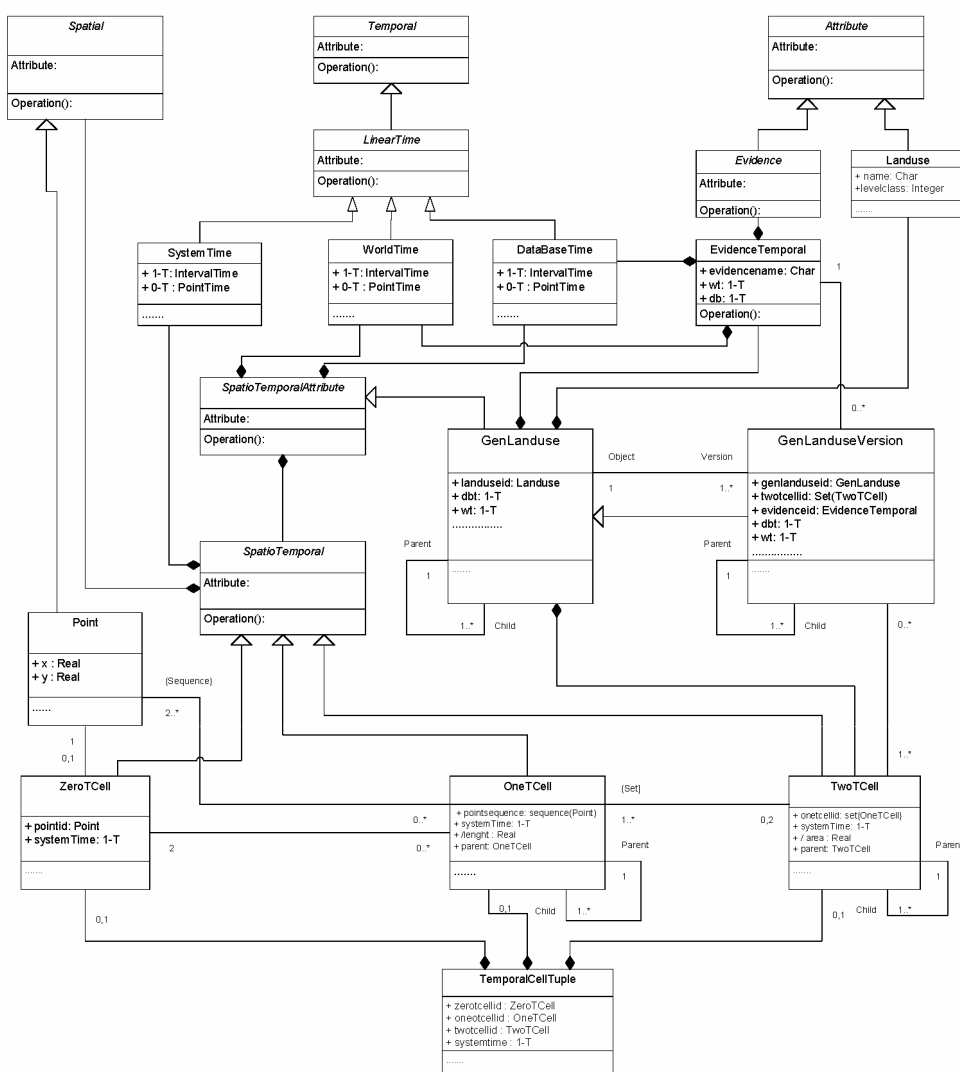


Slika 71. Katastarska općina Šuma Striborova

Cijela implementacija katastarskog sustava ostvarena je korištenjem Oracle10g prostorne baze podataka. Prostorne baze podataka najpovoljnija su programska osnova za velike prostorne informacijske sustave upravo zbog najbolje učinkovitosti omogućene cjelovitim rješenjem prostornih i opisnih podataka. Ovo je ostvareno optimizacijom definiranja, pohrane i pristupa svim vrstama podataka obavljenom homogeno za cijeli sustav (Vijlbrief i Oosterom 1992, Güting 1994). Praktičnu potvrdu ovoga daje (Wachowicz 1999) kada u opisu programske podrške (korišten je Smallworld GIS sustav no bez detaljnog opisa o kojoj se verziji radi) kao jedan od glavnih nedostataka navodi mogućnost pojava nekonzistentnosti između skladišta podataka (engl. *Version-managed data store / VMDS*) i programske okoline temeljene na "Magik" programskom jeziku. Iako Oracle10g u svojoj

trenutnoj verziji podržava i upravljanje vremenom važenja (Oracle 2003a) to ovdje nije upotrebljivo i neće biti korišteno.

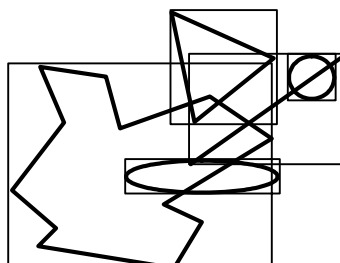
S druge strane kod nabiranja prednosti svojeg modela (CTSTDM) (Raza 2001) (Slika 72) spominje potpunu normalizaciju podataka u skladištu (objektno relacijska baza Oracle8), dok često navodi prednosti objektnog pristupa modeliranju. Razlog ovome mogao bi biti višestruko nasljeđivanje koje Oracle ne podržava niti u aktualnoj verziji (10g). Potpuna normalizacija otvara mogućnost postavljanja svih upita korištenjem standardne SQL sintakse no u današnje vrijeme kada sve većina upita postavlja putem unaprijed pripremljenih sučelja (WWW) ovo i nije posebno važno. Općenito mapiranje objektnog modela na relacijski nije potrebno ili ga je moguće značajno smanjiti korištenjem raspoložive funkcionalnost ORDBMS. U sučelje odnosno u njegove dijelove iz srednjeg i sloja baze podataka može se unaprijed ugraditi bilo kakav upit koji nije temeljen na standardnom SQL-u, ali je potrebno voditi računa o zadržavanju što veće količine dobro optimiziranih funkcija koje su u ORDBMS još uvijek samo one standardnog SQL skupa.



Slika 72. CTSTDM (Raza 2001)

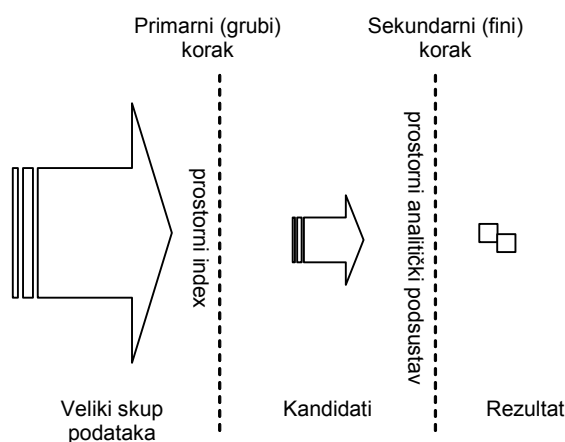
Autor tvrdi da zajedničko čuvanje važećih i prošlih stanja objekata ne bi trebalo imati utjecaja na performanse sustava pošto monotoni rast baze u jednom trenutku značajno usporava, no bez čvrste potkrepe.

Kako bi bilo moguće obavljati bilo kakve prostorne upita mora na tablicama koje sadrže prostorne podatke biti uspostavljen prostorni indeks, dakle moraju biti prostorno indeksirane. Metodologije i algoritmi za implementaciju prostornog indeksa nisu nam ovdje važni i neće biti analizirani. Detaljnije o ovom dano je u (Rigaux i dr. 2002). Dostatno je navesti kako se indeksiranje prostornih podataka obavlja na pojednostavljenom obliku geometrijskog objekta, koji je najčešće najmanji granični kvadrat (engl. *minimum bounding rectangle MBR*) (Slika 73).



Slika 73. Prostorni objekti i njihovi MBR-ovi

Učinkovitost obavljanja prostornih, ali i bilo kojih drugih upita povezano je s učinkovitošću indeksa. Svaki upit temeljen je na ispitivanju nekog uvjeta. Radilo se o jednostavnom logičkom, aritmetičkom, prostornom ili bilo kojem drugom, ispitivanje uvjeta između svakog skupa potencijalnih elemenata zahtjeva neki dio vremena matematičkog podsustava računalnog sustava. Smanjivanje veličine skupa potencijalnih elemenata smanjuje vrijeme obavljanja upita. Zadatak indeksa je najveće moguće smanjenje skupa podataka na kojem će se ispitivati zadovoljavanje uvjeta (Slika 74).



Slika 74. Postupak kod prostornog upita

Potencijalna opasnost ovdje je nepravilno djelovanje indeksa čime mogu neopravdano biti izbačeni neki podaci koji u stvari zadovoljavaju uvjet. Vrlo je važno zato osim učinkovitosti uvijek osigurati siguran rad indeksa.

Jedna stupac tablice definiran kao SDO_GEOMETRY, ili atribut klase objekata vrste SDO_GEOMETRY predstavlja u Oracle-u jedan sloj prostornih podataka. Svaki sloj podataka može se prostorno indeksirati. Jedan od preduvjeta za stvaranje prostornog indeksa na sloju podataka je definiranje meta-podataka za njega, koji između ostalog uključuje dozvoljeno odstupanje (engl. *tolerance*). Dozvoljeno odstupanje predstavlja vrijednost za koju mogu dvije točke biti udaljene, a da se i dalje smatraju jednom (Oracle 2003). Preporuka dana u (Oracle 2003) glede dozvoljenog odstupanja je postaviti ga na pola jednog decimalnog mjesta više od najviše preciznosti kojom će se obavljati prostorni

upiti. To znači da ako je preciznost zadavanje koordinata jedan centimetar trebalo bi dozvoljeno odstupanje postaviti na pola centimetra.

U normalnom slučaju topološki strukturirane prostorne podatke nije moguće indeksirati. Razlog tome je nedostatak metričkih vrijednosti u topološkoj strukturi. Zaobilazni put mogao bi se ovdje pronaći u dodavanju atributa objekta ili stupca tablice definiranog kao SDO_GEOMETRY na kojem bi se onda stvorio prostorni indeks. Kod svake promjene topoloških podataka treba tada osigurati ažuriranje geometrijskog podatka kako bi i indeks bio ažuran. Ovaj prilično jednostavan pristup međutim opterećuje sustav značajnom količinom redundantnih podataka, jer je potrebno čuvati sve prostorne objekte i u ostvarenom obliku.

Drugi mogući pristup je korištenje funkcijskih (engl. *function-based*) indeksa. Umjesto ostvarenog SDO_GEOMETRY atributa ili stupca moguće je stvoriti indeks na rezultatu funkcije koji jasno mora biti SDO_GEOMETRY vrste. Preduvjet je ovdje da funkcija mora biti deterministička (engl. *deterministic*) odnosno mora za iste ulazne parametre vratiti isti rezultat.

Kod statičnih podataka dakle onih koji se ne mijenjaju funkcijski prostorni indeks na topološki strukturiranim prostornim podacima radi bez problema. Problem se može pojaviti kod indeksiranja petlji koje su u stvari skup pokazivača na točke, a na točkama se događaju promjene bilo koje vrste (degenerativne i egzistencijalne). Podsustav za održavanje indeksa pokreće se samo kod promjena ulaznih podataka, a to su pokazivači koji se u ovom slučaju nisu promijenili. Teoretsko razmatranje održavanja prostornog indeksa na topološki strukturiranim podacima spominje se u (Oosterom i dr. 2002, Stoter 2004), no bez konkretnih rješenja.

Prilikom promjena koje uključuju dodavanje novih ili brisanje postojećih zapisa na tablici koja sadrži objekte na kojima je stvoren funkcijski prostorni indeks neće biti problema i indeks se pravilno obnavlja. Ako sustav mora promijeniti samo položaj dakle koordinatu točke neće se u petlji dogoditi promjena pa ni indeks neće biti obnovljen. Neažuran indeks uzrokuje probleme pojavljivanja pogrešaka koje javlja sustav, ili korištenja zapisa u indeksu nastalog prije promjene. Drugi slučaj je opasniji jer sustav vraća netočan rezultat upita bez prijavljivanja pogreške. Ako se dakle želi koristiti funkcijski indeks potrebno je osigurati mehanizam koji će prilikom promjene podataka koji čine ulaz u metodu za ostvarivanje petlje ažurirati prostorni indeks. U konkretnoj implementaciji održavanje funkcijskog prostornog indeksa ostvareno je na vrlo primitivan način brisanjem i ponovnim ubacivanjem istog zapisa u tablicu. Mišljenje je autora da bi se ovo uz nešto dublje poznavanje podsustava za indeksiranje moglo učinkovito riješiti.

6.1. Prostorno-vremenska projekcija

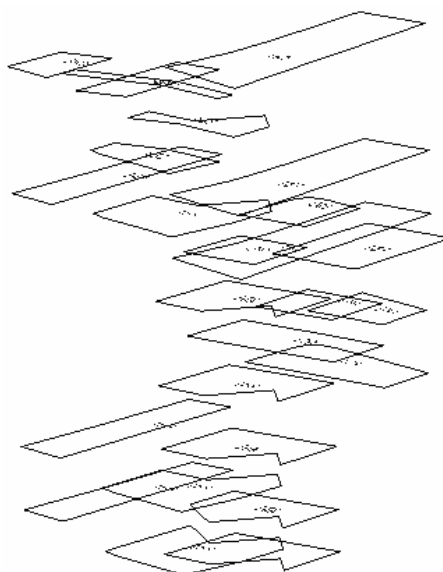
Kako bi bilo moguće ostvariti katastarski sustav temeljen na prethodnim postavkama potrebno je implementirati određenu funkcionalnost za koju nema gotovih rješenja. Prethodna stanja nekog objekta ili skupa objekata pohranjena su u događajima koji su uzrokovali njihove promjene. Potrebno je zato osmisliti algoritam koji će za trenutak u životu sustava stvoriti objekt definiran identifikatorom ili skup objekata definiran zadanim područjem. Ovaj algoritam nazvan je "prostorno-vremenska projekcija".

Pred katastarskim sustavom mogu se pojaviti traženja odgovora na slijedeća pitanja:

- Kako je izgledala katastarska čestica PP i njezina okolina u trenutku TT?
- Kakvo je bilo stanje sustava na području Y1X1,Y2X2 u trenutku TT?
- Kakvo je bilo stanje sustava na točki YX u trenutku TT?

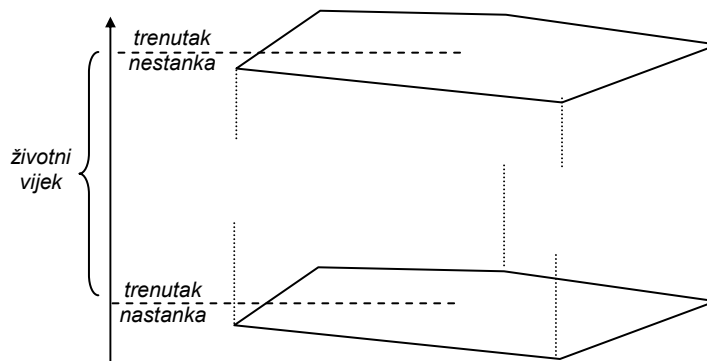
Načine upravljanja verzijama kod sustava za upravljanje bazama podataka prvi daju (Dadam i dr. 1984). U slučaju čuvanja svih prethodnih verzija objekta odgovori na ova pitanja su trivijalni i neće ovdje biti obrađivani. Pretpostavka je da je odgovor na navedena pitanja moguće (učinkovito) dati korištenjem prostorno-vremenskih događaja koji služe i za provedbu promjena.

Prošla stanja prostornih objekata odnosno katastarskih čestica pohranjena su u događajima u ostvarenom geometrijskom obliku. Svakoj katastarskoj čestici pridružen je između ostalog i trenutak djelovanja događaja. Za ulazne katastarske čestice ovaj trenutak predstavlja trenutak nastajanja, a za izlazne trenutak kada su nastale. Zamislimo li vrijeme kao treću prostornu os poredane su sve katastarske čestice svih događaja koji su se dogodili na nekom području jedne nad drugima (Slika 75).



Slika 75. Verzije prostornih objekata iz događaja

Zbog slijeda promjena svaka ulazna katastarska čestica neke promjene jednaka je izlaznoj neke koja se dogodila prije ove. Čak iako nije bilo promjena izvorna promjena je stvaranje sustava koje je također (barem posredno) ubilježeno kao događaj. uzmemo li sada sve promjene nekog područja, poredane kronološki te njihove katastarske čestice dodatno poredamo prvo ulazne pa izlazne za svaku promjenu, napravljen je prvi korak k određivanju životnog vijeka svake. U ovom se skupu nalaze počeci i krajevi postojanja svake od njih pa ih je samo potrebno spojiti. Ovo se može riješiti jednostavnim algoritmom koji redom za svaku ulaznu traži prema dolje (u vremenu) istu katastarsku česticu kao izlaznu čime se jednoznačno određuje njen životni vijek. Za svaku izlaznu s unaprijed poznatim trenutkom nastanka, traži se prema gore u vremenu jednaka katastarska čestica koja određuje trenutak njezina nestanka (Slika 76).



Slika 76. Životni vijek katastarske čestice

Jednom kada su svim katastarskim česticama određeni životni vjekovi dovoljno je obaviti projekciju na ravninu postavljenu u traženom trenutku odnosno pronaći koje prizme koje predstavljaju životne vjekove presijeca ta ravnina. Ovo se ovisno o programskoj osnovi rješava trivijalnim upitom u slučaju baze podataka ili petljom i ispitivanjem uvjeta kod programskog jezika.

Upit zadan s područjem, a ne konkretnim identifikatorom objekta može se riješiti na sličan način. Dovoljno je pronaći sve promjene koje su se događale na traženom području, poredati ulazne i izlazne katastarske čestice kako bi se mogli odrediti trenutci nastanka i nestanka i konačno obaviti projekciju na ravninu u traženom trenutku. Treći slučaj, dakle upit za točku rješava se kao trivijalna je kombinacija prethodno opisanih dvaju.

6.2. Oduzimanje površina

Druga neophodna funkcionalnost za ostvarivanje osmišljenog sustava je dijeljenje odnosno "oduzimanje" površina. Za implementaciju katastarskog sustava htjelo se ostvariti model koji će korisniku što više olakšati korištenje, a za to ga treba osloboditi mukotrpnog eksplicitnog zadavanja dijelova koji sudjeluju u preraspodjeli kod provođenja promjena. Algoritam za ovo nazvan je "oduzimanje površina".

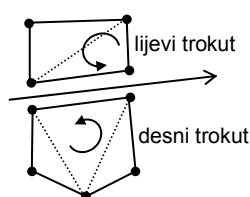
Za razliku od zbrajanja koje je za geometrijske objekte najčešće implementirano na razini prostorne baze podataka kao funkcija "unija", oduzimanje odnosno podjela nije. Postoji značajna količina algoritama za triangulaciju površina (Lamot i Žalik 2000), odnosno traženje uha (engl. *ear*) (Kong i dr. 1990). Neki od njih uzimaju u obzir unutarnje granice, neki ne, neki rade s najmanjim brojem trokuta, a neki stvaraju višak trokuta. Ipak niti jedan od algoritama ne može se jednostavno prilagoditi za konkretnu svrhu niti implementirati bez značajnog programskog iskustva i vremena provedenog na testiranju.

Uz široku lepezu robusno implementiranih prostornih predikata za određivanje prostornih odnosa prostornih objekata, nude sve prostorne baze podataka i ograničeni skup robusno implementiranih metoda koje kao ulazne parametre i kao rezultat daju prostorne objekte i to najčešće njihov presjek, uniju i razliku (Oracle 2003b, IBM 2002, PostGIS 2005). Zato će slijedeći algoritam za podjelu, odnosno na kraju oduzimanje površina, biti temeljen na raspoloživim metodama:

- presjek (\cap),
- unija (U),
- razlika (\setminus) i
- konveksna ljuska (engl. *convex hull*) ($\$$).

Ono što je neophodno potrebno za implementaciju, u prethodnim poglavljima opisanog računa površina, je metoda za oduzimanje dijela površine od površine podijeljene linijskim elementom. Korišten je naziv "oduzimanje" umjesto podjela pošto je rezultat uvijek jedna površina. Može se reći da je oduzimanje površina u stvari podjela na dva ili više dijelova uz identificiranje točno jednog od njih kao rezultata postupka. Za to je u okviru rada razvijen poseban algoritam temeljen na nabrojanim metodama, a uz što manje dodatno programiranje. Ovo će ipak biti potrebno pošto neke potrebne operacije nisu u niti jednom trenutno postojećem SDBMS implementirane. Spomenuti algoritam nazvan je "Podjela izdvajanjem trokuta". Površina koja je jedan od ulaznih argumenata operacije dalje će biti nazivana ulazna površina, a linija kojom se ulazna površina dijeli kako bi se dobio jedan dio zvati će se djelitelj.

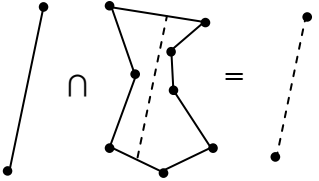
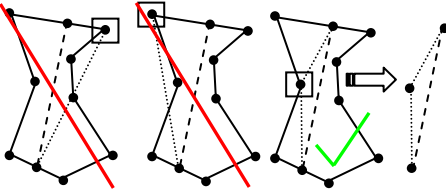
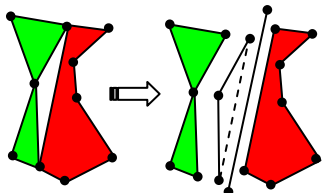
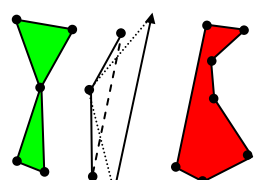
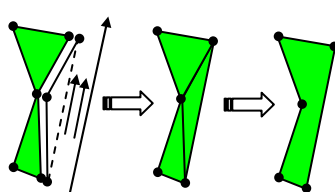
Općenita ideja je pronalaženje takvog trokuta kojem je jedna stranica upravo presjek djelitelja i ulazne površine, a treća točka jedna od lomnih točaka granice ulazne površine, a u cijelosti se nalazi u ulaznoj površini. Ovaj se uvjet može opisati kao: presjek trokuta i ulazne površine mora biti jednak trokutu. Razlika ulazne površine i takvog trokuta ima za rezultat takvu površinu, sastavljenu od dva ili više dijelova, koji imaju zajedničku samo po jednu točku. Iako bi se ovdje moglo koristiti bilo koji trokut koji zadovoljava uvjet radi pojednostavljanja kasnijeg postupka može se ovdje uvesti zahtjev da trokut bude takav da ona njegova linija koja se nalazi na djelitelju bude jednako ili obrnuto orijentirana kao djelitelj. Ako točke vanjske granice površine slijede u smjeru obrnutom od kretanja kazaljke na satu to je jednako orijentirani trokut uvijek lijevo od linije presjeka gledano u smjeru njezina protezanja (Slika 77).



Slika 77. Lijevo i desno trokut

Radi jednostavnosti biti će prikazan algoritam za traženje rezultata operacije oduzimanja linije od poligona (normalni slučaj). Jednako orijentirani dio nastao podjelom je onaj koji sadrži trokut pa ako je pronađen lijevi trokut rezultat je unija trokuta i onih dijelova koji s presjekom ulazne površine i djelitelja imaju **disjoint** ili **touches** odnos. Za opis prostornih predikata pogledati (ISO 2004). Obrnuti slučaj odnosno onaj kod kojeg je rezultat površina koja je obrnuto orijentirana od djelitelja najjednostavnije se dobiva promjenom smjera djelitelja i jednostavnim obavljanjem normalnog slučaja (Tablica 8).

Tablica 8. Slijed algoritma "Podjela izdvajanjem trokuta"

<p>Nađi presjek djelatelja i ulazne površine (presjek = ulazna površina \cap djelatelj).</p>	
<p>Nađi takvu točku vanjske granice ulazne površine koja s prethodno dobivenim presjekom čini trokut koji se u cijelosti nalazi u površini (trokut = presjek \cup točka <u>tako da je</u> trokut = ulazna površina \cap trokut).</p>	
<p>Oduzmi trokut od ulazne površine čime se dobiva površina od dva ili više dijelova (površina = ulazna površina \setminus trokut)</p>	
<p>Ispitaj jesu li linija i trokut jednako orijentirani (lijevi ili desni trokut). Ovo može biti obavljeno i prije oduzimanja ako je postavljen uvjet da trokut mora biti točno lijevi ili desni.</p>	
<p>Ako je trokut lijevi zbroji trokut i sve dijelove nastale oduzimanjem trokuta od ulazne površine koji su u disjoint ili touches odnosu s presjekom.</p>	

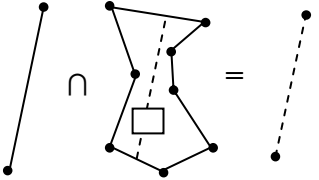
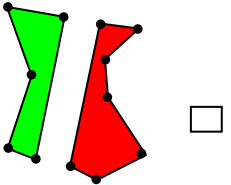
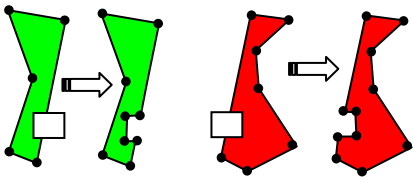
Jednostavan način ispitivanja slijeda točkaka u poligonu temelji se na računanju normale na plohu. Ovo je ovdje posebno pogodno pošto tri točke koje čine trokut uvijek leže u ravnini. Normala na ravninu određenu trima točkama računa se kao vektorski produkt vektora koje čine dvije uzastopne strane jedne točke. Točke su poredane u smjeru kazaljke na satu ako je vektorski produkt manji od nule.

Ovim je prikazan algoritam kod najjednostavnijeg slučaja. Nadalje je potrebno razmotriti posebne slučajeve koji se ovdje mogu dogoditi. Posebni slučajevi mogu biti:

- presijecanje površine koja ima i unutarnje granice,
- presijecanje površine tako da presjek ne čini jednu liniju i
- presijecanje površine s izlomljenom linijom.

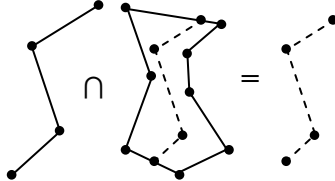
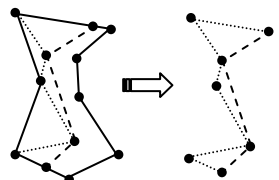
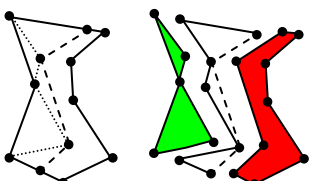
Pristup kod ulazne površine s unutarnjom granicom je trivijalan. Kada je prepoznata ulazna površina s unutarnjom granicom ona se izdvaja iz površine i obavlja se obični, prethodno opisani postupak. Kada je podjela obavljena od rezultata je potrebno samo oduzeti površine koja predstavljaju unutarnje granice (Tablica 9).

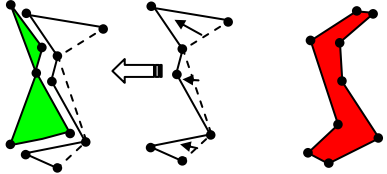
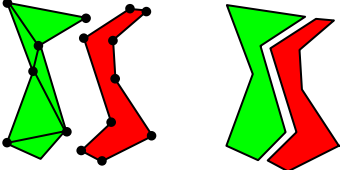
Tablica 9. Postupak kod površine s unutarnjom granicom

<p>Nađi presjek djelitelja i ulazne površine zanemarivanjem unutarnje granice (presjek = ulazna površina \cap djelitelj).</p>	
<p>Ukloni unutarnje granice iz ulazne površine, spremi ih i obavi oduzimanje na već opisani način.</p>	
<p>Od dobivenog među-rezultata oduzmi unutarnje granice i vrati rezultat (rezultat = rezultat \setminus unutarnje granice)</p>	

U slučaju da je djelitelj izlomljena linija postupak se opet temelji na opisanom algoritmu. Za svaki dio izlomljene linije obavlja se opisani postupak, a dobiveni trokuti se privremeno spremaju. U svrhu pojednostavljivanja kasnijeg postupka spajanja dijelova i trokuta može se ovdje tražiti samo lijeve ili samo desne trokute. Konačno se zbrajanjem trokuta i dijelova ovisno o orijentaciji trokuta dobiva rezultat (Tablica 10).

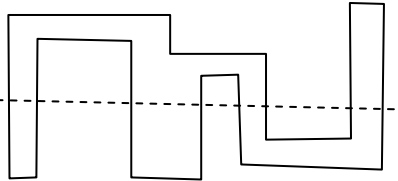
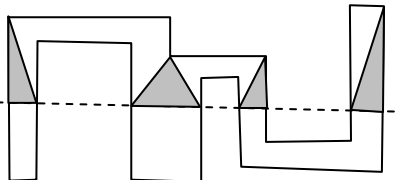
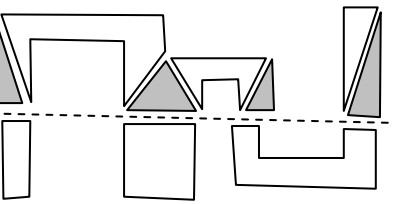
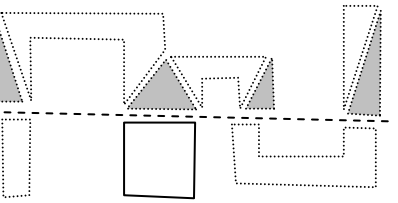
Tablica 10. Postupak kod izlomljene linije presjeka

<p>Nađi presjek i točke presjeka svakog segmenta djelitelja i ulazne površine (presjek = ulazna površina \cap djelitelj).</p>	
<p>Nađi takvu točku vanjske granice ulazne površine koja s pojedinom linijom presjeka čini (lijevi) trokut koji se u cijelosti nalazi u površini (trokut = presjek \cup točka <u>tako da je</u> trokut = ulazna površina \cap trokut).</p>	
<p>Oduzmi trokute od površine čime se dobiva površina od dva ili više dijelova (dijelovi = površina \setminus trokuti).</p>	

<p>Zbroji sve trokute i sve dijelove nastale oduzimanjem trokuta od ulazne površine koji su u disjoint ili touches odnosu s presjekom (rezultat = trokuti U dijelovi).</p>	
<p>vрати rezultat.</p>	

Još jedan poseban slučaj nastaje kod presijecanja površine tako da presjek ne čini jednu liniju (Tablica 11). Ovo nadalje znači da i rezultat podjele ne sadrži dvije nego više površina.

Tablica 11. Presijecanje kada presjek ne čini jednu liniju

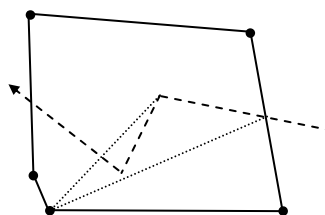
<p>Nađi presjek djelatelja i ulazne površine (presjek = površina \cap linija).</p>	
<p>Nađi takvu točku vanjske granice ulazne površine koja s pojedinom linijom presjeka čini trokut koji se u cijelosti nalazi u površini (trokut = presjek \cap točka <u>tako da je</u> trokut = ulazna površina \cap trokut).</p>	
<p>Oduzmi trokute od površine čime se dobiva površina od dva ili više dijelova (dijelovi = površina \setminus trokuti).</p>	
<p>Odredi prema zadanom parametru rednog broja presjeka o kojem se dijelu radi i eventualno dodaj taj trokut.</p>	

Početna otežavajuća okolnost kod implementacije ove funkcije (Oracle10g) odnosi se na dobivanje presjeka ulazne površine i djelatelja. Bez obzira na orijentaciju djelatelja (linijski element), presjek (također linijski element) će biti orijentiran na način koji odgovara sustavu, bez obzira kakva je orijentacija ulaznog argumenta u SDO_GEOM.SDO_INTERSECTION operaciju. Zato je prije početka glavnog algoritma

uvedena kontrola orijentacije djelitelja i njegova presjeka s ulaznom površinom. Ako je otkriveno da su orijentacije suprotne ovo se ispravlja prije daljnjeg računanja.

Funkcija je nadalje implementirana tako da traži lijeve trokute jer je na taj način pojednostavljeno kasnije sastavljanje dijelova (trokuti dalje uopće nisu potrebni). Kako prema konvenciji u normalnom slučaju funkcija mora vratiti dio koji je jednako orijentiran kao djelitelj, a za to bi trebalo tražiti desne trokute, potrebno je u normalnom slučaju okrenuti smjer djelitelja. Ovo se dakako događa u programskom kodu funkcije i nije vidljivo korisniku.

Uvjeti koje trokut mora zadovoljiti kako bi bio pogodan za ovu svrhu, prema opisu u prethodnim poglavljima su dakle da mora biti u cijelosti u površini i da mora biti lijevi. Ipak i kada su ovi uvjeti zadovoljeni može se, kod slučaja kada je djelitelj izlomljena linija, pojaviti postav koji daje neispravne rezultate (Slika 78).

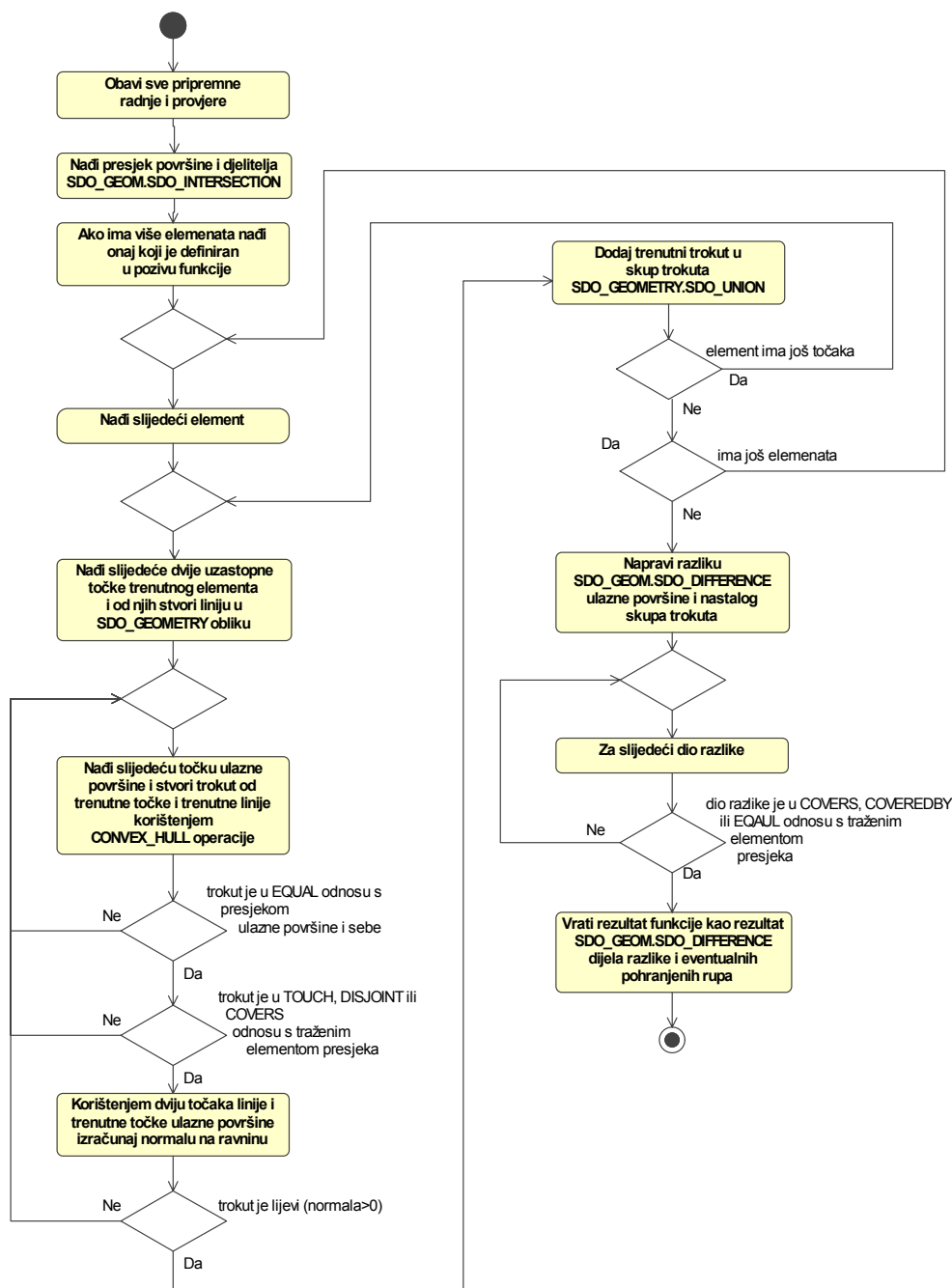


Slika 78. Nepovoljna konfiguracija trokuta

Kako bi se ovo izbjeglo potrebno je dodati i treći uvjet koji određuje odnos između mogućeg trokuta i ostalih dijelova presjeka. Trokut mora biti u TOUCH, DISJOINT, COVEREDBY ili COVERS odnosu s presjekom. Dakle uvjeti za trokut su:

- mora biti u cijelosti u ulaznoj površini,
- mora biti lijevi i
- mora biti u TOUCH, DISJOINT, COVEREDBY ili COVERS odnosu s presjekom.

Djelovanje funkcije predstavljeno je i dijagramom djelovanja (Slika 79).



Slika 79. Dijagram djelovanja za funkciju `oduzmi_površinu`

Funkcija se pokreće s `oduzmi_površinu` (`g1`, `g2`, `koji`). Ulazni argumenti funkcije su:

- `g1` - `sdo_geometry` (djelitelj ili površina),
- `g2` - `sdo_geometry` (djelitelj ili površina) i
- `koji` - integer (redni broj dijela ako nastaje više dijelova).

Kako je prije rečeno ako algoritam prepozna `g2` kao linijski element (`sdo_gtype=2002`) postavlja se djelitelj kao `SDO_UTIL.REVERSE_LINESTRING(g2)`, odnosno okreće se redosljed točaka, a time i smjer linijskog elementa (djelitelja). Ako je linijski element u argumentu `g1` obavlja se normalno daljnje računanje. Konačno rezimirajmo ako je zadano

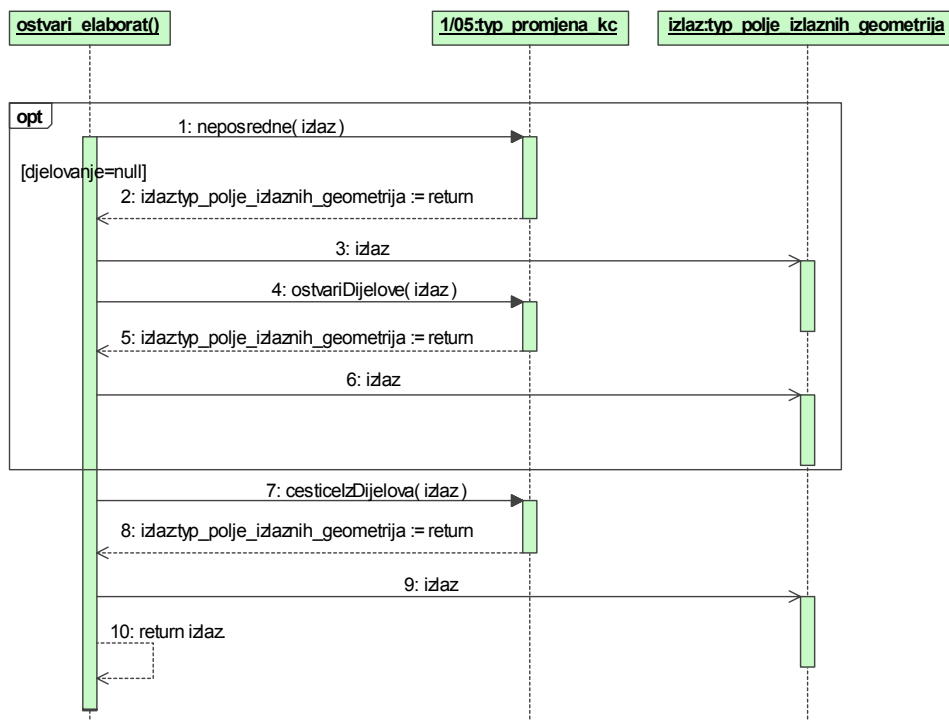
oduzmi_površinu (površina, djelitelj, koji) daje lijevi dio ili dio koji je jednako orijentiran kao djelitelj, a oduzmi_površinu (djelitelj, površina, koji) daje desni ili suprotno orijentirani dio.

6.3. Provođenje prostornih promjena

Provođenje prostornih promjena sastoji se prvo od njihova ostvarivanja u svrhu provjere ali i pripreme za drugi korak, samo provođenje. Provođenje se temelji djelomično i na rezultatima ostvarivanja ali i na podacima iz objekta koji sadrži promjenu. U konkretnoj implementaciji primijenjen je postupak u kojem se prilikom ostvarivanja promjene uz detalju provjeru pripremaju geometrijski objekti (površine) koji kod provedbe čine osnovu obavljanja topoloških promjena drugog reda. Prilikom ostvarivanja promjene također se provjeravaju geometrijske i topološke promjene prvog reda. Geometrijske i topološke promjene prvog reda provode se prilikom događanja (provođenja) promjene temeljem podataka pohranjenih neposredno u promjeni. Topološke promjene drugog reda provode se temeljem podataka (geometrijskih dijelova katastarskih čestica) nastalih kao rezultat ostvarivanja promjene.

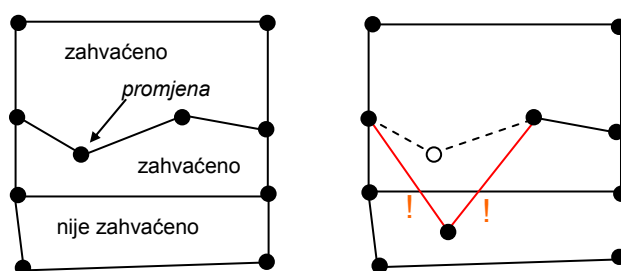
6.3.1. Ostvarivanje

Prostorne promjene odnosno objekte klase TYP_PROMJENA_KC ostvaruju se u postupku provjere tehničke ispravnosti ali i u postupku provođenja. U oba slučaja "proizvod" ili rezultat procedure "ostvari_elaborat" je instanca klase TYP_POLJE_IZLAZNIH_GEOMETRIJA koja je polje koje sadrži sve ulazne i izlazne katastarske čestice u geometrijskom (ostvarenom) obliku. U postupku provjere ispravnosti promjene, dakle ako promjena još nije provedena odnosno (djelovanje=null) procedura kada je pokrenuta poziva metode "neposredne" koja provjerava preduvjete i ostvaruje točke i eventualne dirane dijelove i priprema ih za vraćanje kao rezultat djelovanja procedure pohranom u pripremljenu instancu klase TYP_POLJE_IZLAZNIH_GEOMETRIJA. Nadalje, ako promjena nije djelovala, procedura poziva metodu "ostvariDijelove" koja obavlja u okviru promjene zadane operacije i ostvaruje dijelove (i pohranjuje u okviru promjene) od kojih se zbrajanjem kasnije stvaraju ulazne odnosno izlazne čestice. Drugi dio procedure obavlja se bez obzira je li promjena djelovala ili ne. Tu se stvaraju ulazne odnosno izlazne čestice ("cesticelzDijelova") i spremaju kao rezultat procedure u već spomenutu instancu klase TYP_POLJE_IZLAZNIH_GEOMETRIJA. Ukratko ova procedura od pripremljenih ostvarenih dijelova stvara ulazne i izlazne čestice te ih daje kao svoj rezultat, a ako promjena nije djelovala ujedno i ostvaruje te dijelove temeljem zadanih operacija i operanada (Slika 80).



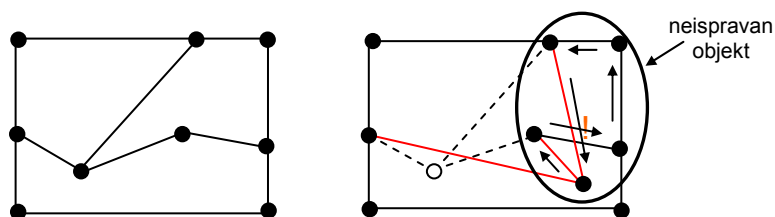
Slika 80. Ostvarivanje prostorne promjene

Ako se radi samo o geometrijskim promjenama, promjena se obavlja na geometrijskoj sastavnici ravninske particije, točkama. Mijenja se dakle položaj točaka, dok je na petljama potrebno samo obnoviti prostorni indeks. Ovdje je potrebno provjeriti uvjet jednoznačnosti položaja točke, a ostali se uvjeti mogu provjeriti posebnim uvjetom zahvaćenog područja. Ako je zahvaćeno područje sastavljeno od onih petlji koje sadrže čvor čije je ostvarenje točka čiji se položaj mijenja, onda se novi položaj točke mora nalaziti unutar tog područja. U slučaju da se novi položaj nalazi izvan zahvaćenog područja, sigurno ostvarenja petlji s novim geometrijskim podacima zadire u neku od susjednih petlji odnosno sijeku se bridovi bez nastajanja čvora na presjeku što nije dozvoljeno (Slika 81).



Slika 81. Uvjet novog položaja i zahvaćenog područja

Čak iako je uvjet zahvaćenog područja zadovoljen može se ovdje pojaviti nedozvoljeni slučaj. Novi položaj točke ne smije biti takav da uzrokuje ostvarenje zahvaćenih petlji u obliku površina koje su u bilo kojem odnosu osim DISJOINT ili TOUCH. Kako bi ovo uopće bilo moguće moraju se neki bridovi petlji, odnosno dijelovi graničnih poligona površina sjeći što rezultira pojavom neispravnog geometrijskog oblika (Slika 82).

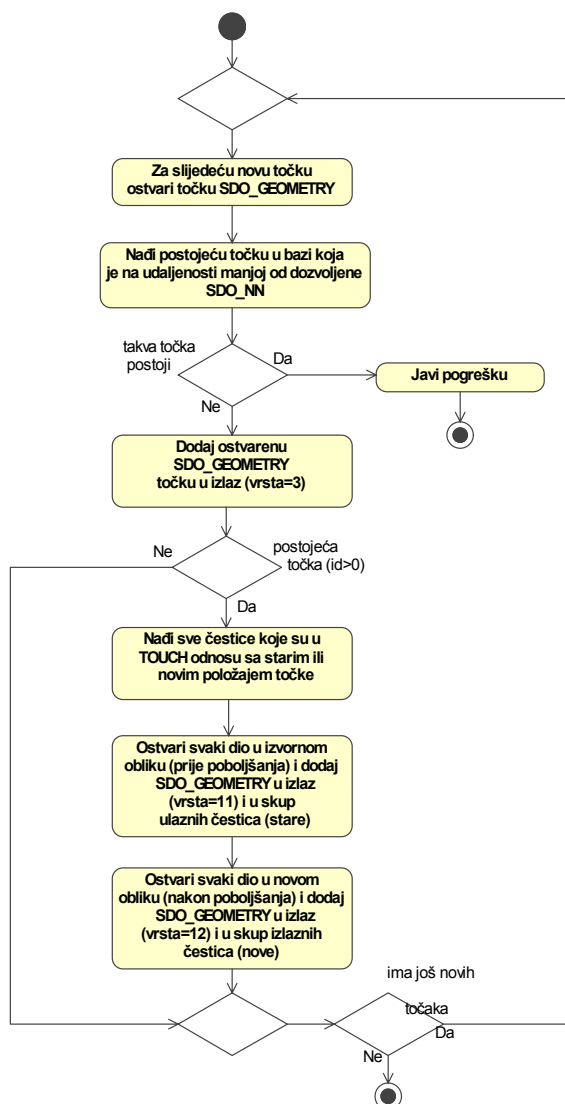


Slika 82. Uvjet ispravnosti geometrije ili preklapanja ostvarenja petlji

Kako Oracle i u verziji 10g prilikom ispitivanja konzistentnosti korištenjem `SDO_GEOM.VALIDATE_GEOMETRY_WITH_CONTEXT` funkcije ispituje i da li se bilo koja dva brida granica površine sijeku dovoljno je ispitati valjanost `SDO_GEOMETRY` objekata nastalih kao ostvarenje petlji kako bi se prepoznao ovakav nedozvoljeni slučaj. U okviru implementacije omogućeno je provođenje jedne ili više ovakvih promjena ali uz uvjet da niti jedna od njih ne krši pravila. Posebno bi trebalo razmotriti implementaciju slučaja kod kojeg jedna promjena krši pravila ali samo dok se ne provede neka od slijedećih, pa tada postaje ispravna.

Topološke promjene prvog reda nisu u okviru implementacije detaljno modelirane ali se zbog svoje sličnosti s geometrijskim mogu slično implementirati. Kod nastajanja novog čvora i ovdje je potrebno provjeravati njegov odnos s zahvaćenim područjem i ispravnost ostvarenja petlji nakon promjene. Kod uklanjanja čvora provjere se svode na ispravnost petlji.

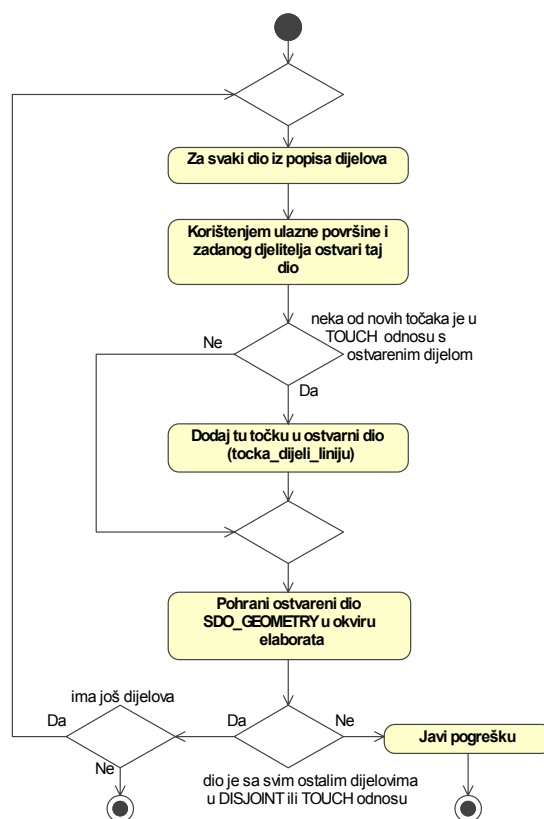
Prva faza postupka ostvarivanja ("neposredne") odnosi se na geometrijske promjene (Slika 83). Za svaku točku koja nastaje ili biva promijenjena provjerava se odmah uvjet jednoznačnosti položaja točke. Objekti koji se u ovom dijelu postupka pohranjuju u skup rezultata ostvarivanja služe samo za prikaz promjene jer se geometrijske promjene provode iz podataka neposredno pohranjenih u događaju.



Slika 83. Djelovanje metode "neposredne"

Uvjet odnosa točke i petlje moguće je prije završetka promjene ispitati samo za one petlje koje nisu zahvaćene promjenom, odnosno one koje su u TOUCH ili DISJOINT odnosu s područjem na kojem se događa promjena. Kako nas one koje su u DISJOINT odnosu ovdje ne zanimaju ostaju samo one koje su u TOUCH odnosu.

U trenutku stvaranja odnosno nakon što je pripremljena, a uz uvjet da promjena sadrži i topološke promjene drugog reda, prostorna promjena sadrži instance klase TYP_DIO_CESTICE kojima atribut *geometrija* ne sadrži podatke (null). Geometrijski oblik svakog dijela koji sudjeluje u promjeni nastaje tijekom svakog ostvarivanja promjene kako u postupku provjere tako i ostvarivanja. Ovo se obavlja u okviru metode "ostvariDijelove" (Slika 84).

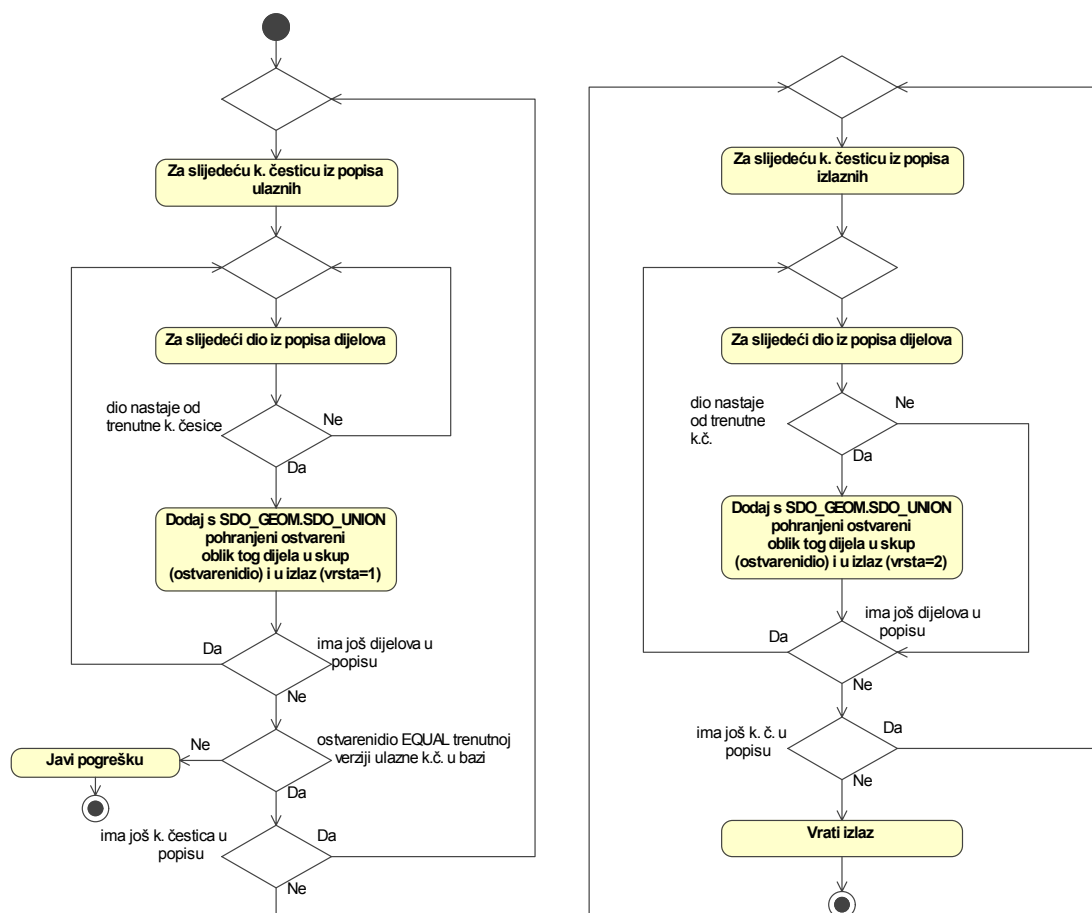


Slika 84. Djelovanje metode "ostvariDijelove"

Ovdje je važno podsjetiti se kako geometrijski konstantne promjene unutar zahvata svakako treba uzeti u obzir kod ostvarivanja dijelova pa je u slučaju prepoznavanja takvog odnosa potrebno obaviti pripremljenu proceduru "točkaDijeliLiniju".

Ako su osim topoloških prvog reda i geometrijskih promjena u događaju modelirane i topološke promjene drugog reda nije moguće ispitati uvjete dok i one ne budu ostvarene. Zato je postupak ostvarivanja modeliran tako da se prvo ostvare geometrijske (i topološke promjene prvog reda) te se, ako nema daljnjih promjena ispituju uvjeti na njima. Ako postoje daljnje promjene (topološke drugog reda) mogu se provjeravati svi uvjeti tek kada su sve promjene ostvarene. Razlog tome je pristup provođenju promjena koji se temelji na dozvoljavanju privremenog pojavljivanja nekonzistentnosti.

Topološke promjene drugog reda ostvaruju se stvaranjem ulaznih i izlaznih geometrija katastarskih čestica iz dijelova ostvarenih u prethodnom koraku ("ostvariDijelove") (Slika 85).



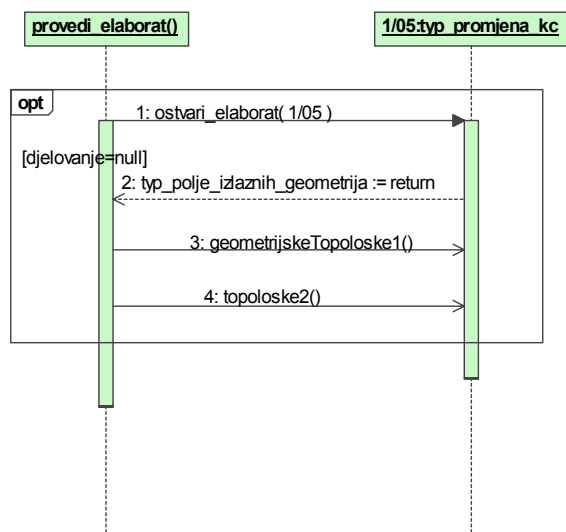
Slika 85. Djelovanje metode "cesticeIzDijelova"

U svrhu provjere ispravnosti promjene, uspoređuju se spomenute geometrije s geometrijama odgovarajućih važećih katastarskih čestica (iz baze). Time je utvrđena ispravnost dijelova. Druga kontrola svodi se na usporedbu zahvaćenog područja, dakle unije svih ulaznih i svih izlaznih geometrija. Ovim se kontrolira stvaranje novih geometrija iz dijelova. Konačno, obavljanjem i ove metode dobiven je skup podataka o postojećim i novim katastarskim česticama (TYP_POLJE_IZLAZNIH_GEOMETRIJA) temeljem kojeg se može ostvariti uvid ili provesti prostorna promjena.

6.3.2. Provođenje

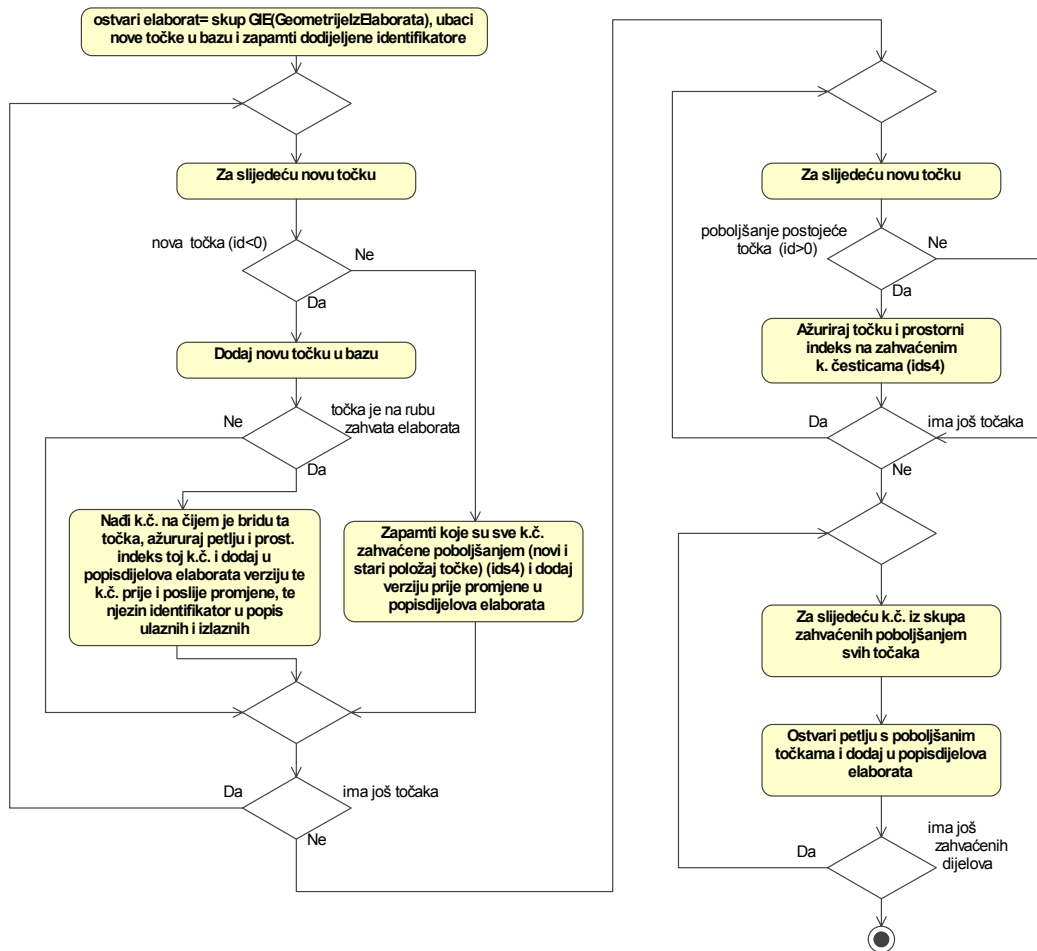
Kako je prethodno spomenuto osim u postupku automatske ili vizualne kontrole pripremljene promjene ona se ostvaruje i prilikom provođenja odnosno djelovanja. Tako procedura namijenjena provođenju prostorne promjene "provedi_elaborat" bila ona pokrenuta neposredno od strane operatera ili kao slijed omogućavanja događanja promjene interesa, a uz uvjet da već nije prethodno provedena, uvijek pokreće obavljanje ostvarivanja prostorne promjene. Ovo je neophodno jer se provođenje (događanje) obavlja korištenjem ostvarenih cjelovitih ulaznih i izlaznih katastarskih čestica, a koje su upravo proizvod procedure "ostvari_elaborat" u već spomenutoj instanci klase TYP_POLJE_IZLAZNIH_GEOMETRIJA. Procedura koja obavlja provođenje prostorne promjene je jednostavna i svodi se na, nakon uspješnog ostvarivanja, pozivanje dviju metoda konkretne instance klase TYP_PROMJENA_KC dakle prostorne promjene. Prva od njih provodi geometrijske i topološke promjene prvog reda ("geometrijskeTopoloske1") ažuriranjem odgovarajućih tablica u bazi. Iako ova metoda ne koristi podatke nastale obavljanjem procedure "ostvari_elaborat" i mogla bi biti obavljena prije njezina obavljanja zbog sigurnosti je postavljen preduvjet uspješnog obavljanja ostvarivanja prostorne

promjene. Druga metoda koja je zadužena za obavljanje topoloških promjena drugog reda koristi za svoje djelovanje rezultat ostvarivanja promjene i nazvana je "topoloske2". Uspješnim obavljanjem svih metoda promjena je provedena (Slika 86).



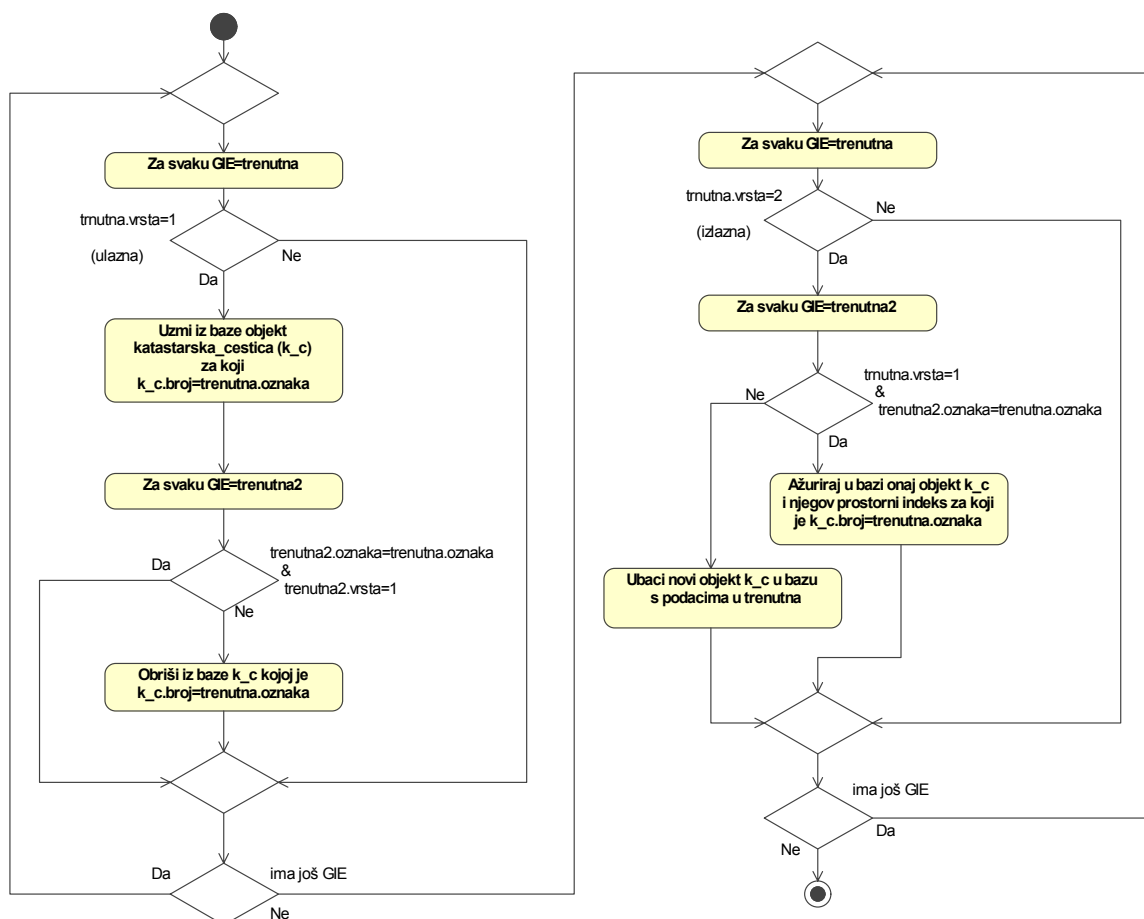
Slika 86. Provođenje prostorne promjene

Prvi dio postupka provođenja odnosno algoritam koji je za to zadužen složeniji je od drugog (Slika 87). Razlog tome je moguće opsežno ažuriranje podataka promjene koje treba biti obavljeno. Ovo se prvenstveno odnosi na dodavanje verzija prije i nakon djelovanja geometrijskih podataka o katastarskim česticama zahvaćenim geometrijski konstantnim promjenama na rubu zahvata promjene te onim zahvaćenim čisto geometrijskim promjenama. Ti se podaci ne dodaju u događaj u procesu ostvarivanja nego tek ovdje. Ovo je čisto implementacijsko rješenje i moglo bi biti izvedeno i drugačije.



Slika 87. Djelovanje metode "geometrijske Topoloske1"

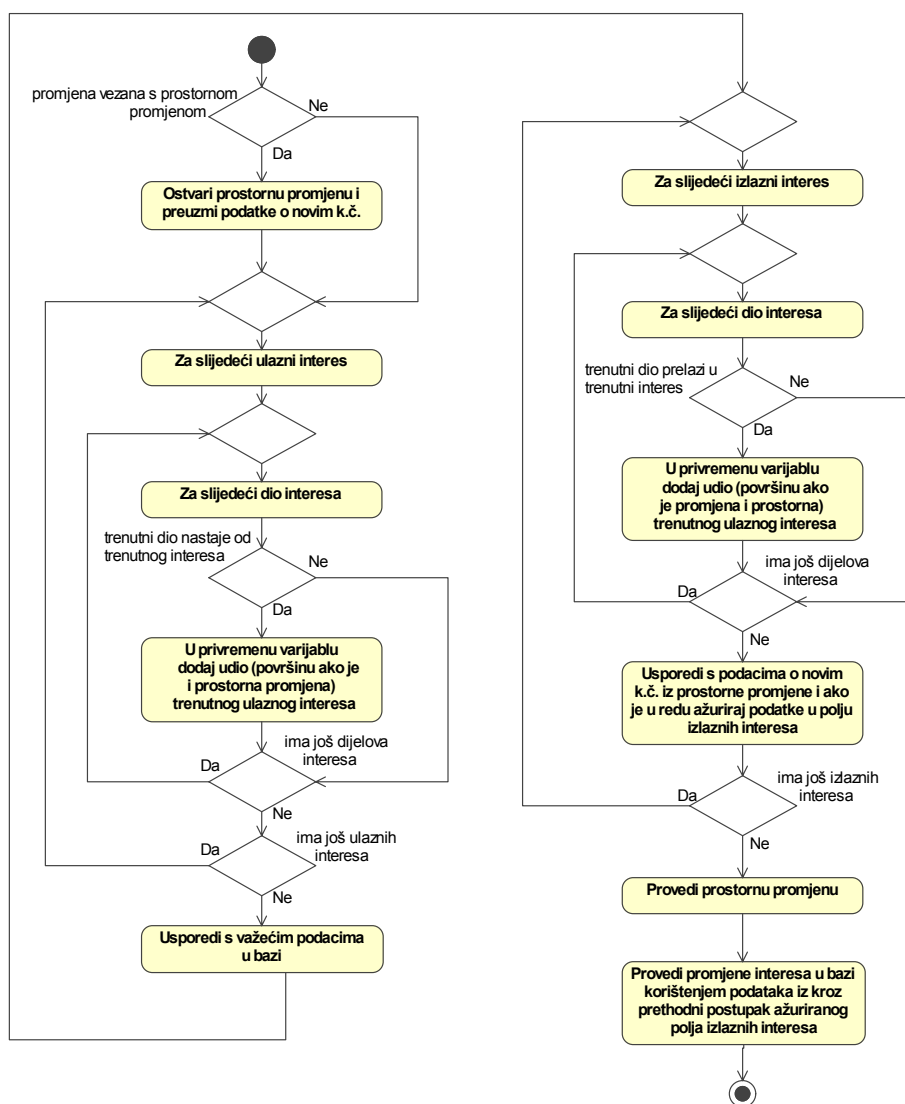
Provođenje topoloških promjena drugog reda znatno je jednostavnije jer su sve kontrole obavljene već prethodno i svodi se na dodavanje ili brisanje instanci klase TYP_KATASTARSKA_CESTICA ili ažuriranje petlji postojećih (Slika 88).



Slika 88. Djelovanje metode "topoloske2"

6.4. Provođenje promjena interesa

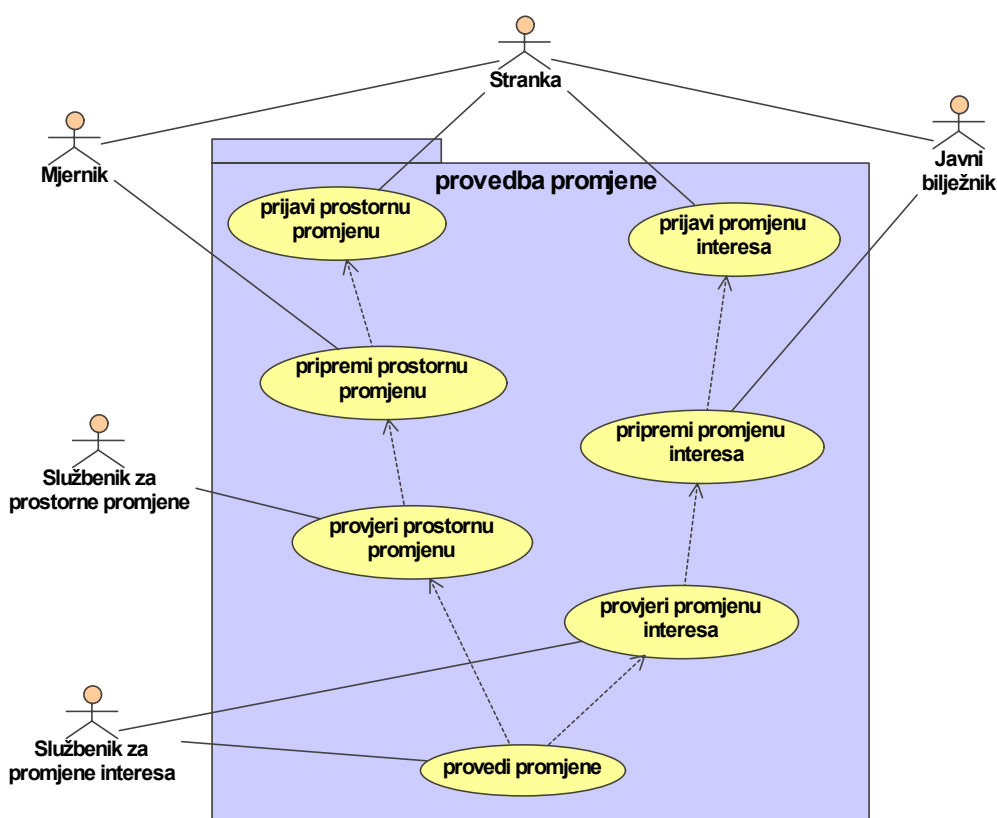
Pripremljena prostorna promjena s poznatim podacima novonastalih ili promijenjenih katastarskih čestica kakve će biti nakon promjene osnova su za stvaranje promjene interesa. Postupak provedbe sada je temeljen na poništavanju svih ulaznih objekata (katastarskih čestica i interesa), stvaranju novih korištenjem podataka iz događaja te konačno njihovim unosom u bazu podataka sustava. Cjelokupna promjena u sustavu se pokreće pokretanjem postupka provođenja promjene interesa ("provedi_upis") koja inicira prostornu promjenu (promjenu protezanja) ("provedi_elaborat") koja se obavlja prva, a tek onda se provodi promjena (sadržaja) interesa. Kada je obavljen prostorni dio promjene obavlja se preraspodjela interesa prema podacima pripremljenim u objektu klase **PromjenaInteresa**. Upravo kako bi ovo bilo moguće uspostavljena je veza između dviju specijalizacija klase **PVDK**. Objekt klase **PromjenaKC** omogućava svojim događanjem objektu klase **PromjenaInteresa** da se i on dogodi (Slika 89).



Slika 89. Djelovanje funkcije "provedi_upis"

7. Korištenje sustava

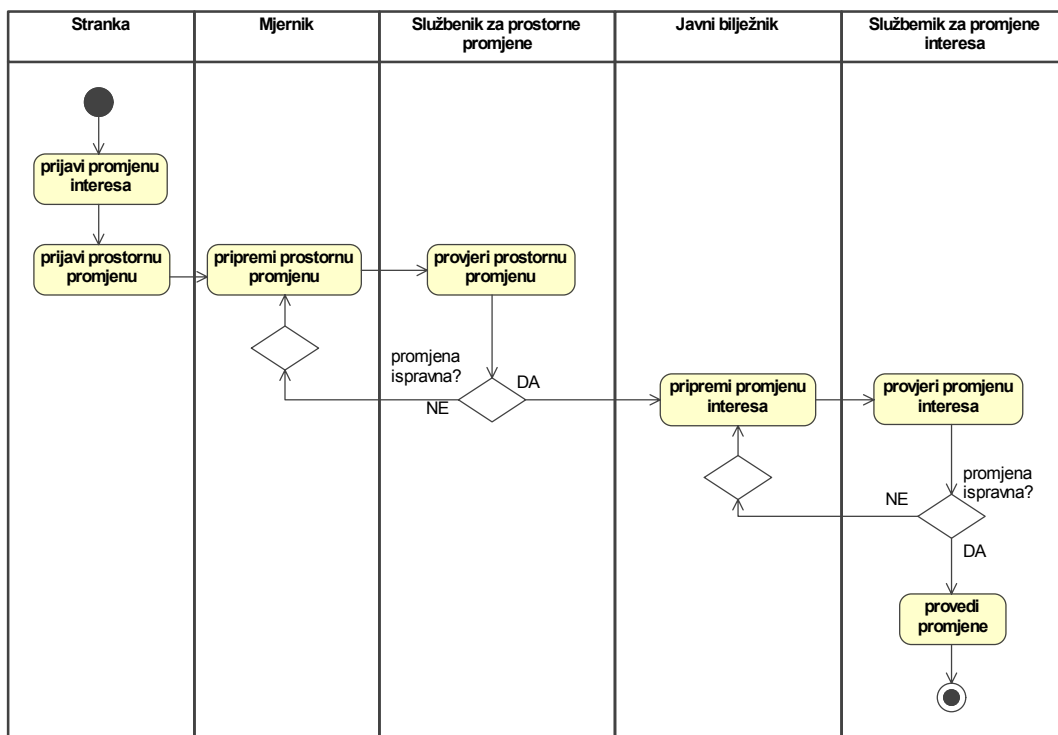
Svaka grupa sudionika ima drugačiju ulogu u djelovanju odnosno posebno provođenju promjena u katastarskom sustavu (Slika 90). Vanjski sudionici (mjernik i javni bilježnik) zaduženi su za prijavljivanje i pripremanje (ažuriranje) promjena no nemaju ovlasti iste provoditi. Konkretno objekte za promjene stvara administrator sustava. Za pregled odnosno pokretanje automatskog postupka provjere ispunjavanja preduvjeta ovlaštteni su stručnjaci zaposleni u Katastru (službenik za prostorne promjene i službenik za promjene interesa). Ako sustav otkrije pogrešno pripremljenu promjenu ustanova izvješćuje o potrebi ispravljanja pogrešaka za to zaduženu osobu, a ovisno radi li se o prostornoj ili promjeni interesa.



Slika 90. Odnos sudionika i djelovanja sustava

Osim u slučaju promjene sadržaja interesa preduvjet za provođenje promjene je pripremljena prostorna promjena. Prostornu promjenu sustav provodi neposredno prije provedbe promjene interesa pa će cijeli postupak provođenja biti povjeren stručnjaku koji pokreće provođenje promjene interesa. U slučajevima prostorne promjene bez promjene interesa istu će pokretati stručnjak za prostorne promjene.

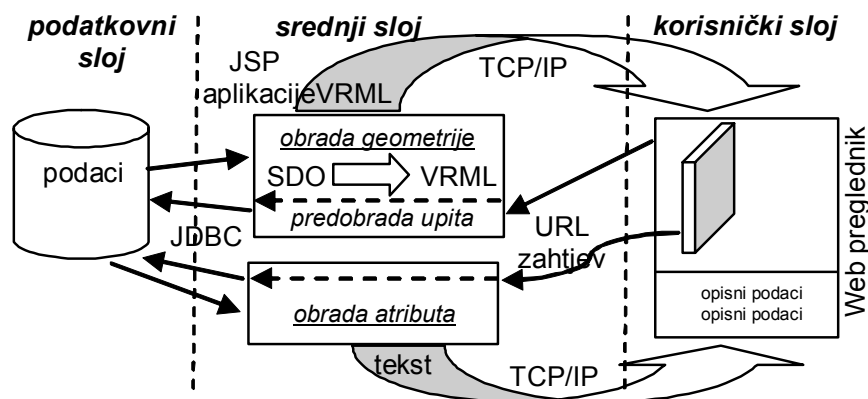
Tijek provođenja promjene precizno je definiran i mora biti obavljen prema u okviru sustava određenom slijedu operacija (Slika 91).



Slika 91. Tijek provođenja promjene

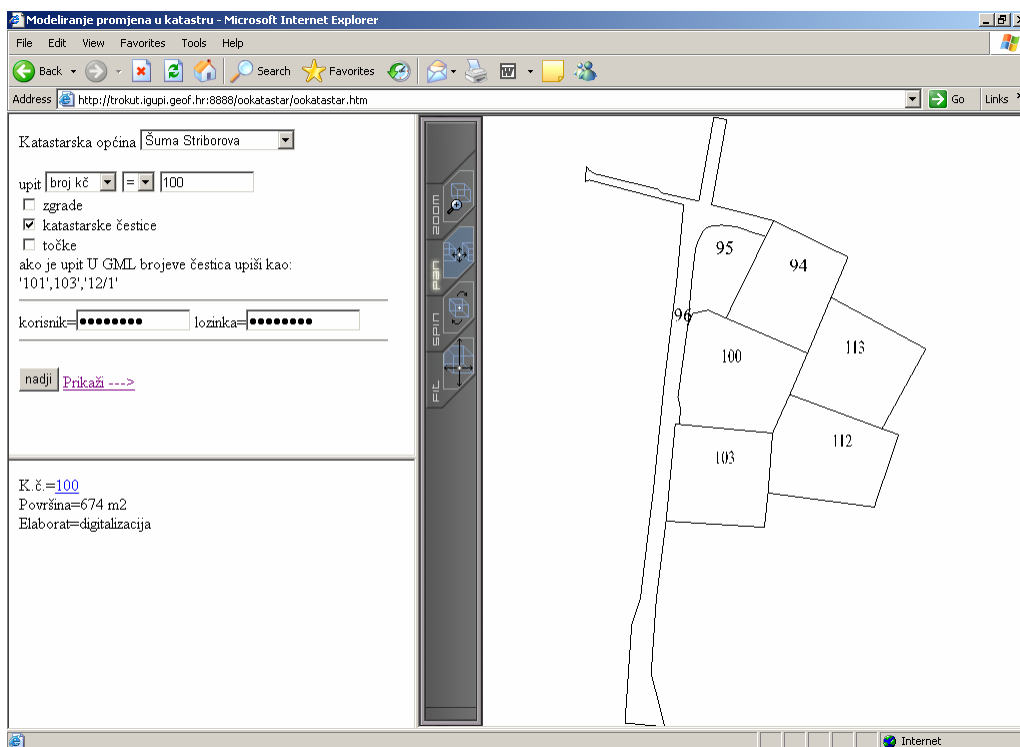
7.1. Korisničko sučelje

Korisničko sučelje informacijskog sustava treba biti orijentirano i prilagođeno vrsti sudionika koji će se njime služiti. Kod katastra se može prepoznati dvije vrste sudionika i to oni koji se bave održavanjem njegovih podataka (aktivni) i oni koji samo pregledavaju njegove podatke (pasivni). Kod pasivnih sudionika situacije je jasna, potrebna je najveća moguća jednostavnost, preglednost i dostupnost podataka. Sve se ovo lako ostvaruje korištenjem Interneta i poslužiteljski okrenutih tehnologija za pripremu podataka. Njihova prednost je centralizirano održavanje sučelja i algoritama te mogućnost prosljeđivanja podataka u standardnom HTML obliku. Time se uklanja potreba za instaliranjem programa na korisničkim računalima. U konkretnoj implementaciji korištena je JSP (engl. *Java Server Pages*) tehnologija kao u (Mastelić Ivić i dr. 2005). Za prikaz je korišten VRML (engl. *Virtual Reality Markup Language*) (Slika 92).



Slika 92. Arhitektura korisničkog sučelja

Korisničko sučelje sastoji se od dvije pristupne stranice napravljene korištenjem HTML okvira (engl. *frames*). Jedna od njih služi za pregled ali i pripremu podataka za preuzimanje u GML formatu. Stanica je podijeljena na tri okvira. U lijevom gornjem se priprema upit koji će biti postavljen bazi podataka odnosno temeljem kojeg će biti pripremljen prikaz podataka i čini je jedna JSP stranica. U desnom se okviru otvara, nakon pritiska na predviđeni hiperlink, pripremljeni prikaz u VRML obliku. Korištenjem "Anchor" vrste elementa dodane su na brojeve katastarskih čestica veze (hiperlink) na drugu JSP stranicu u kojoj se prikazuju dodatni podaci o katastarskoj čestici (Slika 93).



Slika 93. Stranica za pregled podataka sustava

Druga pristupna stranica služi za pripremanje prostornih promjena i također je napravljena pomoću HTML okvira. U lijevom okviru otvara se JSP stranica koja omogućava dodavanje i mijenjanje dijelova objekta klase **PromjenaKC**, dok se u desnom otvara druga JSP stranica koja prikazuje trenutni sadržaj promatranog objekta (Slika 94).

Modeliranje promjena u katastru - Microsoft Internet Explorer

Address: http://trkut.igupi.geof.hr:8888/ook-katastar/elaborati.htm

elaborat 105

Proj k. č. 999

Popis ulazne

Način dodati Provedi

Djelitelj ---

Točke ---

Način dodati Provedi

Dio ---

Djelitelji ---

Ulazna k. č. ---

Izlazna k. č. ---

Površina ---

Način dodati Provedi

br točke -----

y --

x --

h --

Način dodati provedi

elaborat=105

Ulazne: 168,165,
Izlaze: 165,168,

točke

-1.9990004400 5390207.36 4904365.39 11 1
-2.9990004401 5390219.17 4904358.35 22 1
-3.9990004402 5390226.7 4904369 33 1

dijelovi čestica

2 null null 168 165 133
1 null null 168 168 200
3 null null 165 165 232
null null null 169 null null
null null null null 169 null

dijelovi čestica

1 null

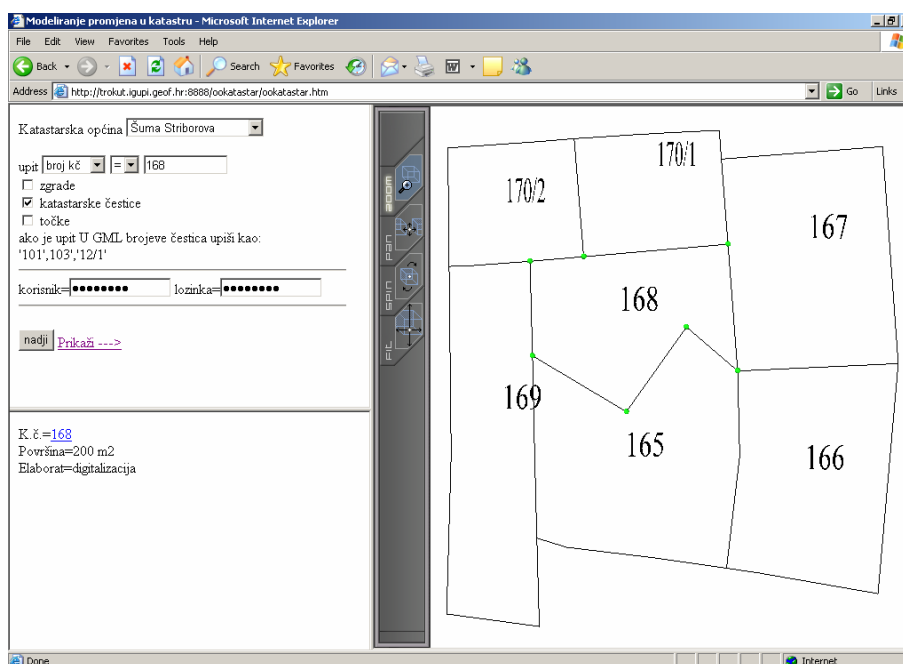
Slika 94. Stranica za pripremu promjena (PromjenaKC)

Korištenjem opisanih pristupnih stranica moguće je obavljati jednostavan uvid u podatke što je potrebno za široki krug sudionika, obavljati uvid u pripremljene promjene i pripremati promjene što će obavljati aktivni sudionici.

Provođenje promjena, koje se sastoji od pokretanja postupka iz SQL prozora i pregledavanja poruka o obavljenoj promjeni ili mogućim pogreškama obavlja se putem standardnog sučelja za pristup bazi podataka.

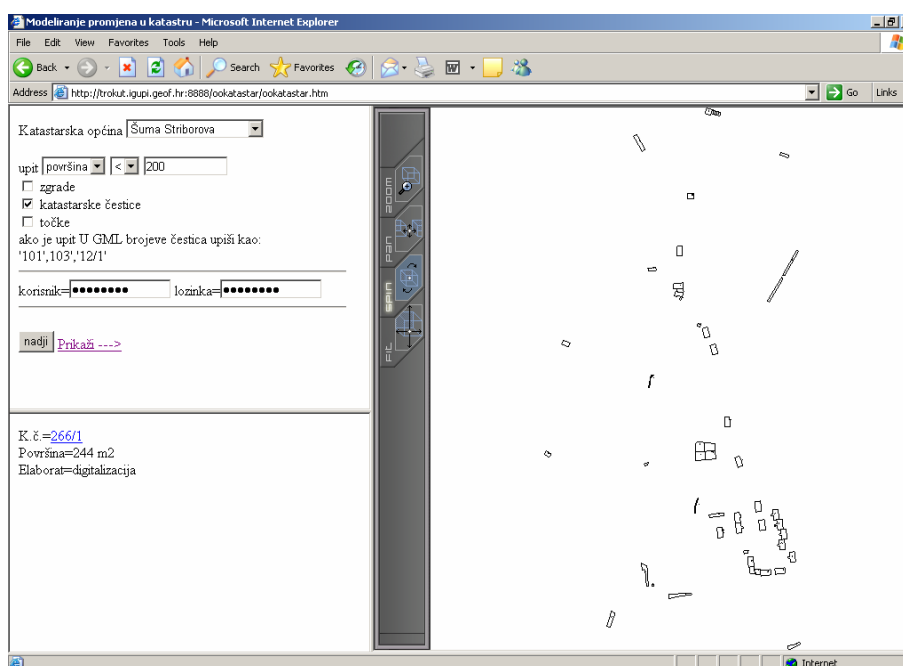
7.2. Pregledavanje podataka

Najjednostavniji dio korištenja sustava je pregledavanje važećih podataka. Pregledavanje je moguće obaviti postavljanjem upita prema broju katastarske čestice. Osim izabrane katastarske čestice sustav preuzima podatke i za sve susjedne odnosno one koje su u ANYINTERACT odnosu s traženom (Slika 95).



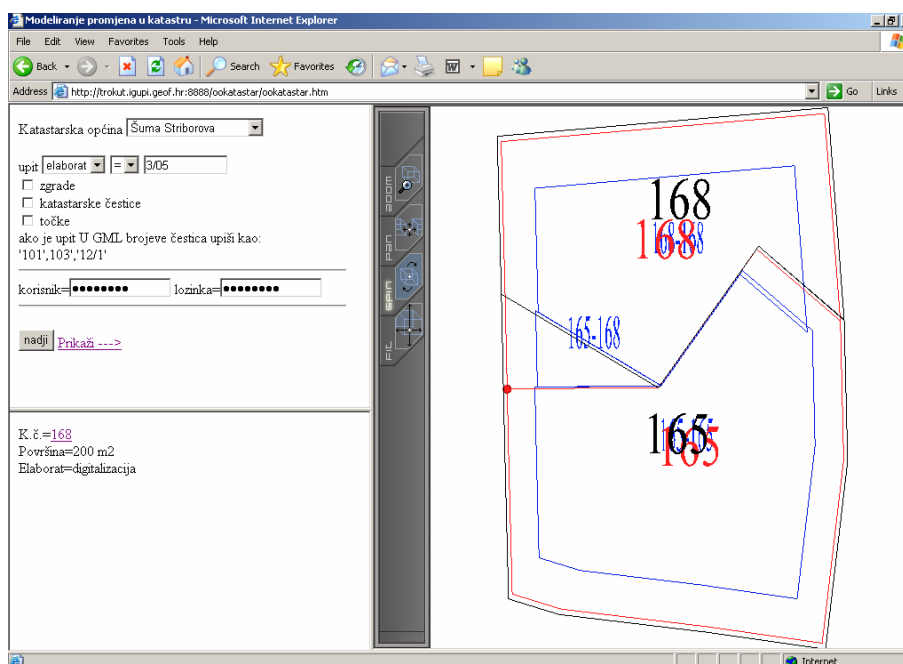
Slika 95. Pregledavanje prema broju katastarske čestice

Osim katastarskih čestica mogu biti prikazane i točke za koje je korišten VRML element sfera zelene boje. Osim prema broju katastarske čestice pretraživanje se može obaviti i zadavanjem drugih kriterija. U implementaciji omogućeno je i pretraživanje prema površini samo u svrhu prikaza dodatnih mogućnosti sustava (Slika 96).



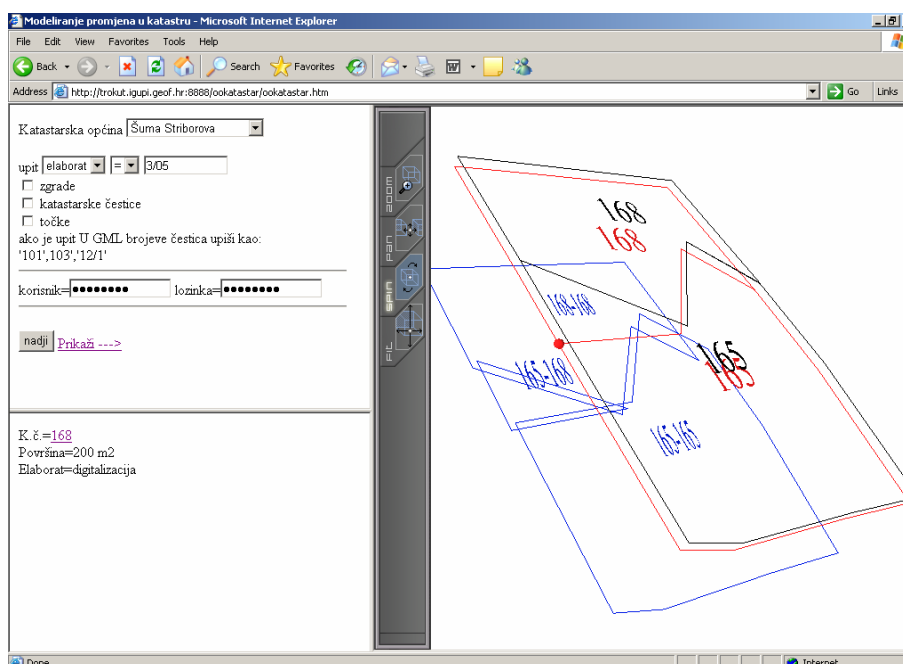
Slika 96. Pregledavanje prema površini

Važna mogućnost sučelja je i prikazivanje promjena bez obzira jesu li se već dogodile ili su samo pripremljene za događanje (Slika 97).



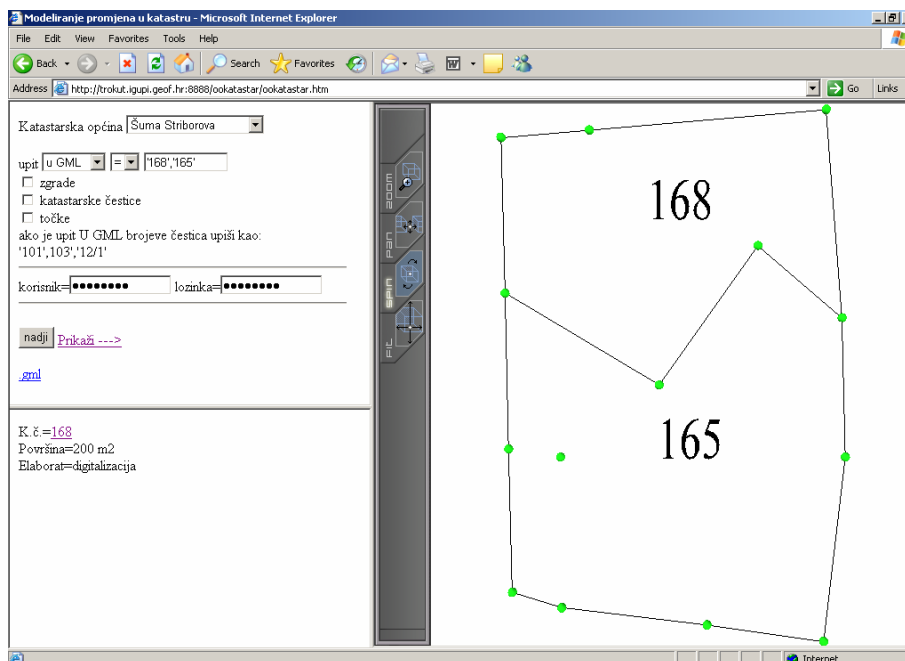
Slika 97. Prikaz promjene

Korištenje VRML kao tehnologije za prikaz 3D prostornih podataka omogućava istovremeno prikazivanje više slojeva podataka. Tako je u implementaciji sustava modeliran prikaz promjene s prijašnjim stanjem (crno), novim stanjem (crveno) i dijelovima s podatkom o izvornoj i ciljnoj katastarskoj čestici (plavo) (Slika 98).



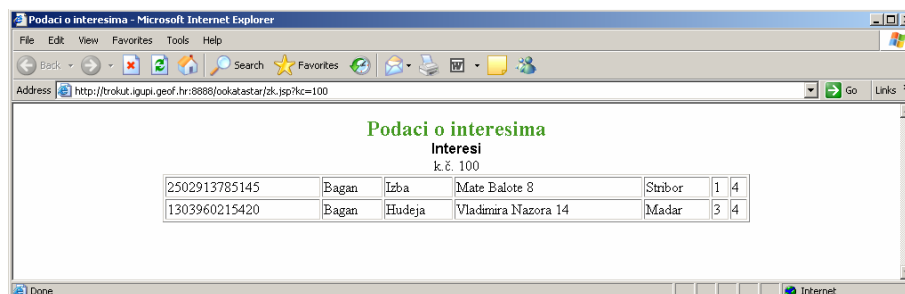
Slika 98. Prikaz više slojeva podataka

I konačno u okviru sučelja je omogućeno pripremanje i preuzimanje podataka u GML formatu. Ovo je ostvareno korištenjem SDO_UTIL.TO_GMLGEOMETRY funkcije Oracle10g sustava. Izborom "u GML" sustav stvara GML datoteku koja sadrži rezultate upita, a sudionik je može preuzeti putem Interneta klikom na odgovarajući hiperlink (Slika 99).



Slika 99. Prikaz i hiperlink za preuzimanje podataka

Kako ovakvi podaci ne trebaju biti dostupni svim sudionicima, može se pokretanje ovakvog upita uvjetovati provjerom korisničkog imena i lozinke. Osim prostornog protezanja važni su i opisni podaci o interesima. Pregledavanje tih podataka ostvareno je na posebnoj JSP stranici koja se otvara u novom prozoru (Slika 100) pritiskom na hiperlink s brojem katastarske čestice u prozoru s podacima.



Slika 100. Podaci o interesima

7.3. Pripremanje promjena

Promjena na granicama protezanja interesa, katastarskoj čestici složenija je od promjene opisnog dijela interesa. Zbog toga je i klasa čije su instance objekti koji predstavljaju promjene prostornog dijela sustava složenije pa će ovdje biti posebno opisana. Osnovna klasa zajednička za sve vrste promjena definirana je kao:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_pvdk AS OBJECT (
  id_pvdk NUMBER,
  oznaka VARCHAR2(20),
  nastanak DATE,
  pripremanje DATE,
  djelovanje DATE,
  osoba NUMBER,
  ko NUMBER) NOT INSTANTIABLE NOT FINAL;
```

Ovo je klasa koja sadrži podatke zajedničke za sve promjene i ne može imati instancu. Instancu u obliku konkretnog objekta može imati klasa koja nasljeđuje svojstva od ove klase i u kojoj je pripremljena cjelokupna promjena katastarske čestice:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_promjena_kc UNDER typ_pvdk (
  popisulaznihkc typ_popis_cestica,
  popisizlaznihkc typ_popis_cestica,
  popisnovihtocaka typ_popis_tocaka_elaborat,
  popisdijelova typ_polje_dijelova_cestica,
  popisdjelitelja typ_polje_djelitelja,
  podrucje SDO_GEOMETRY);
```

Klasa TYP_POPIS_CESTICA je jednostavno polje u koje se spremaju identifikatori katastarskih čestica:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_popis_cestica AS VARRAY(1000) OF VARCHAR2(20);
```

Zbog jednostavnosti su u ovoj implementaciji kao identifikatori objekata klase TYP_KATASTARSKA_CESTICA korištene oznake (broj čestice). U okviru promjene odnosno geodetskog elaborata kojim je definirana mogu nastati nove točke i mogu se mijenjati postojeće. Podaci o tome spremljeni su u odgovarajućem objektu čija definicija klase je:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_tocka_elaborat AS OBJECT (
  id_tockeelaborata NUMBER,
  idubazi NUMBER,
  y NUMBER,
  x NUMBER,
  h NUMBER,
  kn INTEGER,
  medjas INTEGER,
  stabilizacija INTEGER,
  tocnost INTEGER);
```

Osnova promjene su dijelovi s podacima o katastarskoj čestici od koje nastaju odnosno u koju prelaze:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_dio_cestice AS OBJECT (
  id_dijelacestice NUMBER,
  djelitelji typ_popis_djelitelja,
  geometrija SDO_GEOMETRY,
  odcestice VARCHAR2(20),
  ucesticu VARCHAR2(20),
  površina NUMBER);
```

Atribut *geometrija* je u početku postavljen na stanje bez vrijednosti (null), a nakon ostvarivanja promjene ovdje biva pohranjen nativni (sdo_geometry) oblik dijela. Ovo je potrebno kako bi se moglo ostvariti uvid u promjenu i nakon što ona bude provedena, čime prestaju postojati ulazni argumenti za ostvarivanje dijelova oduzimanjem površina. Popis djelitelja odnosno redoslijed operacija oduzimanja površina kojima se stvara konkretni objekt pohranjeni su u objektu klase:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_popis_djelitelja AS VARRAY(1000) OF NUMBER;
```

Ovo se zadaje tako da je svaka operacija zadana parom brojeva. Prvi član para je identifikator djelitelja koji sudjeluje u operaciji dok je drugi broj u paru nula, osim ako operacija oduzimanja površine vraća više od dva dijela. Tada drugi broj predstavlja redni broj dijela gledano od početka djelitelja u smjeru njegovog protezanja. Kako funkcija PODIJELI_POVRŠINU daje drugačiji rezultat ako su ulazni parametri zamijenjeni, ako je identifikator djelitelja zadan kao negativan broj to znači da treba obaviti operaciju "djelitelj-površina", a ne normalni slučaj "površina-djelitelj". Zato algoritam na odgovarajući način poziva funkciju s tim da naravno uzima apsolutnu vrijednost identifikatora djelitelja. Drugi

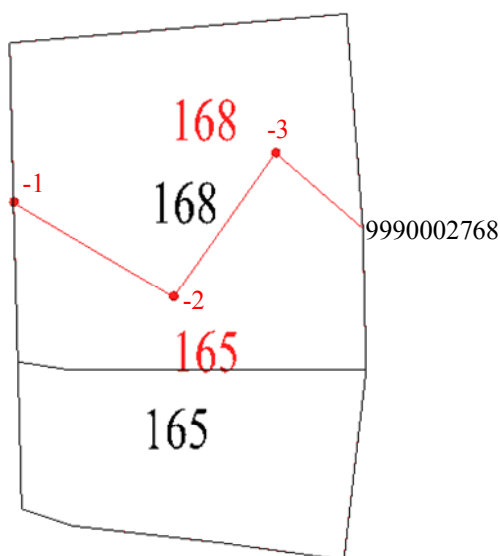
argument potreban za djelovanje funkcije `PODIJELI_POVRŠINU` je određen atributom `odcestice` i nije ga potrebno još jednom eksplicitno pohranjivati.

Djelitelji moraju na neki način biti definirani što je kod objekta vrste `TYP_PROMJENA_KC` ostvareno u okviru atributa `popisdjelitelja` koji je objekt vrste `TYP_POLJE_DJELITELJA`:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_tocke_djelitelja AS VARRAY(1000) OF NUMBER;
/
CREATE OR REPLACE TYPE typ_djelitelj AS OBJECT (
  id_djelitelja NUMBER,
  tocke typ_tocke_djelitelja,
/
CREATE OR REPLACE TYPE typ_polje_djelitelja AS VARRAY(1000) OF typ_djelitelj;
```

Pošto su djelitelji zadani implicitno (kao popis točaka), a funkcija `PODIJELI_POVRŠINU` zahtjeva ostvareni (`sdo_geometry`) oblik dodana je i jednostavna članska funkcija "ostvari" klase `TYP_DJELITELJ` koja ga ostvaruje odnosno stvara traženi oblik. U atributu `podrucje` objekta vrste `TYP_PROMJENA_KC` pohranjen je geometrijski oblik područja zahvaćenog promjenom. Ovo se ne zadaje kod pripremanja objekta (postavljena vrijednost "null") nego ga sustav ažurira prilikom ostvarivanja promjene.

Za prikazivanje svega opisanog na primjeru uzeti ćemo jednostavnu promjenu ispravljanja granice između dvije katastarske čestice. Granica katastarskih čestica 165 i 168 u važećem stanju prikazana je crnom, a novo stanje koje nastaje promjenom crvenom (Slika 101).



Slika 101. Prikaz jednostavne promjena prije događanja

Ako je djelitelj označen kao d1 određen poredanim skupom točaka (-1,-2,-3,9990002768) onda je promjena napisana u formalnom obliku:

$$i_{165}=u_{165}+(d1-u_{168}), \quad i_{168}=u_{168}-d1$$

Pripremljeni objekt koji će provesti željenu promjenu sprema se u tablicu koja drži objekte ovog tipa korištenjem slijedećeg:

```

insert into elaborati values (2, '1/05',sysdate,null,null,0,999999
,TYP_POPIS_CESTICA('168', '165')
,TYP_POPIS_CESTICA('165', '168')
,TYP_POPIS_TOCAKA_ELABORAT(
    TYP_TOCKA_ELABORAT(-1, null, 5390207.36, 4904365.39, 11, 1, 1, 1, 1),
    TYP_TOCKA_ELABORAT(-2, null, 5390219.17, 4904358.35, 22, 1, 1, 1, 1),
    TYP_TOCKA_ELABORAT(-3, null, 5390226.7, 4904369, 33, 1, 1, 1, 1))
,TYP_POLJE_DIJELOVA_CESTICA(
    TYP_DIO_CESTICE(2, TYP_POPIS_DJELITELJA(-1, 0), null, '168', '165', 133),
    TYP_DIO_CESTICE(1, TYP_POPIS_DJELITELJA(1, 0), null, '168', '168', 200),
    TYP_DIO_CESTICE(3, TYP_POPIS_DJELITELJA(), null, '165', '165',232))
,TYP_POLJE_DJELITELJA(
    TYP_DJELITELJ(1, TYP_TOCKE_DJELITELJA(-1, -2, -3, 9990002768)))
,null)

```

Prvih sedam atributa su podaci o događaju (prvi red). Kako su izlazne i ulazne katastarske čestice jednake i to 168 i 165 to su popisi ulaznih i izlaznih čestica jednaki. Promjenom nastaju tri nove točke kojima mora biti zadana geometrija (koordinate) što je sadržano u odgovarajućem atributu. Negativni brojevi označavaju nove točke kojima sustav prilikom provođenja dodjeljuje definitivne identifikatore. Identifikatori točaka koje već postoje u bazi upisuju se u svom punom obliku koji se u implementaciji sastoji od šifre katastarske općine (999) i broj točke (2768). Najzanimljiviji podaci su pohranjeni u atributu *popisdijelova*. Prvi objekt sadrži dio koji nastaje od katastarske čestice 168 i prelazi u katastarsku česticu 165. Kako je smjer djelitelja 1 s lijeva na desno ovaj se dio nalazi djelitelju s desne strane. Zato je u popisu djelitelja ovog dijela identifikatoru djelitelja dodan negativni predznak (dakle -1). Slijedeći dio prelazi iz stare k.č. 168 u novu k.č. 168 i nalazi se lijevo od djelitelja 1. Konačno treći dio predstavlja čitavu k.č. 165 pa je zato popis djelitelja prazan (taj dio je cijela k.č. bez promjena). Djelitelj 1 je definiran novim točkama -1, -2, -3 i postojećom 9990002768.

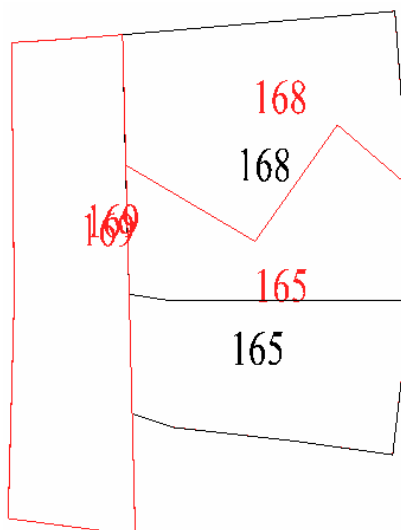
Isti objekt nakon obavljene promjene odnosno nakon što se događaj dogodio sadrži puno više podataka. To su trenutci pripremanja i djelovanja, identifikatori dodijeljeni novonastalim točkama, ostvareni oblik dijelova koji čine promjenu i ostvareni oblik zahvaćenog područja. Osim toga opisanim je događajem geometrijski konstantno promijenjena i katastarska čestica 169. Zato je u okviru objekta nakon događanja pohranjen i ostvareni oblik te k.č. i to prije i nakon događanja. Verzija prije promjene sadrži oznaku (broj k.č.) u atributu *odcestice* dok je u atributu *ucesticu* prazna vrijednost (null). Verzija iste katastarske čestice nakon promjene u atributu *odcestice* ima praznu vrijednost, a oznaka je upisana je u atributu *ucesticu*.

```

2 1/05          14-JUL-05          27-JUL-05          0          999999
TYP_POPIS_CESTICA('168', '165')
TYP_POPIS_CESTICA('165', '168')
TYP_POPIS_TOCAKA_ELABORAT(TYP_TOCKA_ELABORAT(-1, 9990004400, 5390207.36, 4904365.39,
11, 1, 1, 1, 1), TYP_TOCKA_ELABORAT(-2, 9990004401, 5390219.17, 4904358.35, 22, 1, 1,
1, 1), TYP_TOCKA_ELABORAT(-3, 9990004402, 5390226.7, 4904369, 33, 1, 1, 1, 1))
TYP_POLJE_DIJELOVA_CESTICA(
  TYP_DIO_CESTICE(2, TYP_POPIS_DJELITELJA(-1, 0), SDO_GEOMETRY(2003, 1000001,
NULL, SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1), SDO_ORDINATE_ARRAY(5390207.36, 4904365.39,
5390207.67, 4904353.51, 5390211.64, 4904352.89, 5390233.37, 4904352.9, 5390233.11,
4904363.47, 5390226.7, 4904369, 5390219.17, 4904358.35, 5390207.36, 4904365.39)),
'168', '165', 133),
  TYP_DIO_CESTICE(1, TYP_POPIS_DJELITELJA(1, 0), SDO_GEOMETRY(2003, 1000001,
NULL, SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1), SDO_ORDINATE_ARRAY(5390207.05, 4904377.27,
5390207.36, 4904365.39, 5390219.17, 4904358.35, 5390226.7, 4904369, 5390233.11,
4904363.47, 5390231.91, 4904379.36, 5390207.05, 4904377.27)), '168', '168', 200),
  TYP_DIO_CESTICE(3, TYP_POPIS_DJELITELJA(), SDO_GEOMETRY(2003, 1000001, NULL,
SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1), SDO_ORDINATE_ARRAY(5390207.67, 4904353.51, 5390207.95,
4904342.56, 5390211.73, 4904341.36, 5390222.81, 4904340.09, 5390231.72, 4904338.83,
5390233.37, 4904352.9, 5390211.64, 4904352.89, 5390207.67, 4904353.51)), '165', '165',
232),
  TYP_DIO_CESTICE(NULL, NULL, SDO_GEOMETRY(2003, 1000001, NULL,
SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1), SDO_ORDINATE_ARRAY(5390207.05, 4904377.27, 5390200.03,
4904376.71, 5390196.94, 4904376.54, 5390197.19, 4904353.11, 5390196.64, 4904333.09,
5390208.24, 4904331.53, 5390207.95, 4904342.56, 5390207.67, 4904353.51, 5390207.05,
4904377.27)), '169', NULL, NULL),
  TYP_DIO_CESTICE(NULL, NULL, SDO_GEOMETRY(2003, 1000001, NULL,
SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1), SDO_ORDINATE_ARRAY(5390207.05, 4904377.27, 5390200.03,
4904376.71, 5390196.94, 4904376.54, 5390197.19, 4904353.11, 5390196.64, 4904333.09,
5390208.24, 4904331.53, 5390207.95, 4904342.56, 5390207.67, 4904353.51, 5390207.36,
4904365.39, 5390207.05, 4904377.27)), NULL, '169', NULL))
TYP_POLJE_DJELITELJA(
  TYP_DJELITELJ(1, TYP_TOCKE_DJELITELJA(-1, -2, -3, 9990002768)))
SDO_GEOMETRY(2003, 1000001, NULL, SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1),
SDO_ORDINATE_ARRAY(5390207.36, 4904365.39, 5390207.67, 4904353.51, 5390207.95,
4904342.56, 5390211.73, 4904341.36, 5390222.81, 4904340.09, 5390231.72, 4904338.83,
5390233.37, 4904352.9, 5390233.11, 4904363.47, 5390231.91, 4904379.36, 5390207.05,
4904377.27, 5390207.36, 4904365.39))

```

I prikaz događaja je nakon događanja drugačiji upravo zato jer su u njemu pohranjeni i dodatni podaci (Slika 102).



Slika 102. Prikaz jednostavne promjena nakon događanja

Kod promjena interesa stanje je znatno jednostavnije. Promjene interesa odnosno njegove opisne sastavnice sadržane su u objektima klase:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_promjena_interesa UNDER typ_pvdk (
  popisulaznihinteresa typ_polje_interesa,
  popisizlaznihinteresa typ_polje_interesa,
  popisdijelova typ_polje_dijelova_interesa,
  promjenakc VARCHAR2(20),
  podrucje sdo_geometry);
```

Svi interesi koji ulaze u promjenu odnosno njihove kopije pohranjeni su u objektima klase:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_polje_interesa AS VARRAY(1000) OF typ_interes;
```

Razlog za pohranu kopija konkretnih objekata umjesto samo identifikatora leži u organizaciji povijesnog podsustava za upravljanje interesima. Kao i kod katastarskih čestica ni prošla stanja interesa se ne pohranjuju zajedno s važećim stanjem već se čuvaju upravo u promjenama odnosno događajima. Kod stvaranja događaja sudionik je dužan samo identificirati ulazne interese, a sustav kod prvog ostvarivanja kopira ostale podatke iz baze.

U atributu *popisdijelova* sadržani su dijelovi interesa koji svojim prelascima iz jednog interesa u drugi čine srž promjene. Udio (*udio_b* i *udio_n*) ovdje predstavlja udio dijela u koji je predmetom prijenosa ili druge vrste promjene u interesu koji ne mora predstavljati cijelu katastarsku česticu već također može predstavljati udio u cjelokupnom interesu. Ako se udio ne može prikazati razlomkom u atribut *udio_b* se upisuje površina koja je predmetom promjene, a u *udio_n* nula:

```
CREATE OR REPLACE TYPE typ_dio_interesa AS OBJECT (
  id dijelainteresa NUMBER,
  odinteresa NUMBER,
  uinteres NUMBER,
  udio_b integer,
  udio_n integer);
/
CREATE OR REPLACE TYPE typ_polje_dijelova_interesa AS VARRAY(1000) OF
  typ_dio_interesa;
```

U atributu *promjenakc* nalazi se identifikator prostorne promjene TYP_PROMJENA_KC koja uvjetuje događanje ove promjene, a u atributu *podrucje* je područje zahvaćeno promjenom. Kod prostorne promjene opisane u prvom dijelu odlomka događaju se i promjene interesa. Objekt pripremljen za ubacivanje u sustav za konkretni slučaj izgleda kao:

```
insert into upisi values (
  typ_promjena_interesa(3,'upis3',sysdate,null,null,0,999999,
  typ_polje_interesa(typ_interes(156,null,null,null,null)),
  typ_interes(160,null,null,null,null)),
  typ_polje_interesa(typ_interes(156,null,null,null,null)),
  typ_interes(160,null,null,null,null)),
  typ_polje_dijelova_interesa(typ_dio_interesa(1,160,156,271,0),
  typ_dio_interesa(2,160,160,376,0),
  typ_dio_interesa(3,156,156,310,0)),
  '1/05',null));
```

Kako je prije naznačeno dijelovi su ovdje određeni površinom, a ne razlomkom. Nakon događanja isti objekt sadrži i dodatne podatke:

```
3 upis3          26-JUL-05          27-JUL-05          0          999999
TYP_POLJE_INTERESA(TYP_INTERES(156, 43, '165', 1, 1),
  TYP_INTERES(160, 49, '168', 1, 1))
TYP_POLJE_INTERESA(TYP_INTERES(156, 43, '165', 581, 0),
  TYP_INTERES(160, 49, '168', 376, 0))
TYP_POLJE_DIJELOVA_INTERESA(TYP_DIO_INTERESA(1, 160, 156, 271, 0),
  TYP_DIO_INTERESA(2, 160, 160, 376, 0),
  TYP_DIO_INTERESA(3, 156, 156, 310, 0))
1/05
```


Čime je omogućeno i naknadno obavljanje uvida u prošla stanja sustava.

7.4. Provođenje promjena

Provođenje promjena obavlja se pokretanjem pripremljenih funkcija i postupak nije zahtjevan. Potrebno je nakon pokretanja samo provjeriti poruke o obavljenom postupku ili eventualno mogućim pogreškama. Ako se želi provesti samo prostorna promjena potrebno je neposredno pokrenuti funkciju "provedi_elaborat". Ovo će rijetko biti slučaj jer je promjena u prostornom dijelu najčešće posljedica preraspodjele interesa. Provođenje promjena koje nemaju utjecaja na prostorni dio objekata s druge strane biti će čest slučaj. Kod pokretanja događanja pripremljenog događaja vrste TYP_PROMJENA_INTERESA koji je uvjetovan događajem koji mijenja prostorne objekte što se obavlja pozivom funkcije "provedi_upis" ona iz proslijeđenog događaja prepoznaje potrebu provedbe događaja koji uvjetuje isti i pokreće njegovo događanje. Događaj koji mijenja prostorne objekte događa se prvi čime omogućava događanje događaja koji mijenja interese.

Kako bi se događaj TYP_PROMJENA_KC mogao dogoditi mora biti u stanju "spreman se dogoditi". Osim zahtjeva da ga ne smije priječiti neka započeta promjena, mora biti u stanju "tehnički spreman" (Definicija 4.10). Ostvarivanje događaja ove vrste uz preduvjet da bude uspješno ostvaren prevodi u stanje "tehnički spreman" (Slika 103).

```

SQL*Plus Worksheet
File Edit Worksheet Help
set serveroutput on size 500000;
declare
izlaz typ_polje_izlaznih_geometrija;
begin
izlaz:=ostvari_elaborat('1/05',1);
end;

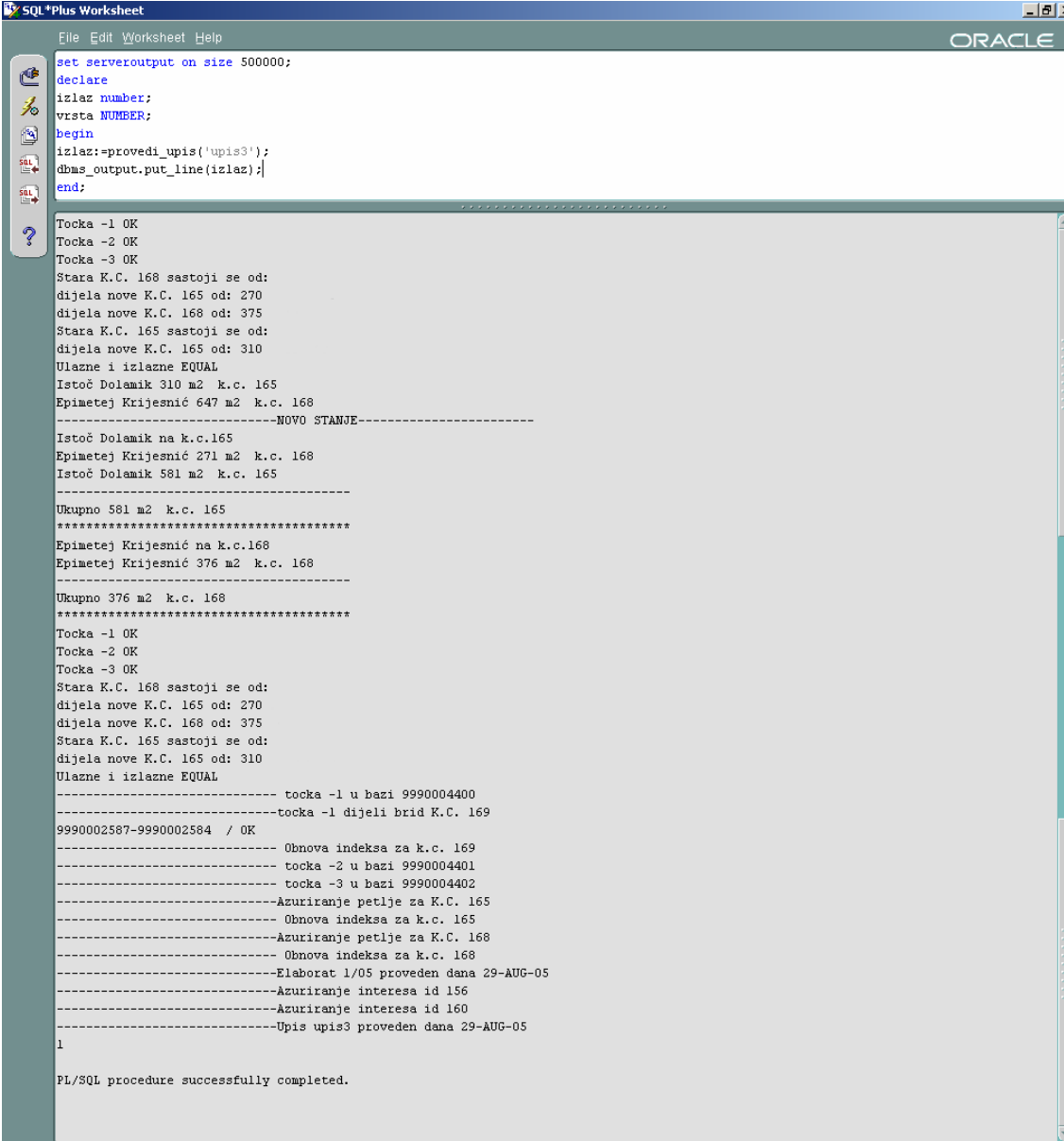
Tocka -1 OK
Tocka -2 OK
Tocka -3 OK
Stara K.C. 168 sastoji se od:
dijela nove K.C. 165 od: 270
dijela nove K.C. 168 od: 375
Stara K.C. 165 sastoji se od:
dijela nove K.C. 165 od: 310
Ulazne i izlazne EQUAL

PL/SQL procedure successfully completed.

```

Slika 103. Ostvarivanje događaja u svrhu prevođenja u stanje "tehnički spreman"

Kada je ovo obavljeno može se pokrenuti događanje promjene interesa koja kao preduvjet zahtjeva događanje prostorne promjene (Slika 104).



```

set serveroutput on size 500000;
declare
izlaz number;
vrsta NUMBER;
begin
izlaz:=provedi_upis('upis3');
dbms_output.put_line(izlaz);
end;

Tocka -1 OK
Tocka -2 OK
Tocka -3 OK
Stara K.C. 168 sastoji se od:
dijela nove K.C. 165 od: 270
dijela nove K.C. 168 od: 375
Stara K.C. 165 sastoji se od:
dijela nove K.C. 165 od: 310
Ulazne i izlazne EQUAL
Istoč Dolamak 310 m2 k.c. 165
Epimetej Krijesnić 647 m2 k.c. 168
-----NOVO STANJE-----
Istoč Dolamak na k.c.165
Epimetej Krijesnić 271 m2 k.c. 168
Istoč Dolamak 581 m2 k.c. 165
-----
Ukupno 581 m2 k.c. 165
*****
Epimetej Krijesnić na k.c.168
Epimetej Krijesnić 376 m2 k.c. 168
-----
Ukupno 376 m2 k.c. 168
*****
Tocka -1 OK
Tocka -2 OK
Tocka -3 OK
Stara K.C. 168 sastoji se od:
dijela nove K.C. 165 od: 270
dijela nove K.C. 168 od: 375
Stara K.C. 165 sastoji se od:
dijela nove K.C. 165 od: 310
Ulazne i izlazne EQUAL
----- tocka -1 u bazi 9990004400
----- tocka -1 dijeli brid K.C. 169
9990002587-9990002584 / OK
----- Obnova indeksa za k.c. 169
----- tocka -2 u bazi 9990004401
----- tocka -3 u bazi 9990004402
-----Azuriranje petlje za K.C. 165
----- Obnova indeksa za k.c. 165
-----Azuriranje petlje za K.C. 168
----- Obnova indeksa za k.c. 168
-----Elaborat 1/05 proveden dana 29-AUG-05
-----Azuriranje interesa id 156
-----Azuriranje interesa id 160
-----Upis upis3 proveden dana 29-AUG-05
1

PL/SQL procedure successfully completed.

```

Slika 104. Provedba promjena odnosno događanje događaja

Promjene interesa bez prostorne promjene obavljaju se preraspodjelom udjela prikazanih u obliku razlomaka (Slika 105).

```

set serveroutput on size 500000;
declare
izlaz number;
vrsta NUMBER;
begin
izlaz:=provedi_upis('upis2');
dbms_output.put_line(izlaz);
end;

```

```

Palunko Bukač 1/3 k.c. 1/2
Rušnica Prosenjak 1/3 k.c. 1/2
Kosjenka Kraguja 1/3 k.c. 1/2
-----NOVO STANJE-----
Hefest Bokida na k.c.1/2
1/3 od Palunko Bukač k.c.1/2
1/3 od Rušnica Prosenjak k.c.1/2
1/3 od Kosjenka Kraguja k.c.1/2
-----
Ukupno 3/3 k.c. 1/2
*****
-----Brisanje iz vazecih interesa 4
-----Brisanje iz vazecih interesa 5
-----Brisanje iz vazecih interesa 6
-----Novo interes u bazu id 580
-----Upis upis2 proveden dana 29-AUG-05
1
PL/SQL procedure successfully completed.

```

Slika 105. Provedba interesa bez prostorne promjene

7.5. Pregledavanje prošlih stanja

Postojanje prošlih stanja objekata preduvjet je za mogućnost njihova pregledavanja. Povijesni podsustav implementacije temelji se na podacima o prošlim stanjima objekata pohranjenim u događajima i na funkcijama koje ih analiziraju i daju dodatne podatke o njima ili pripremaju za prikaz temeljem postavljenih kriterija. Podaci o prošlim stanjima objekata opisani su u prethodnim poglavljima pa je potrebno opisati način na koji im se pristupa.

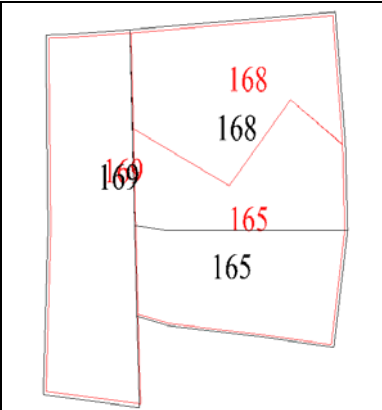
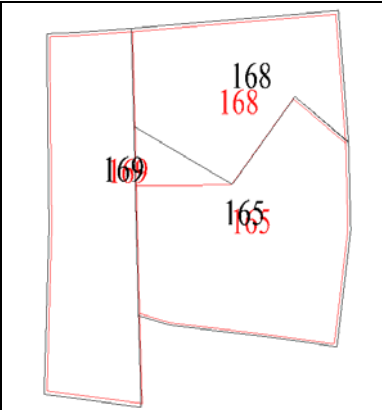
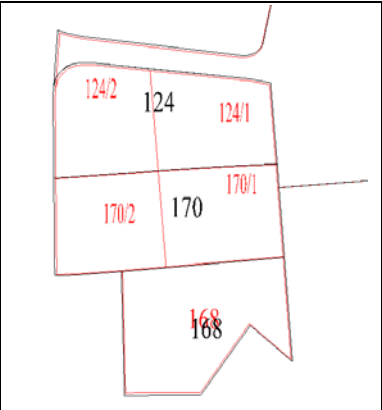
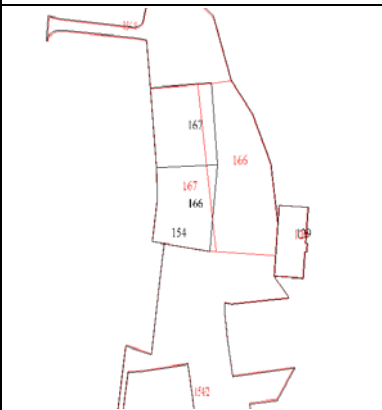
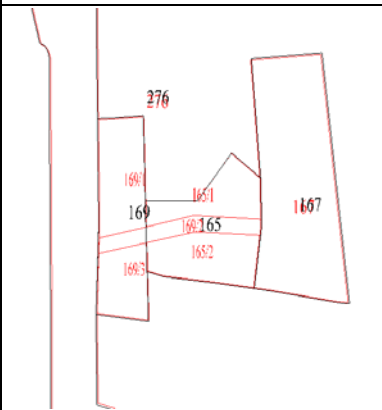
U okviru izvedbe sustava implementirana je jedna funkcija temeljem algoritma za prostorno-vremensku projekciju. Funkcija prema zadanim parametrima ostvaruje verziju tražene i okolnih katastarskih čestica u zadanom trenutku.

Pripremljena funkcija poziva se s CESTICA_OKOLINA (brkc, ko, tren) gdje je:

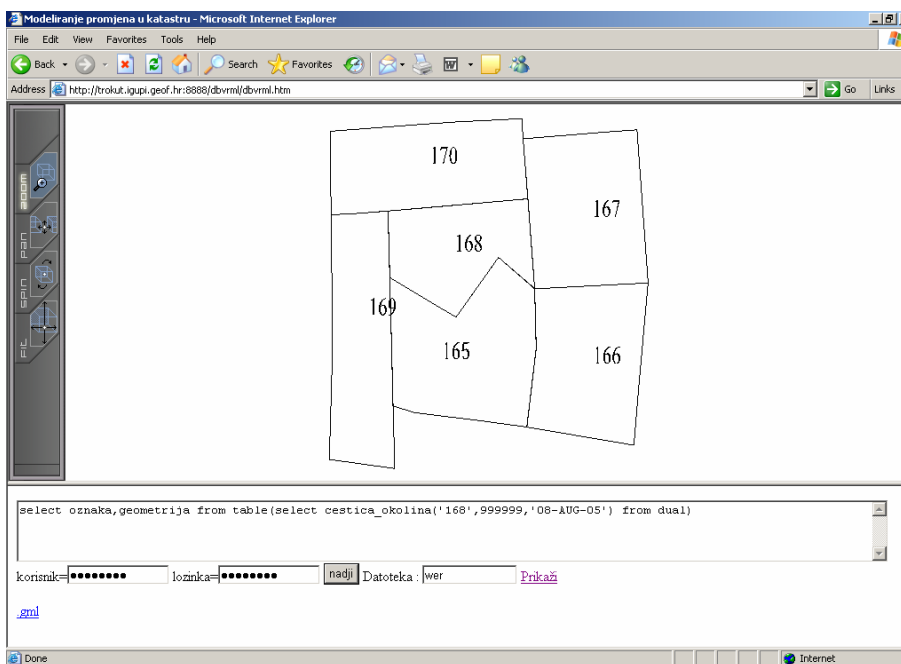
- brkc - broj katastarske čestice,
- ko - šifra katastarske općine i
- tren - trenutak za koji se želi ostvariti uvid u stanje sustava.

Jednostavnim proširivanjem može se ostvariti funkcija koja ostvaruje stanje sustava za neko područje. U svrhu dokazivanja ispravnosti pretpostavki i djelotvornosti algoritama pripremljene su i kroz sustav provedene promjene na dijelu područja pokusne katastarske općine oko i na katastarskoj čestici 168 (Tablica 12).

Tablica 12. Sadržaj i trenutci događanja promjena

		
09.08.2005.	13.08.2005.	15.08.2005.
		
17.08.2005.	19.08.2005.	

Za pregledavanje promjena korišteno je sučelje napravljeno za obavljanje testiranja djelovanja funkcija i algoritama (Slika 106).



Slika 106. Sučelje i prikaz povijesnog upita

Povijesni se upiti mogu obavljati za trenutke određene preciznošću jednakom onoj pohranjenog trenutka djelovanja promjene (Snodgrass 2000). U ostvarenju sustava je implementirana je pohrana samo vremena transakcije (engl. *transaction time*) iako su daljnja proširenja, kao dodavanje vremena važenja (engl. *valid time*) u događaj trivijalna. Upiti su postavljeni za katastarsku česticu 168 (Tablica 13).

Tablica 13. Trenutci za koje je postavljen upit i prikazi vraćenih podataka

10.08.2005.	14.08.2005.	16.08.2005.
18.08.2005.	20.08.2005.	

Kao što je vidljivo iz prethodnih slika, vizualizacija stanja ne odnosi se samo na traženu već i za sve okolne katastarske čestice. Funkcija odnosno algoritam uzima u obzir i sve promjene koje su se dogodile i na okolnim katastarskim česticama. Jednostavnim proširivanjem algoritma može se implementirati i funkcija koja prikazuje prošlo stanje sustava za proizvoljno zadano područje.

Osim vizualnog uvida u prošla stanja sustava često je potrebno ostvariti uvid i u druge podatke o promjeni (na primjer popis sudionika koji su sudjelovali u njezinom provođenju). Za ovo nisu potrebni nikakvi algoritmi pošto se svi podaci čuvaju u objektu koji sadrži promjenu, a kojeg se može pronaći te mu se pristupiti standardnim upitima

Rezultati rada

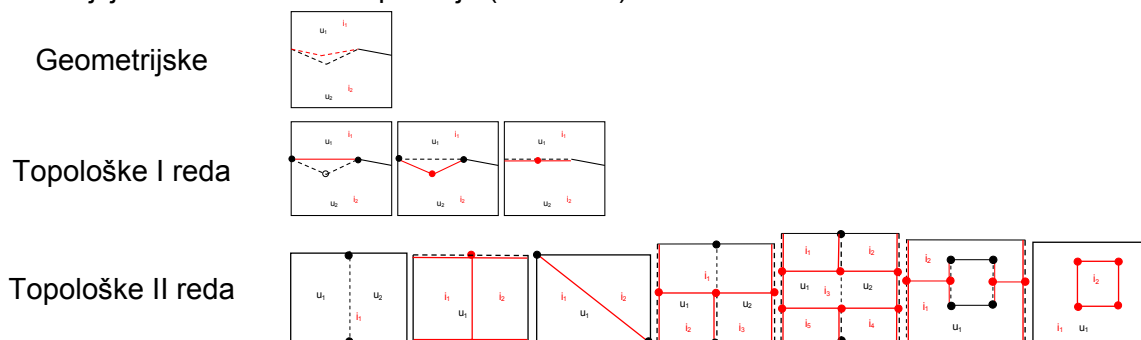
U ovom su poglavlju prvo ukratko ponovljena važna dostignuća nastala kroz istraživanje obavljeno tijekom izrade disertacije. Također su pregledno ponovljeni svi nastali zaključci, ali su dani i prijedlozi za moguće daljnje istraživanje ali i moguće implementacije sustava katastra.

8. Pregled postignutih rezultata

Cilj izrade ove doktorske disertacije bio je proučiti postojeće te predložiti nove metode i postupke modeliranja promjena u katastru. U tu svrhu promjene su razvrstane kako bi im se uočile sličnosti i razlike važne kod postupka provođenja. Definiran je formalni postupak predstavljanja svake promjene koji služi za njeno jednoznačno definiranje. Nadalje su proučeni prostorno-vremenski događaji kao nosioci promjena te su definirana pravila kojih se treba pridržavati prilikom njihova modeliranja. Konačno je Model jezgre domene katastra kao izabrana osnova proširen klasama za prostorno-vremenske događaje koje su također detaljno modelirane. Time su stvoreni preduvjeti za ostvarivanje pokusne implementacije katastarskog sustava u svrhu provjere iznesenih postavki koja je obavljena korištenjem prostorne baze podataka. U radu je:

- Obavljeno razvrstavanje prostornih promjena u ravninskoj particiji (3.2.1).

Prostorne promjene u ravninskoj particiji razvrstane su na geometrijske, topološke I reda i topološke II reda. Geometrijske promjene mijenjaju samo geometrijske podatke ravninske particije, topološke promjene prvog reda mijenjaju čvorove i bridove no ne mijenja se količina petlji dok topološke promjene drugog reda mijenjaju i količinu petlji u ravninskom grafu koji je osnova ravninske particije (Slika 107).



Slika 107. Razvrstavanje promjena u ravninskoj particiji

- Definirani prostorno-vremenski događaji u katastru (4).

Prostorno-vremenski događaji obrađivani su od mnogih autora u općenitom okruženju prostornih informacijskih sustava. Njihova primjena u katastru nije od svjetskih znanstvenika dublje analizirana i obrađena. Kako bi bilo moguće proučiti mogućnosti primjene prostorno-vremenskih događaja u katastru bilo je potrebno prvo ih precizno definirati i to u pogledu njihove definicije, stanja u kojima se mogu nalaziti, njihovog smještaja u prostoru i vremenu i djelovanja te konačno međuodnosa s objektima ali i drugim događajima.

- Definiran račun petlji (3.2.3).

Mogućnost egzaktnog definiranja odnosno pripremanja događaja važno je za učinkovito i ispravno djelovanje katastarskog sustava temeljenog na događajima. Petlje odnosno njihovo geometrijsko ostvarenje površine, najsloženiji su objekti kojima katastar upravlja. Račun petlji je skup operanada (petlje, čvorovi, točke), operatora (+, -, ...) i konačno operacija (zbrajanje i oduzimanje petlji, dodavanje čvora, ...) kao skupa pravila djelovanja operanada nad operatorima. Korištenjem definiranog računa moguće je simbolički predstaviti promjene u ravninskoj particiji čime je olakšana implementacija i korištenje sustava.

- Predstavljen algoritam za podjelu površine korištenjem funkcionalnosti raspoložive u sustavima za upravljanje prostornim bazama podataka (engl. *Spatial Database management system /SDBMS*) (6.2).

Kako bi bilo moguće ostvariti implementaciju sustava temeljenog na računu petlji potrebno je implementirati funkciju za oduzimanje petlji odnosno površina u implementacijskom smislu. Za razliku od druge važne operacije, topološke unije ovo nije implementirano niti u jednom komercijalnom ili slobodnom SDBMS. Razvoj jednostavnog ali učinkovitog algoritma za implementaciju oduzimanja površina temeljenog na funkcionalnosti raspoložive u većini SDBMS omogućio je implementaciju katastarskog sustava temeljenog na prethodno iznesenim postavkama. Algoritam je nazvan "podjela izdvajanjem trokuta".

- Obavljeno općenito razvrstavanje promjena interesa (3.4).

Iako je težište ove disertacije stavljeno na promjene objekata koji predstavljaju prostorno protezanje interesa na zemljištu prvenstvena je svrha katastra upravljanje svim vidovima interesa na zemljištu. Promjene interesa na zemljištu mogu ali ne moraju zahvaćati i prostornu sastavnicu. Interesi se mogu mijenjati bez promjene granica njihovog prostornog protezanja. Iako se svaka promjena interesa događa u prostoru jer je svaki interes prostorno određen napravljena je podjela promjena interesa na one s promjenom prostornog protezanja i one bez. Temeljem toga ustanovljeni su kasnije odnosi raznovrsnih događaja.

- Dodana dinamička sastavnica Modelu jezgre domene katastra (5.4).

Model jezgre domene katastra (engl. *Core cadastral domain model*) evoluirao je od 2002. godine do sada u zrelo i iskoristivo stanje. No iako se određena dinamička svojstva modela mogu prepoznati u dodavanju vremenske sastavnice pojedinim klasama i uvođenjem klasa za isprave kao pokretače promjena, ovo je tek naznaka prave dinamičke funkcionalnosti modela ili neke implementacije temeljene na njemu. Dodavanje konkretnih klasa za prostorno-vremenske događaje katastra (PVDK) značajno su proširene mogućnosti modela.

- Obavljena pokusna implementacija proširenog Modela jezgre domene katastra korištenjem SDBMS kao programske osnove u svrhu dokazivanja ispravnosti iznesenih tvrdni, postavki i definicija (6).

Bez obzira bilo u sprezi s nekim „*off the shelf*“ GIS programskim sustavom ili programskom podrškom ugrađenom neposredno u implementaciju sustava, svi su suvremeni katastarski sustavi temeljeni na SDBMS tehnologiji. Za pokusnu implementaciju katastarskog sustava temeljenog na iznesenim postavkama izabrana je zato Oracle10g SDBMS, a sva programska podrška uključujući logiku ažuriranja podataka uz provjere konzistentnosti i pristup i vizualizaciju ostvarena je programiranjem na strani baze podataka i WWW poslužitelja.

- Ostvarena implementacija topološke podatkovne strukture (petlja-čvor) bez normalizacije podataka i bez redundancije (5.3.2).

Korištenjem objektnih mogućnosti korištene softverske osnove (Oracle10g) ostvarena je implementacija topološke podatkovne strukture bez pohrane nativnog geometrijskog oblika prostornog podatka (SDO_GEOMETRY) čime je izbjegnuta pojava redundancije ali i bez rastavljanja objekata kako bi se ostvarila normalizacija. Ovo je ostvareno stvaranjem funkcijskog indeksa na objektnoj tablici u kojoj su pohranjene petlje kao prostorna sastavnica katastarske čestice.

9. Zaključci

Kroz izradu ove disertacije izvedeni su sljedeći zaključci:

- Katastarski sustavi upravljaju interesima na zemljištu i ne treba ih opterećivati drugim podacima jer se time ugrožava njihova učinkovitost. Drugim srodnim podacima o zemljištu trebaju upravljati odvojeni sustavi koji se kao svojom osnovom mogu i trebaju koristiti podacima katastra.

Svaku interesnu grupu iz domene državne uprave ili izvan nje zanimat će neka posebna vrsta podataka povezanih sa zemljištem. Svaka od tih interesnih grupa nastojat će upravo svoje podatke prikazati kao te koji trebaju biti u zajedničkom sustavu s podacima katastra. Interesi na zemljištu osnova su upravljanja zemljištem i podacima o zemljištu te su u suvremenom društvu važniji od svih ostalih. Zbog toga oni zaslužuju posebnu pozornost, i to ne samo u pogledu odvojenosti njihova sustava za upravljanje nego i pristupa održavanju posebno sa stajališta konzistentnosti podataka i učinkovitosti sustava.

- Sustavnim razvrstavanjem mogućih promjena objekata ravninske particije moguće je razvrstati promjene koje se mogu dogoditi u katastru.

Primjenom zakonitosti za očuvanje ispravnosti ravninske particije, Eulerove formule i ravninskoga grafa te dodatnim razmatranjem pojave odvojenih podgrafova za predstavljanje unutarnjih granica površina razvrstane su promjene katastarskog sustava temeljenog na ravninskoj particiji. To je potrebno kako bi se u implementaciji sustava moglo predvidjeti sve situacije koje se u njegovu životu mogu pojaviti. Općenitim razvrstavanjem na geometrijske, topološke promjene prvog reda i topološke promjene drugog reda ostvaren je njihov međudnos prvenstveno za potrebe uvođenja pravila redoslijeda, ali i ostalih vidova provođenja promjena.

- Korištenjem događaja za upravljanje podacima katastarskog sustava moguće je učinkovito upravljati kako njegovim održavanjem u ažurnom stanju tako i uvidom u prošla stanja objekata kojima upravlja.

Najjednostavniji pristupi modeliranju sustava koji osim trenutačnom upravljaju i povijesnom sastavnicom objekata označavanje je početka i prestanka važenja objekta u sustavu. U slučaju zajedničke pohrane važećih i prošlih stanja objekata sustav brzo postaje trom i neučinkovit, što je kod sustava nacionalne razine nedopustivo. Iako se tom doskače na različite načine kao na primjer odvojenom pohranom važećih i prošlih stanja, u sustavu su ipak pohranjena samo stanja bez dodatnih podataka o uzrocima i načinima njihova nastanka. Modeliranjem promjena temeljenim na prostorno-vremenskim događajima jedinstvenim se mehanizmom upravlja promjenama kao pokretačem nastanka novih objekata, ali i uvidom u njihova prošla stanja. Uvid u promjenu kao međudnos ulaznih i izlaznih objekata dobiva se znatno bogatije viđenje dinamike sustava.

Ako su nadalje model i postupak pripremanja promjene jasni i učinkoviti, može se izbjeći potreba za visokospecijaliziranim osobljem za održavanje sustava. Promjene mogu pripremati i vanjski sudionici sustava, a samo provođenje ograničava se na djelatnike unutar sustava. Većina je kontrola zbog njihove složenosti prepuštena automatskom dijelu sustava, a djelatnici mogu obavljati dodatno vizualno ili eventualno iskustveno nadgledanje sustava.

- Korištenje WWW tehnologija zbog svoje otvorenosti i široke rasprostranjenosti značajno olakšava djelovanje katastarskog sustava.

Iako u radu nije detaljno opisano ni analizirano djelovanje WWW tehnologija, one su korištene za ostvarivanje pokusne implementacije. Prostorne baze podataka u sprezi s tehnologijama za poslužiteljsku obradu podataka (JSP, ASP, ...) olakšavaju korištenje jer nije potrebno instaliranje dodatne programske podrške na korisničkom računalu ali ni održavanje sustava pošto se promjena programske logike odvija na samo jednome mjestu (poslužiteljske aplikacije).

- Normalizacija prostornih podataka može se jednostavno izbjeći korištenjem objektnih tehnika modeliranja, čime je omogućeno stvaranje modela prilagođenih potrebama konkretnog sustava. Preduvjeti su za to mogućnost stvaranja funkcijskog prostornog indeksa i posebno njegovo **učinkovito održavanje**.

Tradicijske topološke strukture (polubrid, krilati brid) temelje se na normalizaciji podataka, što je bilo uvjetovano raspoloživim tehnološkim osnovama. Suvremene topološke strukture prostornih podataka okrenute objektnom pristupu modeliranju temelje se na cjelovitoj strukturi čvor-brid-petlja. Ako se analizom potreba utvrdi da nije potrebno implementirati standardne podatkovne strukture, moguće je korištenjem prostornih baza podataka razviti neku drugu strukturu prilagođenu potrebama konkretnog sustava. U okviru rada razvijena je podatkovna struktura petlja-čvor, koja u cijelosti zadovoljava potrebe pokusne implementacije katastarskog sustava.

- Nekoliko važnih tehnološki okrenutih zaključaka proizišlo je prvenstveno iz ostvarivanja pokusne implementacije sustava.

Geometrijski konstantne promjene iako naizgled manje značajne od svih ostalih treba smatrati jednako značajnima. Konačna preciznost računanja geometrijskih vrijednosti u računalnim sustavima onemogućava jednostavnu implementaciju geometrijski konstantnih promjena. Geometrijski konstantne promjene mogle bi se zanemariti u pogledu događaja i čuvanja prošlih stanja objekata, a njihovo bi se provođenje moglo implementirati kao algoritme koji djeluju samostalno kada je slučaj prepoznat. No zbog jednostavnije implementacije sustava odnosno posebno njegova povijesnog podsustava bolje ih je tretirati u jednakom svjetlu kao i sve ostale i bilježiti njihovu pojavu u okviru događaja. Time se ne smatra otkrivanje njihova pojavljivanja, što je i treba biti implementirano automatski, već samo naknadno bilježenje u okviru događaja za potrebe kasnijeg cjelovitog uvida u promjene.

Prostorno indeksiranje objekata, odnosno održavanje prostornog indeksa u ispravnom stanju od presudne je važnosti za djelovanje sustava. Razlog je tomu učestalo korištenje prostornih upita na tablicama koje čuvaju objekte sustava u postupku održavanja ali i korištenja sustava. Mogućnost korištenja funkcijskog prostornog indeksa obavezan je preduvjet za (**učinkovitu**) implementaciju podatkovne strukture petlja-čvor. Iako je to u okviru izrade disertacije ostvareno "grubom" metodom (brisanje i ponovno ubacivanje istog objekta u tablicu), za implementaciju pravog sustava potrebno je učinkovito implementirati funkcijski prostorni indeks petlja-čvor ili eventualno neke druge podatkovne strukture.

9.1. Preporuke

Kod modeliranja i implementacije sustava za upravljanje podacima katastra može se i treba koristiti događaje kao mehanizam za upravljanje i općenito dodavanje dinamičke sastavnice sustavu. to je trend u svjetskim znanstvenim krugovima, a kroz ovu disertaciju dokazano je da je to i moguć i učinkovit pristup.

Preduvjeti za upravljanje informacijskim sustavima temeljeno na događajima ogledaju se prvenstveno u prihvaćanju suvremenih tehnoloških osnova. Objektno modeliranje, potpuna WWW integriranost, prostorna analitička funkcionalnost i učinkovitost pri

upravljanju vrlo velikim količinama (prostornih) podataka sadržano je jedino u SDBMS tehnologiji. Zato je ona razvrstana kao pogodna i preporučljiva za implementaciju prostornih informacijskih sustava nacionalne razine, kakav je bez dvojbe katastar.

Modeliranju događaja može se pristupiti na mnogo načina i s mnogo kriterija za određivanje njihova sadržaja. Događaji trebaju odgovarati svrsi, pa ako im je svrha samo provođenje promjena, neće čuvati podatke o prošlim stanjima. Ako se izabere i čuvanje prošlih stanja, bit će bogatiji podacima, a pritom se ne treba bojati redundancije jer su događaji nakon djelovanja nepromjenljivi i zasebno pohranjeni.

Topološki strukturirani prostorni podaci poznati su oduvijek u svijetu prostornih informacijskih sustava. Prije prvenstveno zbog obogaćivanja analitičke funkcionalnosti, a danas zbog svoje prirodne strukture oslobođene redundancije. Čak ni suvremene topološke strukture građene oko orijentiranog brida ne moraju biti obavezno korištene. Podatkovnu strukturu niske razine koja sudionicima ne mora biti ni dostupna ni poznata najbolje je prilagoditi potrebama sustava, vodeći računa o potrebama proširivanja istog ili o zahtjevima drugih srodnih prostornih informacijskih sustava.

9.2. Daljnja istraživanja

U ovoj disertaciji promjene interesa obrađene su samo do razine potrebne da se promjene prostorne sastavnice sustava ispravno razumiju, analiziraju i modeliraju. Događajima se može upravljati i sadržajem interesa na zemljištu, što je na jednostavnom primjeru u implementaciji i dokazano. Daljnje istraživanje može se temeljiti na detaljnome modeliranju događaja za upravljanje sadržajem interesa. Međudjelovanje prostorno-vremenskih događaja katastra s drugim sustavima nije ovdje detaljno obrađeno. Potrebno je istražiti učinkovitost predloženog modela prilikom međudjelovanja s drugim informacijskim sustavima bilo da oni aktivno ili samo pasivno sudjeluju u životu katastarskog sustava.

Podatkovnu strukturu niske razine razvijenu za potrebe izrade ove disertacije (petlja-čvor) potrebno je detaljnije ispitati u pogledu učinkovitosti posebno pod visokim opterećenjem sustava. Svrha razvoja ove podatkovne strukture bila je samo pokazivanje kako se korištenjem novih tehnoloških dostignuća može podatkovna struktura niske razine vrlo dobro prilagoditi potrebama modela podataka s naglaskom na smanjivanje razine redundancije radi lakšeg očuvanja konzistentnosti podataka.

Kako se pokazalo da korištenje podatkovne strukture bez brida (petlja-čvor) čini provođenje geometrijski konstantnih promjena složenijim potrebno je ispitati druge poznate strukture (petlja-brid-čvor). To bi se moglo pokazati olakšavajućom okolnošću u pogledu geometrijski konstantnih promjena jer je jedna geometrijski konstantna promjena (nastanak novog čvora) vezana uz točno jedan brid pa ju je lakše implementirati. Također je uvođenjem odnosa "roditelj-dijete" moguće izbjeći potrebu za ažuriranjem bridova zahvaćenih geometrijski konstantnom promjenom te se ograničiti samo na dodavanje "djeteta" "roditelju" koji je geometrijski konstantno promijenjen, dakle petlje se ne ažuriraju. Periodičkim pregledom mogu se pronalaziti takvi slučajevi i off-line ažurirati petlje. Problemi koji se ovdje mogu pojaviti, uz uvjet čuvanja prošlih stanja u okviru događaja kao što je ovdje napravljeno, vezani su prvenstveno uz upravljanje prošlim stanjima (još jedna klasa - bridovi).

Korištenje stranih ključeva i pokazivača (REF) u implementaciji nije obavljeno na jedinstven način. Korišteni su i jedni i drugi. U pravoj implementaciji koristit će se jedna tehnologija. Također identifikatori objekata nisu sustavno modelirani i razrađeni. Ovisno o važećim propisima identifikatori u implementaciji mogu ali ne moraju biti i službeni identifikatori.

LITERATURA

- Al-Taha, K. (1992): Temporal Reasoning in Cadastral Systems. Ph.D. Thesis, Department of Surveying Engineering, University of Maine.
- Arvanitis, A., Hamilou, E. (2004): Modelling Cadastral Transactions in Greece Using UML, FIG Working Week 2004, Atena.
- Baars, M. (2003): A comparison between ESRI Geodatabase topology and Laser-Scan Radius Topology, Case study report, TU Delft.
- Bjornsson, C. (2004): Cadastre 2014 – From Vision to GIS, Joint 'FIG Commision 7' and 'COST Action G9' Workshop on Standardization in Cadastral Domain, Bamberg.
- Cetl V., Roić, M., Šiško, D. (2003): Towards a Spatial Data Infrastructure in Croatia, Proceedings of the 2nd FIG Regional Conference, December 2-5, Marrakech, Morocco.
- Cetl, V. (2003): Uloga katastra u nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka, magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu - Geodetski fakultet, Zagreb.
- Chakravarthy, S., Krishnaprasad, V., Anwar, E., Kim, S.-K. (1994): Composite Events For Active Databases: Semantics, Contexts And Detection, Proceedings of the 20th VLDB Conference, Santiago.
- Claramunt, C., Theriault, M. (1995): Managing Time in GIS: An Event Oriented Approach, Recent Advances in Temporal Databases, Springer Verlag, Berlin.
- Claramunt, C., Thériault, M. (1996): Toward semantics for modeling spatio-temporal processes within GIS , Advances in GIS II, Kraak, M. J. and Molenaar, M. eds, Taylor and Francis, Delft, the Netherlands, str. 47-64.
- Clementini, E., Di Felice, P., Oosterom, P. van (1993): A Small Set of Formal Topological Relationships for End-User Interaction, Advances in Spatial Databases - Third International Symposium, Abel i Ooi (urednici). Lecture Notes in Computer Science LNCS 692, str. 277-295, Springer-Verlag, Singapore.
- Dadam, P., Lum, V.Y., Werner, H.D. (1984): Integration of Time Versions into a Relational Database System. In Proceedings of the 10th International Conference on Very Large Data Bases, str. 509-522.
- Dale, P., McLaughlin, J. D. (1999): Land Administration Systems. Oxford University Press, Oxford
- Effenberg, W. (2001): Spatial Cadastral Information Systems / The Maintenance of digital cadastral maps, Ph. D. thesis, University of Melbourne.
- Egenhofer, M., Frank, A., Jackson, J. (1989): A Topological Data Model for Spatial Databases Symposium on the Design and Implementation of Large Spatial Databases, Santa Barbara.
- Egenhofer, M., Franzosa, R. (1991): Point-Set Topological Spatial Relations, International Journal of Geographical Information Systems 5 (2).

- Enemark, S. (2003): Underpinning sustainable land registration systems for managing the urban and rural environment, Proceedings of the 2nd FIG Regional conference, 2-5. prosinac, Marrakech, Morocco.
- EUROGI (2004): Cadastral Geographic Information Systems in Europe, EUROGI.
- FIG (1995): The FIG Statement on the Cadastre, FIG Publication No. 11.
- Flato, E., Halperin, D., Hanniel, I., Nechushtan, O., Ezra, E. (2000): The design and implementation of planar maps in CGAL, The ACM Journal of Experimental Algorithmics Volume 5, 2000, pp. 1-23.
- Frank, A., Kuhn, W. (1986): Cell Graphs: A Provable Correct Method for the Storage of Geometry, In Proceedings of Second International Symposium on Spatial Data Handling, (Marble, D., ed.), in Seattle, Wash., str. 411 - 436.
- Güting, R. H. (1994): An Introduction to Spatial Database Systems, VLDB Journal 3, 357-399.
- Haigh, A. (2001): Object -Oriented Analysis & Design, Osborne / McGraw-Hill, Berkley.
- Hawerk, W. (2001): Alkis - Germany's way into a cadastre for the 21 st century, International Conference - New Technology for a New Century, FIG Working Week 2001, 6-11. svibanj, Seoul.
- Henssen, J. (1995): Basic principles of the main cadastral systems in the world, Proceedings of the One Day Seminar, held during the Annual Meeting of FIG Commission 7, Cadastral and Rural Land Management, Delft
- Hoffmann, W. (2003): Going digital to fulfill customer needs: BEVs efforts streamlining the supply chain with information technology, Proceedings of the Symposium on «IT renewal strategy for land registry and cadastre», 8-9. svibanj, Entschede.
- Hölbling, W., Kuhn, W., Frank, A. (1998): Finite-Resolution Simplicial Complexes, Geoinformatica, 2 (3), str: 281-298.
- Hornsby, K., Egenhofer, M. (2000): Identity-Based Change: A Foundation for Spatio-Temporal Knowledge Representation, International Journal of Geographical Information Science, 14(3).
- IBM (2002): IBM DB2 Spatial Extender User's Guide and Reference - version 8, IBM Corporation.
- ISO (2003): ISO 19107:2003 Geographic information -- Spatial schema, ISO.
- ISO (2004): ISO 19125-2:2004 Geographic information -- Simple feature access -- Part 2: SQL option, ISO.
- Jiang, J., Chen, J. (2000): Event-Based Spatio-Temporal Database Design for Land Subdivision System, 9th International Symposium on Spatial Data Handling, Peking, Kina.
- Kaufmann, J. (2004): Assessment of the Core Cadastral Domain Model from a Cadastre 2014 Point of View, Joint 'FIG Commision 7' and 'COST Action G9' Workshop on Standardization in Cadastral Domain, Bamberg.

- Kaufmann, J., Steudler, D. (1998): Cadastre 2014 - A Vision for a future Cadastral System, FIG Commission 7, Working Group 7.1 (modern Cadastral Systems).
- Kong, X., Everett, H., Toussaint, G.T. (1990): The Graham scan triangulates simple polygons, *Pattern Recognition Letters*, November 1990, 713-716.
- Lamot, M. and Žalik, B. (2000): How to triangulate simple polygons?, In: R. H. ARABNIA (Ed.). *Proceedings of the International conference on imaging science, systems and technology CISST' 2000*, Las Vegas, Nevada, CSREA Press, Vol. 2, str. 437-443.
- Lemmen, C., Molen, P. van der, Oosterom, P. van, Ploeger, H. Quak, W., Stoter, J., Zevenbergen, J. (2003): A modular standard for the Cadastral Domain, *Digital Earth 2003 - Information Resources for Global Sustainability*, The 3rd International Symposium on Digital Earth, 21-15 September 2003, Brno, Češka Republika.
- Lemmen, C., Oosterom, P. van, Zevenbergen, J., Quak, W., Molen, P. van der (2005): Further Progress in the Development of the Core Cadastral Domain Model, *From Pharaohs to Geoinformatics FIG Working Week 2005 and GSDI-8*, Cairo.
- Liu, N., Liu, R., Zhu, G., Xie, J. (2006): A spatial-temporal system for dynamic cadastral management, *Journal of Environmental Management*. 78(4):373-381.
- Louwsma, J.H. (2003): Topology versus non-topology storage structures – Functional analysis and performance test using LaserScan Radius Topology, Case study report, TU Delft.
- Mastelić Ivić, S., Matijević, H., Roić, M. (2005): Web standards based data visualization interface for spatial databases, *7th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques*, Beč.
- Matijević, H. (2004): Modeliranje podataka katastra, magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu - Geodetski fakultet, Zagreb.
- Matijević, H., Mastelić-Ivić, S., Tomić, H (2005): Državni sustav za procjenu nekretnina, *Treći hrvatski kongres o katastru*, Medak, Pribičević, Nikolić (ur.), Hrvatsko geodetsko društvo, 179-185.
- Medak, D. (1999): Lifestyles – A Paradigm for the description of Spatiotemporal Databases, Ph.D. thesis, TU Vienna.
- Milenkovic, V (1988): Verifiable Implementations of Geometric Algorithms Using Finite Precision Arithmetic, *Artificial Intelligence*, vol. 37, str. 377-401.
- Mioc, D., Anton, F., Gold, C., Moulin, B. (1998): Spatiotemporal Change Representation and Map Update in a Dynamic Voronoi Data Structure, In Poiker, K. and N. Chrisman (Eds.), *SDH '98 Proceedings*, Vancouver, Canada, July 1998, 441-452.
- Molenaar, M. (1998): *An Introduction to the Theory of Spatial Object Modelling for GIS*, Taylor & Francis Ltd, London.
- OGC (2001): *The OpenGIS Abstract Specification - Topic 1: Feature Geometry / Version 5*, Open GIS Consortium Inc.

-
- Oosterom, P. van, Lemmen, C. (1996): Efficient Access to a Very Large Spatial Database, presented at the Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information, JEC96, Barcelona.
- Oosterom, P. van, Lemmen, C. (2001): Spatial Data-management on a very large cadastral Database, *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 25, br. 4-5, Elsevier Science, New York.
- Oosterom, P. van, Lemmen, C. (2002): Towards a Standard for the Cadastral Domain: Proposal to establish a Core Cadastral Data Model, 3rd international workshop 'Towards a Cadastral Core Domain Model' of COST action G9 'Modelling Real Property Transactions', October 10-12, Delft.
- Oosterom, P. van, Lemmen, D., Molen, P. van der (2004): Remarks and Observations Related to the Further Development of the Core Cadastral Domain Model, Joint 'FIG Commission 7' and 'COST Action G9' Workshop on Standardization in Cadastral Domain, Bamberg.
- Oosterom, P. van, Stoter, J., Quak, W., Zlatanova, S. (2002): The balance between geometry and topology, *Advances in Spatial Data Handling*, 10th International Symposium on Spatial Data Handling, (Richardson i Oosterom urednici), Springer-Verlag, Berlin.
- Oracle (2003a): Oracle Database / Application Developer's Guide – Workspace Manager 10g Release 1, Oracle Corporation.
- Oracle (2003b): Oracle Spatial User's Guide and Reference - 10g Release 1 (10.1), Oracle Corporation.
- Paasch, J. (2004): Modeling the cadastral domain, 10th EC GI & GIS Workshop, ESDI State of the Art, Varšava.
- Peerbocus, M., Medeiros, C., Jomier, G., Voisard A. (2004): A system for change documentation based on a spatiotemporal database, *Geoinformatica*, 8(2):173-204.
- Peuquet, D., Duan, N. (1995): An event-based spatiotemporal data model (ESTDM) for temporal analysis of geographical data, *International Journal of Geographical Information Systems*, 9, 7-24.
- PostGIS (2005): PostGIS Manual, Refrations Research.
- Prosen, A. (1993): Sonaravno urejanje podeželskega prostora, doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
- Raza, A. (2001): Object-Oriented Temporal GIS for Urban Applications, PhD thesis University of Twente and ITC.
- Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A. (2002): *Spatial databases With Application to GIS*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco.
- Roić, M., Cetl, V., Matijević, H., Kapović, Z., Mastelić Ivić, S., Ivšić, I. (2002a): Prevođenje katastarskih planova izrađenih u Gauss-Kruegerovoj projekciji u digitalni vektorski oblik / postupci i procedure - tehničko izvješće o radovima na projektu, Geodetski fakultet, Zagreb.

- Roić, M., Krpeljević, Z., Pahić, D. (1997): Pobljšanje katastarskih planova, Zbornik radova Prvog Hrvatskog kongresa o katastru, Hrvatsko geodetsko društvo, urednici Roić/Kapović, str. 69-78, Zagreb.
- Roić, M., Matijević, H., Cetl, V. (2002b): Objektno-orijentirano modeliranje katastra, Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu povodom 40. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.-2002. / Bašić, T. (ur.), Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 247-256, Zagreb.
- Roić, M., Medić, V., Fanton, I. (1999): Katastar zemljišta i zemljišna knjiga, skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Snodgrass, R. (2000): Developing Time Oriented Database Applications in SQL, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco.
- Spery, L., Claramunt, C., Libourel, T. (1999): A lineage metadata model for the temporal management of a cadastre application, In proceedings of the International Workshop on Spatio-temporal Models and Language SDTDML'99, A. M. Tjoa, A. Cammelli and R. R. Wagner (eds.), The IEEE Computer Society, Florence, str. 466-474.
- Stoter, J. (2004): 3D Cadastre, Ph. D. thesis, TU Delft.
- Stubkjær, E. (2002): Modelling Real Property Transactions, FIG XXII International Congress Washington, D.C. USA.
- Stubkjær, E. (2003): Modelling units of real property rights, u: K. Virrantaus, H. Tveite (Eds) ScanGIS'03 Proceedings, 9th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Sciences, June 2003. Espoo, Finland.
- Šumrada, R. (2001): The Internal and External Views of Cadastral Information Systems, Paper presented at COST G9-seminar, Bremen.
- Šumrada, R. (2002): Modeling Methodology for Cadastral Subdivision Process, International Symposium on GIS, Istanbul.
- Tiainen, E. (2004): Direction in Modeling Land Registration and Cadastre Domain – Aspects of EULIS Glossary Approach, Semantics and Information Services, Joint 'FIG Commission 7' and 'COST Action G9' Workshop on Standardization in Cadastral Domain, Bamberg.
- Tuladhar, A. M. (2004): Parcel-based geo-information system: concepts and guidelines, PhD thesis, TU Delft.
- Tuomaala, J., Uimonen, M. (1998): Introduction of Finland's new object-oriented cadastral information system (JAKO), Proceedings of the XXI. International FIG Congress, Commission 7 - Cadastre and Land Management, str. 328-341, Brighton.
- UNECE (2004): Guidelines on Real Property Units and Identifiers, United Nations, New York.
- Vahala, M. (2002): Recommendation for the description of register systems – version: final 1.0, EULIS.

- Vaskovich, M. (2004): Comparative analysis of property transaction models for Denmark, England and Wales and Slovenia, Report on the Short-Term Scientific Mission in the COST framework at University of Ljubljana.
- Vijlbrief, T., Oosterom P. (1992): GEO++: An extensible GIS, In proceedings 5th International Symposium on Spatial Data Handling, Charleston.
- Wachowicz, M. (1999): Object-Oriented Design for Temporal GIS, Taylor & Francis, London.
- Worboys, M. (1992): Object-Oriented Models of Spatiotemporal Information, Proceedings of GIS/LIS '92 Annual Conference, San Jose, California, USA, American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 825-834.
- Worboys, M. (2001): Modelling changes and events in dynamic spatial systems with reference to socio-economic units, u "Life and Motion of Socio-Economic Units", urednici: Frank, Raper and Cheylan, GISDATA series, Taylor and Francis, London.
- Worboys, M., Hornsby, K. (2004): From Objects to Events: GEM the Geospatial Event Model, GIScience.
- Zevenbergen, J (2002a): Systems of land registration – Aspects and effects, PhD Thesis, Publications on Geodesy, nr 51. Delft.
- Zevenbergen, J. (2002b): A Systems Approach to Land Registration and Cadastre, FIG XXII International Congress, Washington.
- Zevenbergen, J. (2004): Expanding the Legal/Administrative Package of the Cadastral Domain Model – from Grey to Yellow?, Joint 'FIG Commission 7' and 'COST Action G9' Workshop on Standardization in Cadastral Domain, Bamberg.
- Zevenbergen, J., Stubkjær, E. (2005): Real Property Transactions: Challenges of Modeling and Comparing, From Pharaohs to Geoinformatics FIG Working Week 2005 and GSDI-8, Cairo.
- Zhou X., Chen J., Li Z., Zhu J., Jiang J. (2004): Event-based Incremental Updating of Cadastral Database, XXth ISPRS Congress, Istanbul.

URL1: Action details & signatures, http://cost.cordis.lu/src/action_detail.cfm?action=g9, 13.07.2005.

URL2: European Land Information Service, <http://www.eulis.org/>, 14. 07. 2005.

POPIS DEFINICIJA

DEFINICIJA 3.1: GEOMETRIJSKA PROMJENA JE ONAKVA PROMJENA NAKON KOJE JE SKUP $\{G_s, P_s\}$ NEPROMIJENJEN.	32
DEFINICIJA 3.2: TOPOLOŠKA PROMJENA PRVOG REDA JE ONAKVA PROMJENA NAKON KOJE JE P_s NEPROMIJENJEN.	33
DEFINICIJA 3.3: PETLJA ČIJI SU BRIDOVI PODIJELJENI ČVOROVIMA TAKVIM DA OSTVARENJE TIH ČVOROVA LEŽI NA OSTVARENJU BRIDOVA KOJE SU PODIJELILI KAŽEMO DA JE GEOMETRIJSKI KONSTANTNO PROMIJENJENA.	34
DEFINICIJA 3.4: RAZLIKA PETLJE I SKUPA BRIDOVA JE PETLJA KOJA NASTAJE PODJELOM ULAZNE PETLJE BRIDOVIMA. AKO SE BRIDOVI ODUZIMAJU OD PETLJE REZULTAT OPERACIJE JE ONA PETLJA ČIJI BRIDOVI SU ORIJENTIRANI JEDNAKO KAO BRIDOVI KOJI SE ODUZIMAJU. AKO SE PETLJA ODUZIMA OD BRIDOVA REZULTAT JE DRUGA PETLJA.	40
DEFINICIJA 3.5: AKO JE REZULTAT ODUZIMANJA SKUP S VIŠE OD DVA ELEMENTA ONDA SU ONI POREDANI PREMA UDALJENOSTI SVAKOG PRESJEKA OD POČETNOG ČVORA BRIDOVA.	41
DEFINICIJA 3.6: KADA BRIDOVI U OPERACIJI ODUZIMANJA ČINE ZATVORENI PRSTEN A NJIHOVO SE OSTVARENJE U CIJELOSTI NALAZI U POVRŠINI KOJA JE OSTVARENJE PETLJE, ONDA JE RAZLIKA PETLJE I BRIDOVA REZULTAT OPERACIJE RAZLIKE (A NE PODJELE) ULAZNE PETLJE I PETLJE ČIJA SU VANJSKA GRANICA ULAZNI BRIDOVI.	41
DEFINICIJA 3.7: ZBROJ DVIJU PETLJI JE NJIHOVA TOPOLOŠKA UNIJA.	42
DEFINICIJA 3.8: KOD SLOŽENIH PROMJENA PRVO SE OBAVLJAJU NEPOSREDNE OPERACIJE, A NAKON TOGA POSREDNE.	43
DEFINICIJA 4.1: PROSTORNO-VREMENSKI DOGAĐAJ KATASTRA (PVDK) JE PROSTORNO-VREMENSKI DOGAĐAJ (PVD) KOJI SVOJIM DJELOVANJEM MIJENJA STANJA (U EGZISTENCIJALNOM I DEGENERATIVNOM POGLEDU) OBJEKATA KOJIMA KATASTAR UPRAVLJA.	49
DEFINICIJA 4.2: STANJE PVDK OD TRENUTKA POČETKA DJELOVANJA SUSTAVA DO TRENUTKA ULASKA PVDK U SUSTAV NAZIVA SE "NE POSTOJI".	50
DEFINICIJA 4.3: STANJE PVDK OD TRENUTKA ULASKA U SUSTAV DO TRENUTKA DJELOVANJA NAZIVA SE "NIJE SE DOGODIO".	50
DEFINICIJA 4.4: STANJE PVDK NAKON TRENUTKA DJELOVANJA NAZIVA SE "DOGODIO SE".	50
DEFINICIJA 4.5: STANJE PVDK OD TRENUTKA ULASKA U SUSTAV DO TRENUTKA ISPUNJAVANJA SVIH PREDUVJETA ZA DJELOVANJE NAZIVA SE "NIJE SPREMAN (SE DOGODITI)".	51
DEFINICIJA 4.6: STANJE PVDK OD TRENUTKA ISPUNJAVANJA SVIH PREDUVJETA ZA DJELOVANJE DO TRENUTKA DJELOVANJA NAZIVA SE "SPREMAN (SE DOGODITI)".	51
DEFINICIJA 4.7: PROSTORNI POLOŽAJ PVDK U REFERENTNOM PROSTORNOM SUSTAVU ODREĐEN JE PROSTOROM KOJI ZAUZIMAJU ONI OBJEKTI SUSTAVA KOJI SU DJELOVANJEM PVDK PROMIJENJENI.	52
DEFINICIJA 4.8: VREMENSKI POLOŽAJ PVDK ODREĐEN JE TRENUTKOM U KOJEM JE PVDK DJELOVANJEM PROMIJENIO OBJEKTE SUSTAVA.	52
DEFINICIJA 4.9: PRIPREMANJE PVDK JE POSTUPAK USPOREDBE SA ZADANIM SKUPOM PREDUVJETA ODNOSNO NJEGOVO PREVOĐENJE IZ STANJA "NIJE SPREMAN" U STANJE "SPREMAN" KADA SU PREDUVJETI ZADOVOLJENI.	56
DEFINICIJA 4.10: POSEBNO STANJE PVDK U KOJEM SE ON NALAZI KADA SU ISPUNJENI PREDUVJETI ODRŽAVANJA KONZISTENTNOSTI PROSTORNOG DIJELA SUSTAVA, A NISU ISPUNJENI SVI PREDUVJETI NAZIVA SE "TEHNIČKI SPREMAN".	57

POPIS SLIKA

SLIKA 1. DIJELOVI SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE PODACIMA O ZEMLJIŠTU (ENEMARK 2003)	11
SLIKA 2. TRI OSNOVNA OBILJEŽJA ZEMLJIŠTA (DALE I McLAUGHLIN 1999)	11
SLIKA 3. ODNOSI DIJELOVA SUSTAVA ZA UPIS PODATAKA O ZEMLJIŠTU (HENSSEN 1995).....	12
SLIKA 4. KONCEPT KATASTRA (FIG 1995)	12
SLIKA 5. KORIJENI DANAŠNJIH VRSTA PRAVA NA NEKRETNINAMA (TULADHAR 2004).....	13
SLIKA 6. PODJELA ZEMLJIŠNO-PRAVNIH JEDINICA PREMA (UNECE 2004).....	14
SLIKA 7. OSNOVA MODELA.....	16
SLIKA 8. NEKRETNINA I SPECIJALIZACIJE	16
SLIKA 9. GEOMETRIJSKE I TOPOLOŠKE KLASSE	17
SLIKA 10. KLASSE INTERESA	17
SLIKA 11. DIJAGRAM KLASA PRVE VERZIJE CCDM (LEMMEN I DR. 2003).....	18
SLIKA 12. PROSTORNA STRANA NAJNOVIJE VERZIJE CCDM (LEMMEN I DR. 2005).....	19
SLIKA 13. PRAVNA STRANA NAJNOVIJE VERZIJE CCDM (LEMMEN I DR. 2005)	20
SLIKA 14. PRIKAZ POSTUPKA KOD PODJELE KATASTARSKE ČESTICE (TAINEN 2004).....	21
SLIKA 15. OSNOVNI PAKETI KATASTRA PREMA (ZEVENBERGEN I STUBKJÆR 2005).....	22
SLIKA 16. POSTUPAK PODJELE KATASTARSKE ČESTICE (VASKOVICH 2004).....	22
SLIKA 17. POSTUPAK PROVOĐENJA PROMJENE U FINSKOJ.....	23
SLIKA 18. POSTUPAK PROVOĐENJA PROMJENE U SLOVENIJI.....	24
SLIKA 19. POSTUPAK PROVOĐENJA PROMJENE U DANSKOJ.....	25
SLIKA 20. HIJERARHIJA PODATAKA O ZEMLJIŠTU	26
SLIKA 21. DJELOVANJA I NJIHOVI REZULTATI KOD ODRŽAVANJA KATASTRA (ZEVENBERGEN 2002A).....	27
SLIKA 22. VRSTE PROMJENA NA KATASTARSKIM ČESTICAMA PREMA (ZHOU I DR. 2004).....	29
SLIKA 23. JEDNOSTAVNE VRSTE PROMJENA NA KATASTARSKIM ČESTICAMA PREMA (SPERY I DR. 1999).....	30
SLIKA 24. SLOŽENE VRSTE PROMJENA NA KATASTARSKIM ČESTICAMA PREMA (SPERY I DR. 1999).....	30
SLIKA 25. POMICANJE TOČKE - GEOMETRIJSKA PROMJENA	32
SLIKA 26. UKLANJANJE ČVORA I ZAMJENA BRIDOVA U GRAFU - TOPOLOŠKA PROMJENA PRVOG REDA	32
SLIKA 27. SPAJANJE DVIJE PETLJE - TOPOLOŠKA PROMJENA DRUGOG REDA.....	33
SLIKA 28. JEDNOSTAVNA PODJELA PETLJE - TOPOLOŠKA PROMJENA DRUGOG REDA.....	33
SLIKA 29. UTJECAJ PODJELE PETLJE NA SUSJEDNU PETLJU	34
SLIKA 30. NOVA PETLJA SASTAVLJENA OD DIJELOVA DRUGIH PETLJI - TOPOLOŠKA PROMJENA DRUGOG REDA.....	34
SLIKA 31. PRERASPODJELA PETLJI - TOPOLOŠKA PROMJENA DRUGOG REDA	35
SLIKA 32. STVARANJE UNUTARNJE GRANICE PETLJE - TOPOLOŠKA PROMJENA DRUGOG REDA.....	35
SLIKA 33. PRIMJER PRERASPODJELE.....	38
SLIKA 34. RAČUNANJE ULAZNIH I IZLAZNIH PETLJI	39
SLIKA 35. PRINCIP ODUZIMANJA.....	40
SLIKA 36. POSEBNI SLUČAJ ODUZIMANJA	41
SLIKA 37. PRINCIP ODUZIMANJA I OZNAČAVANJE KOD VIŠESTRUKOG PRESJEKA.....	41
SLIKA 38. POSEBNI SLUČAJ ODUZIMANJA KADA BRIDOVI ČINE PRSTEN	41
SLIKA 39. ZBRAJANJE PETLJI I KOMUTATIVNOST	42
SLIKA 40. OVISNOST O REDOSLIJEDU GEOMETRIJSKIH I TOPOLOŠKIH PROMJENA.....	42
SLIKA 41. OVISNOST O REDOSLIJEDU TOPOLOŠKIH PROMJENA.....	43
SLIKA 42. PRIMJER PRERASPODJELE.....	43
SLIKA 43. PROMJENE U KATASTRU (ZEVENBERGEN 2002B).....	45
SLIKA 44. PRIJELAZ DIJELA IZ JEDNE SUSJEDNE K.Č. U DRUGU	45
SLIKA 45. PRIJELAZ CIJELE K.Č. U SUSJEDNU.....	46
SLIKA 46. ODNOS PVD I PROMJENE SUSTAVA	48

SLIKA 47. STRUKTURA PROSTORNO-VREMENSKOG DOGAĐAJA.....	49
SLIKA 48. OSNOVNA STANJA PVDK.....	50
SLIKA 49. STANJA I TRENUTCI PVDK.....	51
SLIKA 50. ODNOS PROMJENE I SMJEŠTAJA PVDK.....	51
SLIKA 51. SMJEŠTAJ PVDK U REFERENTNIM SUSTAVIMA.....	52
SLIKA 52. ODNOSI MEHANIZAMA I STANJA PVDK.....	52
SLIKA 53. RAZINE SMJEŠTENOSTI PVDK U REFERENTNIM SUSTAVIMA.....	53
SLIKA 54. STANJA OBJEKTA I SMJEŠTAJ U SUSTAVU.....	54
SLIKA 55. PREDUVJETI ZA PROVOĐENJE PROMJENE.....	55
SLIKA 56. MEĐUDJELOVANJE SUSTAVA I PVDK.....	56
SLIKA 57. PRIKAZ DJELOVANJA PVDK.....	57
SLIKA 58. MODELIRANJE DJELOVANJA PVDK OBZIROM NA DEFINIRANJE ULAZNIH OBJEKATA... 58	58
SLIKA 59. PROCESNO OKRENUTO PROVOĐENJE PROMJENA.....	61
SLIKA 60. PROMJENA KAO OBJEKT.....	61
SLIKA 61. DIJAGRAM KLASA CDM, VERZIJA IZ BAMBERGA (OOSTEROM I DR. 2004).....	64
SLIKA 62. JEZGRA MODELA.....	65
SLIKA 63. OSNOVNE KLASNE MODELA.....	66
SLIKA 64. DINAMIČKI MODEL.....	67
SLIKA 65. DIJAGRAM KLASA PROMJENAKC.....	68
SLIKA 66. DIJAGRAM KLASA PROMJENAINTERESA.....	70
SLIKA 67. JEDNOSTAVNIJI OBLICI SLOŽENE PROMJENE INTERESA.....	70
SLIKA 68. SKRENUTI DIJELOVI LINIJE (ENGL. DRIFTING LINE SEGMENTS) (HÖLBLING I DR. 1998).....	74
SLIKA 69. DIJAGRAM KLASA PETLJA - TOČKA.....	75
SLIKA 70. DIJAGRAM KLASA IMPLEMENTACIJE SUSTAVA.....	77
SLIKA 71. KATASTARSKA OPĆINA ŠUMA STRIBOROVA.....	78
SLIKA 72. CTSTDM (RAZA 2001).....	79
SLIKA 73. PROSTORNI OBJEKTI I NJIHOVI MBR-OVI.....	80
SLIKA 74. POSTUPAK KOD PROSTORNOG UPITA.....	80
SLIKA 75. VERZIJE PROSTORNIH OBJEKATA IZ DOGAĐAJA.....	82
SLIKA 76. ŽIVOTNI VIJEK KATASTARSKE ČESTICE.....	83
SLIKA 77. LIJEVI I DESNI TROKUT.....	84
SLIKA 78. NEPOVOLJNA KONFIGURACIJA TROKUTA.....	88
SLIKA 79. DIJAGRAM DJELOVANJA ZA FUNKCIJU ODUZMI_POVRŠINU.....	89
SLIKA 80. OSTVARIVANJE PROSTORNE PROMJENE.....	91
SLIKA 81. UVJET NOVOG POLOŽAJA I ZAHVAĆENOG PODRUČJA.....	91
SLIKA 82. UVJET ISPRAVNOSTI GEOMETRIJE ILI PREKLAPANJA OSTVARENJA PETLJI.....	92
SLIKA 83. DJELOVANJE METODE "NEPOSREDNE".....	93
SLIKA 84. DJELOVANJE METODE "OSTVARIDIJELOVE".....	94
SLIKA 85. DJELOVANJE METODE "ČESTICEIZDIJELOVA".....	95
SLIKA 86. PROVOĐENJE PROSTORNE PROMJENE.....	96
SLIKA 87. DJELOVANJE METODE "GEOMETRIJSKETOPOLOSKE1".....	97
SLIKA 88. DJELOVANJE METODE "TOPOLOSKE2".....	98
SLIKA 89. DJELOVANJE FUNKCIJE "PROVEDI_UPIS".....	99
SLIKA 90. ODNOS SUDIONIKA I DJELOVANJA SUSTAVA.....	100
SLIKA 91. TIJEK PROVOĐENJA PROMJENE.....	101
SLIKA 92. ARHITEKTURA KORISNIČKOG SUČELJA.....	101
SLIKA 93. STRANICA ZA PREGLED PODATAKA SUSTAVA.....	102
SLIKA 94. STRANICA ZA PRIPREMU PROMJENA (PROMJENAKC).....	103
SLIKA 95. PREGLEDAVANJE PREMA BROJU KATASTARSKE ČESTICE.....	104
SLIKA 96. PREGLEDAVANJE PREMA POVRŠINI.....	104
SLIKA 97. PRIKAZ PROMJENE.....	105
SLIKA 98. PRIKAZ VIŠE SLOJEVA PODATAKA.....	105
SLIKA 99. PRIKAZ I HIPERLINK ZA PREUZIMANJE PODATAKA.....	106
SLIKA 100. PODACI O INTERESIMA.....	106

SLIKA 101. PRIKAZ JEDNOSTAVNE PROMJENA PRIJE DOGAĐANJA.....	108
SLIKA 102. PRIKAZ JEDNOSTAVNE PROMJENA NAKON DOGAĐANJA	110
SLIKA 103. OSTVARIVANJE DOGAĐAJA U SVRHU PREVOĐENJA U STANJE "TEHNIČKI SPREMAN"	112
SLIKA 104. PROVEDBA PROMJENA ODNOSNO DOGAĐANJE DOGAĐAJA	113
SLIKA 105. PROVEDBA INTERESA BEZ PROSTORNE PROMJENE.....	114
SLIKA 106. SUČELJE I PRIKAZ POVIJESNOG UPITA	115
SLIKA 107. RAZVRSTAVANJE PROMJENA U RAVNINSKOJ PARTICIJI.....	118

POPIS TABLICA

TABLICA 1. POSTUPAK PROVOĐENJA PROMJENE U FINSKOJ	23
TABLICA 2. POSTUPAK PROVOĐENJA PROMJENE U SLOVENIJI.....	24
TABLICA 3. POSTUPAK PROVOĐENJA PROMJENE U DANSKOJ	25
TABLICA 4. RAZVRSTAVANJE PROMJENA	36
TABLICA 5. OPERACIJE	40
TABLICA 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA O PROMJENI IDENTITETA OBJEKTA (UNECE 2004)	44
TABLICA 7. MODELI SUSTAVA	59
TABLICA 8. SLIJED ALGORITMA "PODJELA IZDVAJANJEM TROKUTA"	85
TABLICA 9. POSTUPAK KOD POVRŠINE S UNUTARNJOM GRANICOM.....	86
TABLICA 10. POSTUPAK KOD IZLOMLJENE LINIJE PRESJEKA	86
TABLICA 11. PRESIJECANJE KADA PRESJEK NE ČINI JEDNU LINIJU	87
TABLICA 12. SADRŽAJ I TRENUTCI DOGAĐANJA PROMJENA.....	115
TABLICA 13. TRENUTCI ZA KOJE JE POSTAVLJEN UPIT I PRIKAZI VRAĆENIH PODATAKA.....	116

ŽIVOTOPIS

Hrvoje Matijević je rođen 04. prosinca 1970. godine u Zagrebu gdje je pohađao i završio osnovnu školu. U Zagrebu je pohađao i srednju matematičko-informatičku školu «Vladimir Popović» koju je završio maturom 1989. godine.

Iste godine upisuje se na dodiplomski studij na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a sa studijem započinje povratkom s odsluženja vojnog roka u rujnu 1990. godine. Tijekom studija obavljao je demonstrature iz kolegija Kompjutorska obrada geodetskih podataka i Katastar. Diplomirao je u rujnu 1996. godine pod mentorstvom prof. dr. sc. Miodraga Roića na temu "Facility management ili računalom podržano upravljanje prostorom".

Po završetku studija zapošljava se u poduzeću "Geodis Zagreb d.o.o." gdje se bavi izradom katastarsko-geodetskih elaborata, 3D modeliranjem i vizualizacijom, GPS mjerenjima i obradom podataka i drugim.

U rujnu 2000. izabran je za mlađeg asistenta na Geodetskom fakultetu u Zavodu za inženjersku geodeziju i upravljanje prostornim informacijama. Iste godine upisuje i poslijediplomski znanstveni studij na usmjerenju Inženjerska geodezija. U nastavi drži vježbe iz kolegija: Geoinformatika II, Katastar nekretnina, Komunalni informacijski sustavi i Podrška upravljanju prostorom. U svibnju 2004. godine obranio je magistarski rad pod nazivom "Modeliranje podataka katastra" u kojem je dan pregled suvremenih dostignuća s područja modeliranja podataka prostornih informacijskih sustava s naglaskom na katastar. Mentor rada bio je prof. dr. sc. Miodrag Roić. Praktični dio magistarskog rada činilo je ostvarenje katastarskog sustava u cijelosti oslonjeno na prostornu bazu podataka Oracle 9i i Java Server Pages tehnologiju. Aktivno je sudjelovao na studentskim praksama usmjerenja Inženjersku geodezija i upravljanje prostornim informacijama 2002. i 2003. godine u Starom Gradu na otoku Hvaru, te 2004. godine u Bolu na otoku Braču.

Do sada je u koautorstvu objavio nekoliko znanstvenih i stručnih članaka i aktivno sudjelovao na nekoliko inozemnih i domaćih znanstvenih skupova. Kao suradnik sudjelovao je na znanstveno-stručnim projektima: Poboljšanje katastarskog plana – smjernice, Vektorizacija katastarskih planova izrađenih u Gauss-Krügerovoj projekciji, Prezentacijski model katastarskog informacijskog sustava, Prikupljanje podataka o zgradama i drugim građevinama i Podrška evidenciji i upravljanju preobrazbe Katastra zemljišta u Katastar nekretnina za potrebe Državne geodetske uprave. Suradnik je na znanstvenom projektu Katastar – temelj infrastrukture prostornih podataka pod voditeljstvom prof. dr. sc. Miodraga Roića, a koji se izvodi za Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske.

U stručnom radu je bio voditelj implementacije nekoliko prostornih informacijskih sustava temeljenih na prostornim bazama podataka i Java Server Pages tehnologiji, ali se bavio i 3D modeliranjem i izmjerom, izradom situacija za projektiranje, ispitivanjem mostova na probna opterećenja i drugim. Hrvoje Matijević govori i piše engleski i njemački jezik i član je Hrvatskog geodetskog društva, oženjen je i ima jednu kćer.

hmatijev@geof.hr