



Sveučilište u Zagrebu
Geodetski fakultet

Hrvoje Tomić

Analiza geoprostornih podataka za potrebe vrednovanja nekretnina u urbanim područjima

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2010.





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET

Hrvoje Tomić

**Analiza geoprostornih podataka za
potrebe vrednovanja nekretnina u
urbanim područjima**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2010.



UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF GEODESY

Hrvoje Tomić

Geospatial Data Analysis in Purpose of Real Estate Valuation in Urban Areas

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2010.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET

Hrvoje Tomić

**Analiza geoprostornih podataka za
potrebe vrednovanja nekretnina u
urbanim područjima**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić

Zagreb, 2010.

I. AUTOR	
Ime i prezime:	Hrvoje Tomić
Datum i mjesto rođenja:	20. lipnja 1979., Pula
Sadašnje zaposlenje:	Asistent na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
II. DOKTORSKA DISERTACIJA	
Naslov:	Analiza geoprostornih podataka za potrebe vrednovanja nekretnina u urbanim područjima
Broj stranica:	117
Broj priloga:	0
Broj tablica:	12
Broj slika:	62
Broj bibliografskih podataka:	131 + 15 URL-ova
Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen:	Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Geodezija
Znanstvena grana:	Primijenjena geodezija
Mentor:	Prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić
Oznaka i redni broj rada:	57
III. OCJENA I OBRANA	
Datum prijave teme:	07. studeni 2009.
Datum sjednice Fakultetskog vijeća na kojoj je disertacija prihvaćena:	30. rujna 2010
Sastav povjerenstva koje je ocijenilo disertaciju:	Doc. dr. sc. Vlado Cetl Prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić Doc. dr. sc. Goran Poljanec
Datum obrane disertacije:	15. listopada 2010.
Sastav povjerenstva pred kojim je branjena disertacija:	Doc. dr. sc. Vlado Cetl Prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić Doc. dr. sc. Goran Poljanec

Zahvala:

Zahvaljujem prof. dr. sc. Siniši Masteliću Iviću, mom mentoru, na mnogim korisnim savjetima i komentarima, te maksimalnoj pomoći u svim fazama izrade rada. Na uloženom trudu i vremenu zahvaljujem i članovima komisije: doc. dr. sc. Vladi Cetlu i doc. dr. sc. Goranu Poljancu.

Hvala svima koji su na bilo koji način pomogli pri izradi ovog rada, a posebno prijateljima i kolegama sa Zavoda za primjenjenu geodeziju.

Najveću zahvalnost na beskonačnoj podršci, strpljenju i ljubavi dugujem obitelji: Karlu i Ivoni, roditeljima – Mikiju i Anki, te bratu Kreši. Na izboru najbolje/najjače/najvažnije/najsve struke – geodezije, zahvaljujem stricu Mati.



Sažetak:

Sustavi masovnog vrednovanja nekretnina jedni su od osnovnih preduvjeta kvalitetnog upravljanja prostorom zemljištem svake moderne države. U Hrvatskoj još uvijek ne postoji sustavno praćenje podataka vrijednosti nekretnina u ovu svrhu, za razliku od većine europskih država. Učinkovito funkcioniranje katastra nekretnina, kao temeljnog infrastrukturnog sustava, uvelike olakšava postupak planiranja i realizacije gospodarskih i drugih aktivnosti vezanih za nekretnine. Rad ima za cilj, kroz analizu, te razmatranje postojećih geoprostornih podataka povezanih sa vrednovanjem nekretnina u urbanim područjima, uvidjeti mogućnosti i donijeti prijedlog poboljšanja postojećeg stanja geoprostornih podataka, pogodnijih za potrebe automatskog masovnog vrednovanja nekretnina. Obuhvaća analizu sustava masovnog vrednovanja na Europskoj i svjetskoj razini, te stanje vrednovanja nekretnina u Hrvatskoj. Većina sustava masovnog vrednovanja nekretnina zasnovana je na nekoj vrsti geoinformacijskih sustava, te je u svrhu uvida u mogućnosti analize prostornih podataka geoinformacijskim sustavima, te njihove primjene na analize prostornih podataka službenih upisnika nekretnina dan teorijski pregled geoinformacijskih sustava. Na osnovi svega navedenoga i analize postojećeg stanja prostornih podataka, izrađena je implementacija testnog sustava za područje katastarske općine Centar u Zagrebu. U testnoj implementaciji korištena je Oracle 11g prostorna baza podataka, a postupci vrednovanja ostvareni su upotrebom PL/SQL proceduralnog programskog jezika. Sustav i automatski postupci vrednovanja razvijenu u okviru rada omogućavaju testiranje sustava u realnim uvjetima i s realnim podacima, na osnovi kojega su obavljena mjerenja brzine izvođenja procedura vrednovanja. Određeni su čimbenici vrednovanja nekretnina koje je moguće odrediti korištenjem postojećih podataka sustava zemljišne administracije. Na osnovi provedenoga istraživanja, dane su preporuke o modeliranju geoprostornih podataka, bolje prilagođenih modernim sustavima vrednovanja.

Ključne riječi: *masovno vrednovanje nekretnina, procjena vrijednosti nekretnina, geoprostorni podaci, prostorne baze podataka, 3D vektorski modeli*

Abstract:

Mass real estate valuation systems are one of the basic prerequisites for efficient land management in every modern state. In Croatia there is still no systematic keeping of real estate value data for this purpose, unlike in most European countries. Efficient functioning of the real estate cadastre, as the basic infrastructural system, facilitates significantly the process of planning and accomplishment of economic and other activities linked to real estate. This work attempts to, through analysis and examination of the existing geospatial data linked to real estate valuation in urban areas, see possibilities and offer a proposal for improvement of the existing geospatial data, as more suitable to the needs of automatic mass real estate valuation. It includes an analysis of mass valuation systems at European and global level, and the state of real estate valuation in Croatia. Most of mass real estate valuation systems are based on a type of geoinformation system, so for insight into the possibilities of spatial data analyses in geoinformation systems, and their application in analyses of the spatial data of official real estate records, a theoretical overview of geoinformation systems is given. On the basis of all that and an analysis of the existing spatial data state, a test system was implemented for the area of the cadastral municipality Centre in Zagreb. In the test implementation Oracle 11g spatial database was used, and valuation procedures were done in the PL/SQL procedural program language. The system



and automatic valuation procedures developed for this work enable testing of the system in real conditions and with real data, on the basis of which measurements of the valuation procedure speed were made. Factors of real estate valuation are set, which can be defined using the existing land-administration system data. On the basis of research, recommendations are given for modelling geospatial data better adjusted to modern valuation systems.

Key words: *mass valuation of real estate, real estate valuation, geospatial data, spatial databases, 3D vector models*



S A D R Ž A J

1. UVOD	1
1.1. PREGLED DOSADAŠNJIH RADOVA.....	2
1.2. CILJ I SVRHA ISTRAŽIVANJA.....	2
1.3. POVOD ZA ISTRAŽIVANJE.....	2
1.4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....	3
1.5. ORGANIZACIJA DISERTACIJE.....	3
2. PROCJENA VRIJEDNOSTI I VREDNOVANJE NEKRETNINA	6
2.1. DEFINICIJE.....	6
2.2. NORMIZACIJA POSTUPAKA VREDNOVANJA NEKRETNINA.....	8
2.3. POJEDINAČNA PROCJENA VRIJEDNOSTI NEKRETNINA.....	9
2.3.1. <i>Metode pojedinačne procjene vrijednosti nekretnina</i>	11
2.3.1.1 Troškovna metoda.....	12
2.3.1.2 Metoda tržišne usporedbe.....	13
2.3.1.3 Dohodovna metoda.....	13
2.4. MASOVNO VREDNOVANJE NEKRETNINA.....	14
2.4.1. <i>Metode masovnog vrednovanja nekretnina</i>	14
2.4.1.1 Višestruka regresijska analiza.....	15
2.4.1.2 Umjetna neuronska mreža.....	17
2.4.1.3 GIS metoda.....	18
2.4.1.4 Kombinacije metoda.....	19
2.4.1.5 Usporedba metoda masovnog vrednovanja.....	20
2.4.2. <i>Pregled Europskih i svjetskih sustava masovnog vrednovanja nekretnina</i>	21
2.4.2.1 Masovno vrednovanje nekretnina u Njemačkoj.....	22
2.4.2.2 Masovno vrednovanje nekretnina u Austriji.....	25
2.4.2.3 Ostali sustavi masovnog vrednovanja nekretnina.....	25
2.4.2.4 Sažetak.....	27
2.5. VREDNOVANJE NEKRETNINA U HRVATSKOJ.....	28
2.5.1. <i>Pregled pojedinačnih metoda vrednovanja</i>	29
2.5.2. <i>Masovno vrednovanje nekretnina u Hrvatskoj</i>	33
2.5.2.1 Masovno vrednovanje zemljišta – katastarsko klasiranje.....	33
2.5.3. <i>Stanje tržišta nekretnina u Hrvatskoj</i>	33
3. GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI	36
3.1. (GEO)PROSTORNI PODACI.....	36
3.1.1. <i>Infrastruktura prostornih podataka</i>	36
3.1.1.1 Metapodaci.....	37
3.1.1.2 Normizacija.....	39
3.1.1.3 Interoperabilnost.....	39
3.1.2. <i>Vektorski modeli prostornih podataka</i>	39
3.1.2.1 „Špageti“ model.....	40
3.1.2.2 Mrežni model.....	40
3.1.2.3 Topološki model.....	41
3.2. PROSTORNO RELACIJSKE BAZE PODATAKA.....	43
3.2.1. <i>Definicije</i>	44
3.2.2. <i>Apstraktni prostorni tipovi podataka</i>	44
3.2.3. <i>Analize prostornih podataka</i>	45
3.3. PREGLED ISTRAŽIVANJA O MODELIRANJU PROSTORNIH PODATAKA.....	48
3.3.1. <i>Model područja upravljanja zemljištem (LADM)</i>	49
3.3.2. <i>3D modeli topografskih podataka</i>	50
4. ANALIZA STANJA PROSTORNIH PODATAKA	52
4.1. PODACI SUSTAVA ZEMLJIŠNE ADMINISTRACIJE.....	52
4.1.1. <i>Trenutno stanje katastarskih podataka u Hrvatskoj</i>	52



4.1.1.1	Model podataka	53
4.2.	PODACI REGISTRA PROSTORNIH JEDINICA	53
4.3.	TOPOGRAFSKI PODACI	53
4.4.	PODACI PROSTORNOG UREĐENJA	54
4.4.1.	<i>Korištenje i namjena prostora</i>	55
4.5.	STATISTIČKI PODACI	56
4.6.	PODACI POREZNE UPRAVE	56
5.	IZVEDBA I DJELOVANJE TESTNOG SUSTAVA	59
5.1.	MODELIRANJE PROSTORNIH PODATAKA	59
5.1.1.	<i>Modeliranje podataka digitalnog katastarskog plana</i>	59
5.1.1.1	Izrada digitalnog modela objekata	60
5.1.2.	<i>Izrada digitalnog modela terena</i>	63
5.2.	ANALIZE ČIMBENIKA VREDNOVANJA	66
5.3.	VREDNOVANJE POLOŽAJNIH ČIMBENIKA NEKRETNINE	66
5.3.1.	<i>Utjecaj korištenja i namjene prostora</i>	67
5.3.2.	<i>Utjecaj prostorne povezanosti</i>	67
5.3.2.1	Izrada modela aksijalne mape	68
5.3.2.2	Integracija rezultata analize aksijalne mape	69
5.3.3.	<i>Utjecaj udaljenosti od točaka utjecaja na vrijednost</i>	71
5.4.	VREDNOVANJE INDIVIDUALNIH ČIMBENIKA NEKRETNINE	72
5.4.1.	<i>Analiza geometrijskih i metričkih čimbenika</i>	73
5.4.1.1	Površina i volumen nekretnine	73
5.4.1.2	Kompaktnost katastarske čestice	74
5.4.1.3	Duljina ulične fronte	76
5.4.2.	<i>Analiza karakteristika zgrade i posebnog dijela nekretnine</i>	77
5.4.2.1	Poligon vidljivosti zgrade	78
5.4.2.2	Položaj posebnog dijela nekretnine unutar zgrade	88
5.5.	INTEGRACIJA REZULTATA ANALIZA ČIMBENIKA VREDNOVANJA	90
5.5.1.	<i>Cjeloviti model podataka</i>	90
5.5.2.	<i>Uspostava ekspertnog testnog sustava</i>	91
6.	PREGLED POSTIGNUTIH REZULTATA	97
7.	ZAKLJUČAK	99
7.1.	IZVORNI ZNANSTVENI DOPRINOS	99
7.2.	OGRANIČENJA	100
7.3.	PREPORUKE	100
7.4.	DALJNJA ISTRAŽIVANJA	101
8.	LITERATURA	102

Popis tablica

Popis slika

Popis korištenih kratica

Životopis



1. Uvod

Učinkovito upravljanje prostornim resursima jedan je od glavnih čimbenika zdravog gospodarskog rasta regije. Tehnološki napredak omogućava integraciju atributa vezanih za prostor, tradicionalno razdijeljenih kroz nekoliko administrativnih tijela, stvarajući prostornu informacijska podršku koja može servisirati sve kompleksnije društvene zajednice (UNECE 2008). Važna komponenta ovih sustava je masovno vrednovanje nekretnina, što je posebice izraženo u urbanim područjima.

Granice protezanja nekog stvarnog prava na nekretninama, čime one bivaju ograničene, prvi je od jednako važnih činilaca koji određuju vrijednost nekretnine. Značajan utjecaj na vrijednost nekretnina ima svakako i planirani razvoj urbanih središta (McGill i Plimmer 2004), a važni činioci su i prostorna obilježja (položaj, veličina, orijentacija, ...) (Faber 1991). Podaci o nekretninama najvažniji su infrastrukturni podaci o prostoru jedne države, a vode se u registrima – Katastarskom operatu i Zemljišnoj knjizi, za čiju pouzdanost jamči država (Roić i dr. 1999).

Bilo u svrhu pravednog oporezivanja vlasništva ili posjeda na nekretninama, pomaganja djelovanja tržišta nekretninama ili općenito upravljanju ruralnim, odnosno urbanim zemljištem, svaka moderna država treba sustav za masovno vrednovanje nekretnina. Švedski sustav oporezivanja nekretnina temeljen je na sustavu procjene njihove vrijednosti s periodom obnove podataka od šest godina (Färnkvist 2002). Njemački sustav procjene vrijednosti nekretnina ima svrhu potpore djelovanju tržišta nekretnina (Kertscher 2004), a podaci se obnavljaju jednom godišnje. Sustavi masovnog vrednovanja nekretnina osnovni su preduvjet kvalitetnog i održivog upravljanja prostornim resursima svake moderne države. Većina europskih država posjeduje ovakve sustave, a kompleksnost izračuna i tehnološke realizacije ovise o gospodarskoj moći i planovima razvoja države (UNECE 2001).

Procjena vrijednosti nekretnine je pažljivo predviđanje njezine vrijednosti temeljem iskustva i uzimanjem u obzir svih njezinih, u prvom redu prostornih, ali i drugih obilježja. Masovnom procjenom procjenjuje se vrijednost velikom broju nekretnina koristeći pritom objektivne faktore procjene i statističke metode (UNECE 2001, Barańska 2004). Pritom je potrebno imati dovoljan broj podataka, odnosno faktora, o svakoj nekretnini. Geoprostorni podaci čine osnovu svakog sustava vrednovanja nekretnina samim time što su nekretnine značajno određene svojim prostornim obilježjima (Yomralioglu i Nisanci 2004).

Sve navedeno ukazuje na nužnost detaljnije analize stanja postojećih geoprostornih podataka, te razvijanja procedura prikupljanja i modeliranja budućih, sve u svrhu ostvarenja preduvjeta za pokretanje sustava masovnog vrednovanja nekretnina. Temeljna hipoteza rada pretpostavlja mogućnost osnivanja sustava masovnog vrednovanja na osnovi postojećih podataka službenih upisnika prostornih podataka, te uspostavljanje automatiziranih procedura određivanja vrijednosti čimbenika vrednovanja nekretnina. Nadalje, u svrhu istraživanja mogućnosti automatskog određivanja čimbenika vrednovanja potrebno je ostvariti testni sustav na kojemu će biti moguće obaviti testiranje u realnim uvjetima.

1.1. Pregled dosadašnjih radova

Predloženom temom bave se mnoga istraživanja različitih struka (Barańska 2004, Bilsen 2008, Koomen i dr. 2005, Turner i dr. 2001) koje sagledavaju osnovni problem pridruživanja vrijednosti nekretnine ovisno o lokaciji i ostalim čimbenicima, koji mogu biti objektivne i subjektivne prirode. Tema svakako uključuje mnogo multidisciplinarnog istraživanja, a mogućnosti rješenja variraju po primijenjenim tehnologijama, mogućnostima primjene, potrebnim podacima i sličnom.

Geodetska struka, kao najupućenija i direktno povezana s problematikom vezanom uz katastar nekretnina, te održavanje i aktualizaciju njegovih podataka, morala bi istražiti mogućnosti rješenja problema registriranja trodimenzionalnih granica protezanja stvarnih prava, odnosno zasebnih dijelova nekretnina koje postaje sve veći problem, posebice u urbanim područjima. Otežano funkcioniranje ovog temeljnog infrastrukturnog sustava s podacima o prostoru onemogućava stvaranje naprednije prostorno informacijske podrške prostornom planiranju i ostalim instrumentima osiguranja održivog razvitka, koji mogu omogućiti bolje ostvarenje ciljeva određenih u strategiji prostornog razvitka ako su temeljeni na analizama realnih i ažurnih geoprostornih podataka.

Na Katedri za upravljanje prostornim informacijama Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, dosad je objavljeno nekoliko radova (Tomić i dr. 2006, Matijević i dr. 2006, Roić i dr. 2007) koji prethode temi predložene disertacije, a sagledavaju samo neke od aspekata koje je potrebno dodatno istražiti. Primjena prostorno relacijskih baza podataka u svrhu pohrane, prezentiranja i ažuriranja geoprostornih podataka, tema je mnogih znanstvenih radova. S druge strane, veliki je broj znanstvenih radova koji obrađuju temu vrednovanja nekretnina, pristupajući temi sa gledišta različitih struka.

1.2. Cilj i svrha istraživanja

Rad ima za cilj, kroz analizu, te razmatranje postojećih geoprostornih podataka povezanih sa vrednovanjem nekretnina u urbanim područjima, uvidjeti mogućnosti i donijeti prijedlog poboljšanja postojećeg stanja geoprostornih podataka, pogodnijih za potrebe automatskog masovnog vrednovanja nekretnina, proizašlih na osnovi zaključaka dobivenih osnovom proučavanja testnog sustava vrednovanja sa uključenim realnim podacima.

Analiza stanja postojećih geoprostornih podataka odgovoriti će na pitanja o mogućnostima poboljšanja trenutnih modela upisnika podataka o nekretninama i njihovim zasebnim dijelovima, odnosno granicama protezanja stvarnih prava, a i svih, sa vrednovanjem povezanih, prostorno georeferenciranih infrastrukturnih sustava. Rezultati istraživanja ići će u prilog geodetskoj struci kroz povećanje uloge katastarskih podataka kao osnovnih i temeljnih infrastrukturnih podataka o prostoru jedne države.

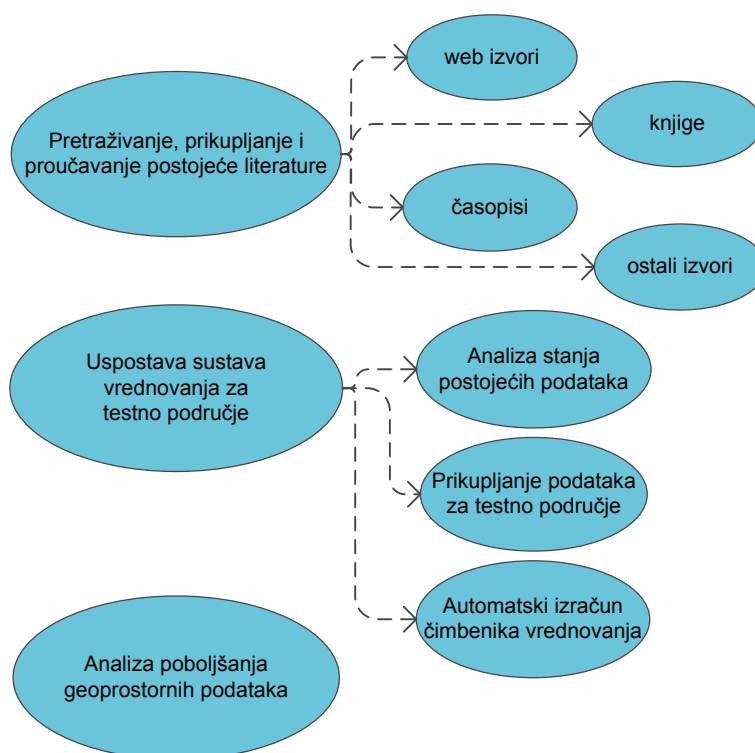
1.3. Povod za istraživanje

U Hrvatskoj ne postoji sustavno praćenje podataka vrijednosti nekretnina u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina. Za pokretanje jednog takvog sustava potrebno je omogućiti sve preduvjete. Preduvjeti su uvođenje zakonske regulative koja uređuje procese vrednovanja, uspostava postupaka prikupljanja podataka o transakcijama nekretninama, te efikasan sustav zemljišne administracije. To svakako uključuje i učinkovito funkcioniranje Katastra

nekretnina, temeljnog infrastrukturnog sustava (Roić i dr. 1999, Cetl 2003), potpomognutog naprednim SDBMS ili GIS tehnologijama, koji uvelike olakšava postupak planiranja i realizacije gospodarskih i drugih aktivnosti vezanih za nekretnine (UNECE 2005).

1.4. Metodologija istraživanja

Metodologija istraživanja (Slika 1) uključivati će analizu stanja geoprostornih podataka na nacionalnoj i globalnoj razini, te uspostavu testnog sustava vrednovanja za potrebe razmatranja mogućnosti automatskog određivanja čimbenika vrednovanja – rezultati kojih će pružiti temelj za daljnju izradu analize poboljšanja geoprostornih podataka, odnosno ispunjavanje prethodno određenih ciljeva.



Slika 1. Metodologija istraživanja

1.5. Organizacija disertacije

Rad je podijeljen u osam poglavlja. U uvodu je ukratko opisana problematika s kojom se rad bavi, dan je pregled dosadašnjih radova, te je opisan cilj i povod za istraživanje, metodologija i organizacija disertacije.

Teorijska razmatranja o procjeni vrijednosti nekretnina prikazana su u drugom poglavlju. Dan je i pregled svjetskih i Europskih sustava masovnog vrednovanja s posebnim osvrtom na metode određivanja vrijednosti. Opisano je trenutno stanje vrednovanja nekretnina u Hrvatskoj.

Većina sustava masovnog vrednovanja nekretnina zasnovana je na nekoj vrsti geoinformacijskih sustava, komponente i značajke kojih su opisane u trećem poglavlju. Svrha



je uvid u mogućnosti analize prostornih podataka geoinformacijskim sustavima, te primjena na analize prostornih podataka službenih upisnika nekretnina.

Četvrto poglavlje sadrži analizu postojećeg stanja prostornih podataka. Analiza je obavljena u svrhu izrade modela prostornih podataka za implementaciju testnog sustava masovnog vrednovanja. Analizom su obuhvaćeni svi izvori podataka službenih upisnika podataka o nekretninama i podataka sustava prostornog uređenja potrebnih za osnivanje sustava masovnog vrednovanja. Rezultati analize ukazuju na mogućnosti poboljšanja postojećih prostornih podataka, te na probleme pri remodeliranju podataka za potrebe uspostave sustava masovnog vrednovanja.

Peto poglavlje opisuje izvedbu i djelovanje testnog sustava masovnog vrednovanja razvijenoga u okviru rada. Dan je opis modeliranja prostornih podataka za potrebe izvedbe testnog sustava. Obavljeno je razvrstavanje čimbenika nekretnina koje je moguće odrediti iz testnog modela, te su opisani položajni i individualni čimbenici vrednovanja nekretnina. Detaljno su opisani postupci i izrađene procedure kojima su određene vrijednosti izdvojenih čimbenika vrednovanja izračunatih za cijelo područje testnog modela. Obavljena je klasifikacija katastarskih čestica prema prometnoj povezanosti za područje testne katastarske općine, te su svim nekretninama primjenom automatiziranih procedura pridruženi čimbenici vrednovanja. Na kraju ovog poglavlja izrađena je integracija rezultata u cjeloviti model podataka, na osnovi koje je uspostavljen testni ekspertni sustav za usporedbu nekretnina.

Sumarni pregled u radu postignutih rezultata prikazan je u šestom poglavlju. U sedmom poglavlju, odnosno zaključku, iznose se svi zaključci i prijedlozi koji proizlaze iz istraživanja u okviru rada.

Na kraju rada nalazi se popis korištene literature, popis tablica, slika, kratica i životopis.

Procjena vrijednosti i vrednovanje nekretnina

Opis postupaka pojedinačne procjene vrijednosti, te metoda i ostvarenih sustava masovnog vrednovanja nekretnina, s osvrtom na stanje hrvatskog tržišta nekretnina i u praksi upotrebljivanih metoda procjene, obrađen je u svrhu uvoda u problematiku određivanja čimbenika vrednovanja, te njihovog utjecaja na vrijednost nekretnina.

2. Procjena vrijednosti i vrednovanje nekretnina

Potreba sa procjenom vrijednosti nekretnina proizlazi iz vrlo heterogene prirode nekretnina, odnosno nepostojanja dvaju nekretnina istih osobina i lokacije. Puno slučajeva zahtijeva poznavanje vrijednosti nekretnina, a neki od njih mogu biti (Mastelić Ivić 2008):

- kupoprodaja: pomoć prodavatelju u određivanju prihvatljive prodajne cijene, pomoć kupcu u određivanju ponudbene cijene, određivanje osnove za razmjenu nekretnina
- oporezivanje: određivanje osnove za porez na promet nekretnina
- isplata osiguranja
- određivanje osnove za nadoknade u sudskim procesima
- revidiranje knjigovodstvene vrijednosti dugotrajne imovine u financijskim izvješćima
- određivanje likvidacijskog iznosa u slučaju prisilne prodaje
- osiguravanje kredita.

Osim navedenih slučajeva u kojima je potrebna procjena vrijednosti pojedinačne nekretnine, procjena velikog broja nekretnina na nekom području (masovna procjena), važan je segment u sustavu učinkovitog upravljanja prostorom, kao ograničenim resursom svake države, bilo u svrhu pravednog oporezivanja vlasništva ili posjeda na nekretninama, pomaganja djelovanja tržišta nekretninama ili općenito upravljanja prostorom. To je vidljivo i na osnovi tri stupa transparentnosti administrativnog upravljanja prostorom (Dale i dr. 1999):

1. zakonska osnova garantira vlasništvo i poslovanje vlasničkim pravima
2. transparentna procjena vrijednosti nekretnine s dobrom kvalitetom podataka tržišta
3. financijski servis kojima se nekretnine mogu koristiti kao financijska sigurnost i kapital za investicije te garantiraju stabilan režim oporezivanja

Procjene nekretnina uobičajeno su podijeljene na dvije dijelom različite, a dijelom povezane, vrste procjena: pojedinačno vrednovanje nekretnina (engl. *individual property valuation, single property valuation*), odnosno u domaćoj praksi korišteniji izraz – pojedinačna procjena vrijednosti nekretnina i masovno vrednovanje nekretnina (engl. *mass valuation of properties*) (UNECE 2005).

2.1. Definicije

U postojećoj literaturi korištena terminologija je poprilično neujednačena djelomice i zbog direktnog preuzimanja pojmova definiranih u stranoj literaturi, te interdisciplinarnosti pojmova. Tako se za iste pojmove u literaturi često koriste različiti izrazi unoseći pomutnju nedovoljno upućenom stručnjaku. U svrhu razjašnjenja pojmova korištenih u daljnjem radu, u ovom su odlomku iznesene osnovne definicije pojmova usko povezanih s temom.

Ponajprije je potrebno definirati nekretninu koju Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima (NN 91/96) definira kao:

„Nekretnine su čestice zemljine površine, zajedno sa svime što je sa zemljištem trajno spojeno na površini ili ispod nje, ako zakonom nije drukčije određeno.“

Istim zakonom definirano je ustavno i zakonsko najjače stvarno pravo – pravo vlasništva:

„Pravo vlasništva je stvarno pravo na određenoj stvari koje ovlašćuje svoga nositelja da s tom stvari i koristima od nje čini što ga je volja te da svakoga drugoga od toga isključi, ako to nije protivno tuđim pravima ni zakonskim ograničenjima.“

Procjena vrijednosti nekretnine (engl. *real estate valuation, appraisal, assessment*) može se opisati kao pažljivo predviđanje njene vrijednosti temeljem iskustva i uzimanjem u obzir svih njenih, prvenstveno prostornih, ali i drugih obilježja (Mastelić Ivić 2008). Procjenu vrijednosti nekretnine možemo shvatiti i kao sam čin određivanja vrijednosti ili cijene, odnosno pripadajuću ekspertizu (Friedman i dr. 2004). Pojedini autori (Željko 2004) ističu kako izrada elaborata procjene vrijednosti nekretnina nije izračun, već postupak u kojem se koristi posebna vještina, odnosno skup znanja koje procjenitelj posjeduje kako bi mogao na temelju svog iskustva, a koristeći znanstvene pristupe i metodologije, odrediti i predvidjeti prodajnu cijenu nekretnine.

Procjena vrijednosti stvari obavlja se isključivo u novcu, čija je funkcija biti mjerilo vrijednosti i cijene (Belaj i Rajčić 2008). Ovisno o svrsi, te upotrijebljenoj metodi, određivanje vrijednosti nekretnine složen je postupak koji uključuje kvantitativno vrednovanje kvalitativnih osobina nekretnine. Tek uvođenjem tržišnih čimbenika u izračun možemo govoriti o predviđanju tržišne vrijednosti nekretnine, koja se najčešće i određuje. No, važno je napraviti razliku između tržišne vrijednosti i cijene. Cijena postignuta prodajom ne mora biti mjerilo tržišne vrijednosti nekretnine, odnosno moraju se sagledati sve činjenice vezane uz kupoprodaju – ovisno o uvjetima, roku, povezanosti sudionika ili nekim drugim čimbenicima.

Prema IVSC-u (engl. *International Valuation Standards Council* – Vijeće za međunarodnu normizaciju vrednovanja), TEGoVA-i (Europska organizacija procjeniteljskih udruga – engl. *The European Group of Valuers' Associations*) i direktivi 2006/48/EC Europske komisije, definicija tržišne vrijednosti glasi:

„Tržišna vrijednost je novčani iznos za koji nekretnina može biti razmijenjena na određeni datum, u transakciji između zainteresiranog kupca i zainteresiranog prodavatelja, pod objektivnim uvjetima, nakon odgovarajućeg marketinga, pri čemu obje strane imaju odgovarajuća znanja i informacije, te djeluju bez prinude.“ (IVSC 2007, TEGoVA 2009, EC 2006)

Definicija tržišne vrijednosti prema USPAP-u, odnosno normi profesionalne procjeniteljske prakse (engl. *Uniform Standards of Professional Appraisal Practice*):

„Najprihvatljivija cijena koju bi trebala imati nekretnina na konkurentnom i otvorenom tržištu, a prema postavljenim uvjetima tržišne prodaje.“ (URL 2)

U literaturi često korišten pojam – najbolja uporaba (engl. *Highest and Best Use – HABU*) definira se kao najbolja upotreba koja je fizički moguća, pravno dopuštena i financijski izvodljiva, maksimalno iskoristiva, te u konačnici, rezultira najvišim prihodom (IVSC 2007).

Masovno vrednovanje (engl. *mass valuation*) je postupak kojim se, na osnovi objektivnih čimbenika, statističkim metodama vrednuje veliki broj nekretnina (UNECE 2001).

2.2. Normizacija postupaka vrednovanja nekretnina

Jedna od posljedica procesa globalizacije su i inicijative za normizaciju i standardizaciju postupka procjene nekretnina na globalnoj razini. Prije svega, potrebno je objasniti razliku između standarda i norme, pojmova koji se često koriste kao sinonimi iako imaju različita značenja. Pojam standarda i standardizacije široko je prihvaćen u engleskom govornom području dok se u ostalim jezicima koristi pojam norme i normizacije. Norme su "de iure", odnosno odobrene od priznate organizacije, a standardi "de facto", odnosno rezultat primjene velikog broja korisnika (Cetl 2007).

Vijeće za međunarodnu normizaciju vrednovanja (IVSC – engl. *International Valuation Standards Council*) 1981. godine izdaje prvu verziju međunarodnih normi vrednovanja (IVS – engl. *International Valuation Standards*), a trenutno je aktualna osma verzija, izdana 2007 (URL1). Vijeće se bavi razvojem međunarodnih normi u svrhu povećanja značenja normizacije i standardizacije, te približenja nacionalnih standarda u sferi procjene nekretnina. U normi i pripadnim uputama obuhvaćene su definicije pojmova, korištenje i izbor pojedinih metoda, izgled elaborata procjene, a izdvojeno su opisani i postupci vezani uz masovno vrednovanje nekretnina u svrhu oporezivanja. Jedan od rezultata svega navedenog je i povećanje transparentnosti u procjeniteljskim izračunima, čime se osnažuje i potiče međunarodno tržište nekretnina.

Neke od važnijih organizacija koje se bave normizacijom postupka procjene vrijednosti nekretnina na globalnoj (URL 1), regionalnoj (TEGoVA 2009, AIC 2008, URL 2, URL 3) i nacionalnoj razini, te njihove publikacije, prikazuje Tablica 1.

Tablica 1. Procjeniteljske norme na različitim nivoima upotrebe

Kratica	Naziv udruge	Publikacija	Godina izdavanja	Područje primjene
IVSC	Vijeće za međunarodnu normizaciju vrednovanja (International Valuation Standards Council)	<i>Međunarodne norme vrednovanja (International Valuation Standards – IVS)</i>	2007 (osmo izdanje)	Globalno
TEGoVA	Europska organizacija procjeniteljskih udruga (The European Group of Valuers' Associations)	Europske norme vrednovanja (European Valuation Standards – EVS: "Blue Book")	2009 (šesto izdanje)	Regionalno – Europa
RICS	UK – Kraljevska organizacija geodeta (UK Royal Institution of Chartered Surveyors)	<i>Priručnik za procjenu i vrednovanje (engl. Appraisal and Valuation Manual: „Red Book“)</i>	2007 (šesto izdanje)	Nacionalno/ članice udruge

ASB	Američka udruga procjenitelja/ komisija za norme (US Appraisal Foundation – Appraisal Standards Board)	Norme profesionalne procjeniteljske prakse (Uniform Standards of Professional Appraisal Practice – USPAP)	2010	Regionalno – Sjeverna Amerika
AIC	Kanadska udruga procjenitelja (Appraisal Institute of Canada – Appraisal Standards Board)	Kanadske norme procjeniteljske prakse (Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice – CUSPAP)	2008	Regionalno – Kanada
...

Važnost globalnih normi u ulozi infrastrukturnog elementa za privlačenje investicija (Slika 2), može se sagledati kroz zakonsko, financijsko i strategijsko ustrojstvo kao bazu za daljnji razvoj transparentnosti tržišta nekretnina kroz usporedive podatke tržišta i upotrebu pripadajuće tehnologije, što uz procjeniteljsku stručnost i etičnost vodi uspostavi procjeniteljskih normi na globalnoj razini (Williams 2009).



Slika 2. Piramida infrastrukture tržišta nekretnina

2.3. *Pojedinačna procjena vrijednosti nekretnina*

Pojedinačna procjena vrijednosti nekretnina neizbježno uključuje procjenitelja, te terenski obilazak nekretnine u svrhu utvrđivanja mogućnosti korištenja u skladu s važećim urbanističkim planovima, stanju provedbe urbanističkog plana, te stupnju uređenja i opremanja građevinskog područja tehničkom urbanističkom infrastrukturom (Krtalić 2004). Procjenitelj u svoju procjenu uključuje raspoloživa znanja i iskustvo, kojime određuje utjecaj pojedinih čimbenika vrednovanja na konačnu procijenjenu vrijednost nekretnine.

Četiri su glavna utjecaja koji bitno utječu na vrijednost nekretnine:

- društveni
- ekonomski
- utjecaji okoline
- državni i politički.

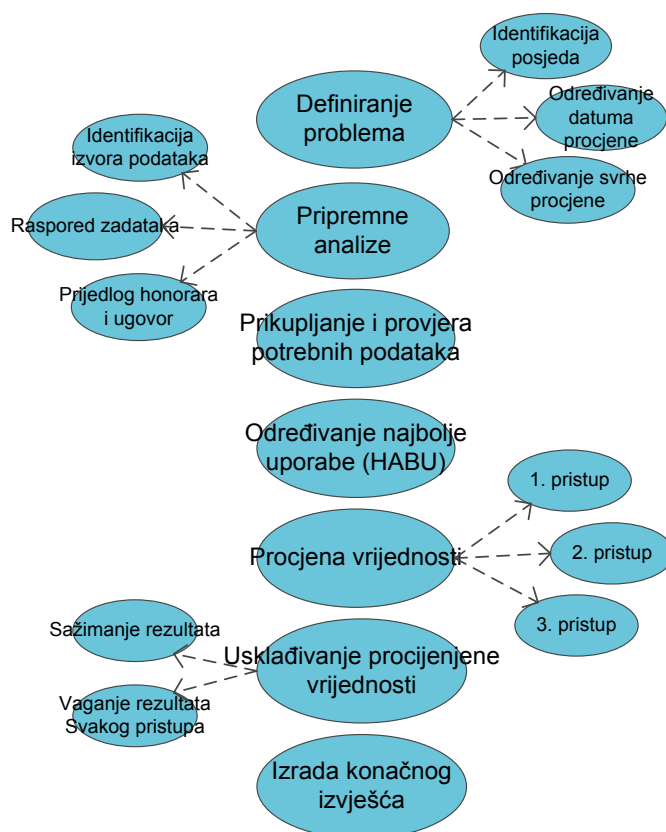


Neki od navedenih utjecaja su objektivne prirode, primjerice: oblik, prometna povezanost, način gradnje i starost nekretnine (u slučaju izgrađenog građevinskog zemljišta) i slično. Utjecaje subjektivne prirode (društveni) teško je kvantitativno izraziti i modelirati njihov utjecaj.

Pod vrijednošću nekretnine podrazumijevamo sadašnju vrijednost budućih tokova novca, odnosno prihodi koje gospodarenje nekretninom može donijeti. Razlikujemo stvarnu vrijednost i tržišnu vrijednost, a uz stanje tržišta, razlozi za nižu tržišnu vrijednost od stvarne vrijednosti mogu biti nepovoljni tlocrti, nepovoljni odnosi bruto i neto korisne površine i slično. Tržišna je vrijednost najviša cijena koja se može ostvariti na nekom tržištu i u određenom roku. Postoje i mnogi ostali tipovi vrijednosti koji se procjenjuju, od kojih su najčešće:

- tržišna vrijednost
- vrijednost osiguranja
- likvidna vrijednost
- prodajna vrijednost
- zamjenska vrijednost
- knjižna vrijednost
- gotovinska vrijednost
- otkupna vrijednost.

Za kvalitetne rezultate procjene, presudan je izbor metode procjene – koje se razlikuju po pristupima, a izabiru se u ovisnosti o vrsti nekretnine, namjeni procjene i stanju tržišta nekretnina. Metodama procjene nazivamo tehnike izračuna procijenjene vrijednosti. U praksi, uobičajen je postupak kombinacije nekoliko metoda procjene u svrhu ocjene prikladnosti kroz usporedbu procijenjenih vrijednosti. Tipični postupak pojedinačne procjene vrijednosti nekretnina možemo sažeti u korake (Slika 3) (Mastelić Ivić 2008).



Slika 3. Postupak pojedinačne procjene nekretnina

Iz dijagrama slučaja korištenja (engl. *use case*), vidljivo je kako definiranje problema uključuje identifikaciju posjeda (utvrditi naziv katastarske općine i broj katastarske čestice), određivanje datuma za koji se procjena obavlja, te svrhe procjene. U identifikaciji podataka potrebnih za procjenu, procjenitelj odabire izvore i podatke koje smatra najpogodnijima za izradu elaborata, primjerice: sudske zapise, procjeniteljske zapise i slično. Navedene izvore podataka moguće je dalje podijeliti (Mastelić Ivić 2008) na: primarne podatke (prikupljene tijekom pregleda nekretnine, prikupljene od suda ili drugih službenih izvora, iz promatranja okolnih i sličnih nekretnina), te sekundarne podatke (od agenata za nekretnine, strukovnih udruga i stručnih spisa). Procjeni vrijednosti se uobičajeno pristupa koristeći tri metode, ovisno o kvaliteti i kvantiteti dostupnih podataka, te se usporedbom rezultata, odnosno upotrebljivosti metode u pojedinom slučaju, donosi zaključak o konačnoj vrijednosti. Rezultate procjene procjenitelj podnosi stranci u obliku elaborata o procijenjenoj vrijednosti, izgled kojeg je u većini država definiran propisanim formama – obrascima.

2.3.1. Metode pojedinačne procjene vrijednosti nekretnina

U praksi su najčešće upotrebljavane sljedeće metode pojedinačne procjene vrijednosti nekretnina:

- troškovna (engl. *Cost approach*)
- tržišna usporedba (engl. *Sales Comparison Approach*)
- dohodovna (engl. *Income Capitalization Approach*).

Navedene metode koriste se uglavnom za pojedinačne procjene vrijednosti neizgrađenog ili izgrađenog građevinskog zemljišta, te uključuju procjenitelja, omogućujući ovisnost procijenjene vrijednosti o subjektivnom dojmu procjenitelja. Uz navedene tri osnovne i najkorištenije metode, postoje i druge metode procjene, većinom izvedene iz osnovnih, neke od kojih su usko vezane i razvijene samo za određena područja, a neke su primjenjive samo u posebnim slučajevima. Primjerice, metode za određivanje vrijednosti zemljišta (Mastelić Ivić 2008): metoda razvrstavanja, metoda razvoja podvrste, rezidualna zemljišna metoda, itd.

Vrlo često postoji dvojba između procjene "as is" ili "subject to". Vrijednosti se odnose na stanje vlasništva. "Subject to" – nekretnina se uređuje a stranka želi vrijednost nekretnine kao da su uređenja završena. Drugi pristup "as is", je kada stranka želi vrijednost nekretnine kakva je u trenutku procjene.

2.3.1.1 Troškovna metoda

Troškovna metoda (engl. *Cost Approach, Contractor's Method*) je u Hrvatskoj najčešće korištena metoda, zbog pogodnosti za procjenu nekretnina u uvjetima slabo razvijenog tržišta nekretnina, odnosno nedostatka podataka o postignutim cijenama sličnih nekretnina. U domaćoj literaturi korišteni su još i sljedeći nazivi: statička metoda, metoda utvrđivanja stvarne vrijednosti.

Metoda se temelji na određivanju troškova potrebnih za izgradnju nekretnine, a kreće od osnovne pretpostavke kako nitko ne želi nekretninu platiti više od cijene njezine izgradnje. Vrijednost zemljišta procjenjuje se odvojeno. Metoda je najpouzdaniji indikator vrijednosti nove nekretnine, te u slučajevima kad je teško odrediti vrednovanje prinosa.

Određivanje tržišne vrijednosti nekretnine dobiva se zbrojem sadašnjih troškova izgradnje reprodukcijске građevine, tržišne vrijednosti zemljišta i dodatnih troškova. Dodatni troškovi obuhvaćaju potrebnu dokumentaciju, projekte, infrastrukturne troškove i slično. Troškovi izgradnje reprodukcijске građevine, su troškovi potrebni za izgradnju potpuno iste građevine, misleći pritom na materijale, standarde, tehnologiju i dizajn. Postoji razlika u odnosu na troškove izgradnje zamjenske građevine, odnosno građevine jednake upotrebljivosti po današnjim standardima gradnje (Geraci 2001).

Sadašnja vrijednost građevine (SGV) određuje se izračunom troškova izgradnje reprodukcijске ili zamjenske građevine, odnosno proračunate nove građevinske vrijednosti (NGV), uz umanjenje vrijednosti zbog starenja građevine, uzimajući u obzir prosječni životni vijek tog tipa građevine. Za ovo umanjenje mogu se koristiti različite formule:

- Vernerova (Verner 1936):

$$U = 0.8 \frac{n}{N} \cdot \frac{n + N}{2N} 100$$

- Rossova (Ross i dr. 1991):

$$U = \frac{1}{2} \left(\frac{n^2}{N^2} + \frac{n}{N} \right) 100$$



- prema uputama o načinu utvrđivanja građevinske vrijednosti eksproprijiranih objekata (NN 20/84) (za nosivu konstrukciju):

$$\text{za } n \leq N: \quad U = 0,8 \frac{n}{N} \cdot \frac{n+N}{2N} P_{nk},$$

$$\text{za } N < n \leq A: \quad U = 0,8 \frac{n}{N} \cdot \frac{n+N}{2N} P_{nk},$$

$$\text{te za ostale dijelove građevine linearno: } U = \frac{n}{N} (100 - P_{nk})$$

gdje je:

n – starost građevine

N – ukupni vijek održivog korištenja

P_{nk} – postotak učešća cijene izgradnje nosive konstrukcije u odnosu na ukupnu cijenu

Metodom izračunatu sadašnju građevinsku vrijednost (SGV) potrebno je modificirati sukladno utjecajima tržišta u svrhu dobivanja tržišne vrijednosti nekretnine.

2.3.1.2 Metoda tržišne usporedbe

Metoda tržišne usporedbe (engl. *Sales Comparison Approach, Market Comparison Approach, Comparable Sales Method – CSM*), u domaćoj literaturi korišteni su još i sljedeći nazivi: usporedna metoda, komparativna metoda, metoda uspoređivanja, daje najbolje rezultate kada postoji niz sličnih nekretnina koje se prodaju ili su nedavno prodane, te procjenjivač može procjenu bazirati na usporedbi s prodajnim cijenama sličnih nekretnina. Pri tome mora uzimati u obzir razlike između procjenjivane nekretnine i nekretnine odabrane za usporedbu, te shodno tome povećavati ili umanjivati odnos cijene usporedne nekretnine i tražene procijenjene vrijednosti. Za razliku od prethodne metode, metoda tržišne usporedbe je najbolje primjenjiva u uvjetima razvijenog tržišta nekretnina za koje je dostupan relativno velik skup kupoprodajnih podataka na kojima se mogu bazirati usporedbe.

2.3.1.3 Dohodovna metoda

Dohodovna metoda (engl. *Income Capitalization Approach*), u domaćoj literaturi korišteni su još i sljedeći nazivi: metoda vrednovanja prinosa, metoda kapitalizacije prinosa, dinamička metoda), boduje trenutnu vrijednost budućih beneficija nekretnine. U ovu vrijednost mogu biti uključeni protok prihoda i vrijednost nekretnine pri ponovnoj prodaji. Time se izračunavaju prihodi koji se mogu ostvariti gospodarenjem nekretninom, obično na godišnjoj razini. Razina prihoda potrebna da privuče investitora, funkcija je rizika ulaganja u nekretninu. Kamatna stopa za utvrđivanje prihoda određuje se prema uobičajenoj kamati za tu vrstu nekretnine. Nakon procjene svih prihoda i rashoda, konačni prtok kapitala je određen primjenjivanjem odgovarajućeg faktora.

Iz svega navedenog, vidljivo je kako je metoda najoptimalnija za određivanje vrijednosti nekretnine u svrhu iznajmljivanja. Metodom se vrijednost zakupnine pretvara u vrijednost nekretnine prema prihodu. Vrijednost zakupnine (H) na godišnjoj razini se izračunava odbijanjem sume mogućih troškova i rizika, te se množenjem sa faktorom kapitalizacije (engl. *CAP rate* - F), ili dijeljenjem sa stopom prihoda (engl. *yield* - Y) dobiva vrijednost nekretnine prema prihodu (I), prema izrazu:

$$I = \frac{H}{y}, \quad y = \frac{1}{F}$$

Većinu tehnika izračuna baziranih na osnovi dohodovne metode možemo podijeliti u tri kategorije (URL 3):

- direktna kapitalizacija dobiti (engl. Direct Capitalization)
- diskontirani tijek novca (engl. Discounted Cash Flow – DCF)
- množitelj bruto prihoda (engl. Gross Income Multiplier – GIM).

Sve navedene tehnike drugačijom metodologijom dolaze do istog rezultata. Potrebno je dodatno procijeniti vrijednost zemljišta koja nije obuhvaćena ovom metodom. Izračunom dobivenu vrijednosti nekretnine prema prihodu potrebno je još i prilagoditi zbog tržišnih utjecaja.

2.4. Masovno vrednovanje nekretnina

Uz pojedinačnu procjenu vrijednosti nekretnina, opisanu u prethodnim poglavljima, moderni sustavi za upravljanje prostorom zahtijevaju neku vrstu masovnog vrednovanja velikog broja nekretnina na nekom području, što je posebno izraženo u urbanim područjima. Podaci dobiveni tim sustavima u pravilu obuhvaćaju i izrađuju se za neko veće područje, lokalnog ili državnog karaktera, te se koriste u svrhu pravednog oporezivanja vlasništva ili posjeda na nekretninama, pomaganja tržišta nekretnina ili općenito gospodarenju prostorom.

Masovno vrednovanje zemljišta koristi se za potrebe oporezivanja zemljišta ili posjeda na nekretninama od osnutka poreznih katastrara, kojima je to i bila osnovna namjena. U hrvatskom katastru masovno vrednovanje je obavljano već od franciskanskog katastra (Roić i dr. 1999), te je bodovanjem katastarske klase i kulture, tj. čimbenika poljoprivredne proizvodnje, određivan katastarski prihod čestice.

Za razliku od pojedinačnih metoda, kojima se ističu i boduju pojedinosti, odnosno specifičnosti svake od nekretnina, u masovnom vrednovanju nekretnina traže se sličnosti, tj. dovoljan broj međusobno usporedivih podataka za sve nekretnine za koje se vrednovanje odnosi. Vrijednost nekretnine, procijenjene pojedinačnom metodom, uvelike ovisi o iskustvu i subjektivnom dojmu procjenitelja, dok je masovnim sustavima vrednovanja, ovisno o korištenoj metodi, obično nemoguće istaknuti posebnosti pojedine nekretnine koja nije zajednička širem skupu nekretnina na nekom području. U literaturi ustaljen pojam „metode masovnog vrednovanja“ se odnosi na tehnike masovnog vrednovanja, većinom nastale na osnovi metoda korištenih u pojedinačnim procjenama nekretnina. Razvoj računalnih tehnologija već dulje vrijeme omogućava računalno podržane sustave masovnog vrednovanja (engl. *Computer-Assisted Mass Appraisal – CAMA*).

2.4.1. Metode masovnog vrednovanja nekretnina

Masovno vrednovanje nekretnina, zbog složenog postupka i širokog izbora metoda, multidisciplinarni je postupak, te se njime bave stručnjaci iz raznih područja: ekonomije, građevine, geodezije, statistike i informatike. Iako izbor metode vrednovanja uvelike odnosi o stanju tržišta i prostornih podataka, dominantna je upotreba višestruke regresijske analize, kao tradicionalno uvriježene i dominantne metode (Benjamin i dr. 2004). Višestruka regresijska

analiza u svrhu određivanja funkcije utjecaja različitih atributa nekretnine na ukupnu vrijednost koristi se od 80tih godina prošloga stoljeća, odnosno samih početaka razvoja informacijskih sustava općenito (McCluskey i dr. 1997).

Pokušaji uvođenja sustava umjetne inteligencije u proces masovnog vrednovanja počinju otprilike prije dvadesetak godina (Mora-Esperanza 2004), a razvojem tehnologije nastaju sustavi masovnog vrednovanja zasnovani na umjetnim neuronskim mrežama, nelinearnim prediktivnim sustavima koji oponašaju procese u biološkom mozgu. Ono što razlikuje ovu metodu od ostalih je upotreba inteligencije u procesu masovnog vrednovanja, odnosno mogućnost adaptacije sustava kroz procese učenja, čime je omogućeno rješavanje složenih problema. Podvrsta ovih sustava vrednovanja su genetski algoritmi (engl. *genetic algorithm – GA*), tehnike koje simuliraju biološke evolucijske procese, te ih koriste u svrhu izbora najboljeg rješenja.

Većina sustava masovnih vrednovanja koristi GIS tehnologije u svrhu položajnog prikaza vrijednosti, no samo pojedini vrijednosti dobivene GIS-om potpomognutim analizama uvode u izračun vrijednosti. Tako, primjerice, švedski sustav uzima u obzir udaljenosti nekretnina od javnog prijevoza dobivene uz pomoć GIS-a, detaljnije opisano u sljedećim poglavljima.

Uz navedene, kao glavne metode masovnog vrednovanja, postoje i druge, manje zastupljene metode. Primjerice, metoda ekspertnih sustava (engl. *Rule-based Expert systems*) pokušava simulirati ekspertizu za svaku pojedinačnu nekretninu, ugrađujući u sustav pravila određena od strane jednog ili više stručnjaka koji se bave pojedinačnim procjenama nekretnina za neko područje. Izračun vrijednosti ovim sustavima vrednovanja, koji se ponekad koristi i kao naziv same metode vrednovanja, uglavnom je zasnovan na teoriji približnih skupova (engl. *Rough Set Theory – RST*), formalnoj matematičkoj metodi za reduciranje dimenzionalnosti skupova podataka ili teoriji neizrazitih skupova (engl. *Fuzzy Set Theory*) (McCluskey 1999, Kauko i d'Amato 2008).

2.4.1.1 Višestruka regresijska analiza

Višestruka regresijska analiza (engl. *Multiple Regression Analysis – MRA*) je metoda masovnog vrednovanja nekretnina u kojoj se procijenjena vrijednost dobiva na osnovi funkcije različitih atributa nekretnine (McCluskey i dr. 2000, Benjamin i dr. 2004). Metoda je uvriježena u toj mjeri, da se upotreba ostalih, a posebice novih i inovativnih metoda i pristupa, naziva čak i herezom u području masovnog vrednovanja nekretnina (Kauko i d'Amato 2008).

Regresijske analize su statistički alati za istraživanje povezanosti između jedne ili više varijabli. Regresijske tehnike dugo su vremena bile predmet istraživanja na polju ekonomske statistike, odnosno ekonometrije, i tek razvojem računalnih tehnologija dobivaju širu primjenu. Regresijske tehnike koje u obzir uzimaju i prostornu komponentu, dio su posebnog polja ekonometrije – prostorne (spacijalne) ekonometrije (engl. *Spatial Econometrics*) (LeSage i Pace 2009).

Kako bi metodom višestruke regresije analitički odredili statističku povezanost numeričke varijable s ostalim numeričkim varijablama moramo odrediti višestruki regresijski model (engl. *Multiple Regression Model*), koji općenito možemo prikazati formulom:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \varepsilon$$

Pritom je Y zavisna varijabla, koja se određuje na osnovi nezavisnih nepoznatih (regresorskih) varijabli – X_1, X_2, \dots, X_k , a varijabla ε je slučajna varijabla, kojom su definirana nepoznata odstupanja. Ako se pretpostavi kako postoji linearna povezanost između varijable, za skup uzorka n , dobivamo sustav jednačbi koji možemo prikazati matricno:

$$Y = X\beta + \varepsilon,$$

pri čemu je:

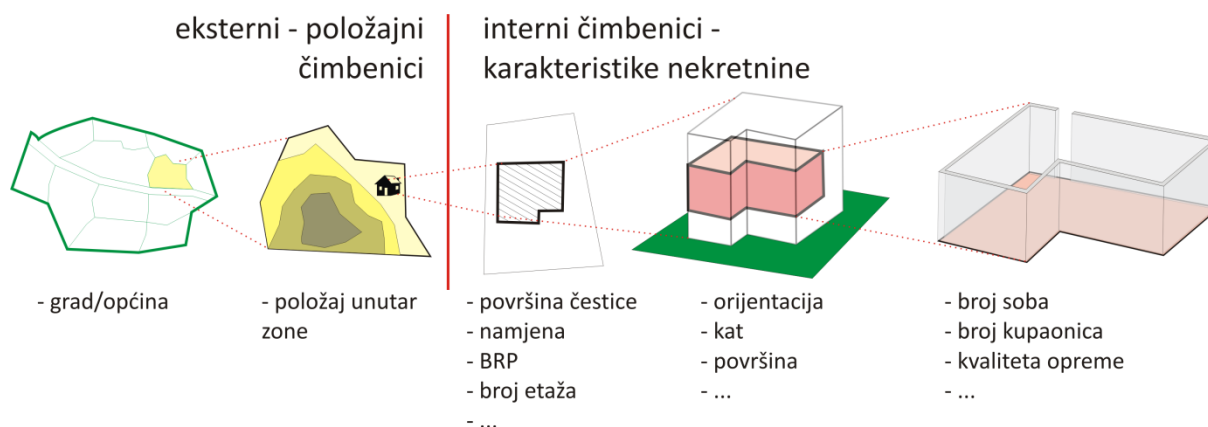
$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{ik} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_i \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}, \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_i \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}$$

Uobičajen je izračun regresijskih parametara metodom najmanjih kvadrata (engl. *Ordinary Least Squares – OLS*), sukladno Gauss-Markovom teoremu. Pretpostavke za to su normalna distribucija slučajnih varijabli ε , uz konstantnu varijancu i očekivanje jednako nuli. Ovom statističkom metodom, uz sve navedene pretpostavke, dolazimo do najbolje linearne nepristrane ocjene (engl. *Best Linear Unbiased Estimates – BLUE*).

Rezultati dobiveni ovom metodom slični su rezultatima dobivenim metodom kriginga (Chica-Olmo 2007), široko rasprostranjene geostatističke metode interpolacije koja pripada skupu linearnih algoritama metode najmanjih kvadrata, te je usko korelirana s regresijskom metodom.

Kod primjene višestruke regresijske analize u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina, koriste se dva pristupa metodi (Kauko i d'Amato 2008): hedonistički pristup (engl. *Hedonic Approach*) i statistički pristup (engl. *Statistical Approach*). Pritom hedonistički pristup pokušava rastaviti nekretninu na skup pojedinačno bodovanih atributa, te pronaći utjecaj na vrijednosti svakog pojedinog atributa nekretnine – primjerice, broj kupaonica, spavaćih soba, itd. Tu se naglasak stavlja na sami model podataka, dok statistički pristup stavlja naglasak na podatke, npr. određivanje trenda cijena ako nisu poznati svi atributi nekretnina.

Regresijske varijable možemo podijeliti na eksterne, odnosno varijable povezane s položajem nekretnine, te interne varijable, odnosno fizičke karakteristike nekretnine (Miller 1982). Tako možemo reći kako su neke od eksternih karakteristika širi položaj nekretnine unutar općine ili neke druge jedinice lokalnog karaktera, mikrolokacija – kvaliteta položaja unutar neke zone definirane prostornim planom, dok bi fizičke karakteristike bile tehničke karakteristike nekretnine: površina zemljišne čestice, pripadajuće zgrade ili druge građevine, te njihove tehničke karakteristike i slično (Slika 4).

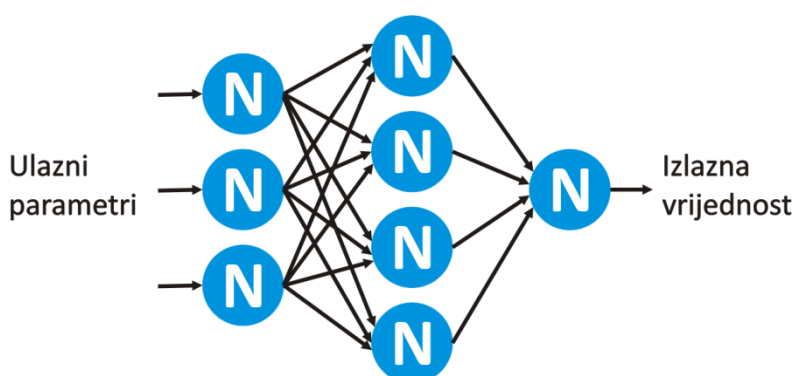


Slika 4. Podjela regresijskih varijabli u hedonističkom pristupu

2.4.1.2 Umjetna neuronska mreža

Umjetna neuronska mreža (engl. *Artificial Neural Network* – ANN) je nelinearni prediktivni ili klasifikacijski model koji pokušava simulirati obradu podataka procesima sličnima biološkim mozgom, te „uči“ prepoznavanje uzorka uvježbavanjem modela. Pri tome se u modelu zajednički prepoznaju linearne i nelinearne ovisnosti zbog nepostojanja strogog strukturiranog algoritma. Općenito, u sustavima masovnog vrednovanja, upravo zbog osjetljivosti na nelinearne utjecaje, ova metoda daje bolje rezultate od prethodno opisane metode višestruke regresije (Kontrimas i Verikas 2010). Glavni problem ove metode je netransparentnost izračuna, odnosno nemogućnost objašnjenja izračuna modelom dobivene vrijednosti.

Postoje razni modeli umjetnih neuronskim mreža, a svi se sastoje od umjetnih neurona kao najmanjih jedinica za obradu signala, odnosno informacije, koji su pomoću veza kroz koje signali putuju spojeni sa ostalim neuronima (Slika 5). Veze preko kojih neuron dobiva signale nazivaju se dendriti, dok se veza preko koje neuron šalje signale naziva akson.



Slika 5. Primjer grafa ovisnosti umjetne neuronske mreže – ANN

U postupcima masovnog vrednovanja nekretnina najčešće se koriste sljedeće arhitekture umjetnih neuronskih mreža (URL 5):

- Višeslojni perceptron (engl. Multilayer Perceptron – MLP)
- Mreža kružne osnovice (engl. Radial Basis Function Network – RBF)

- Kohonenova karta – karta samoorganizirajućih značajki (engl. Self-organizing Feature Map – SOFM).

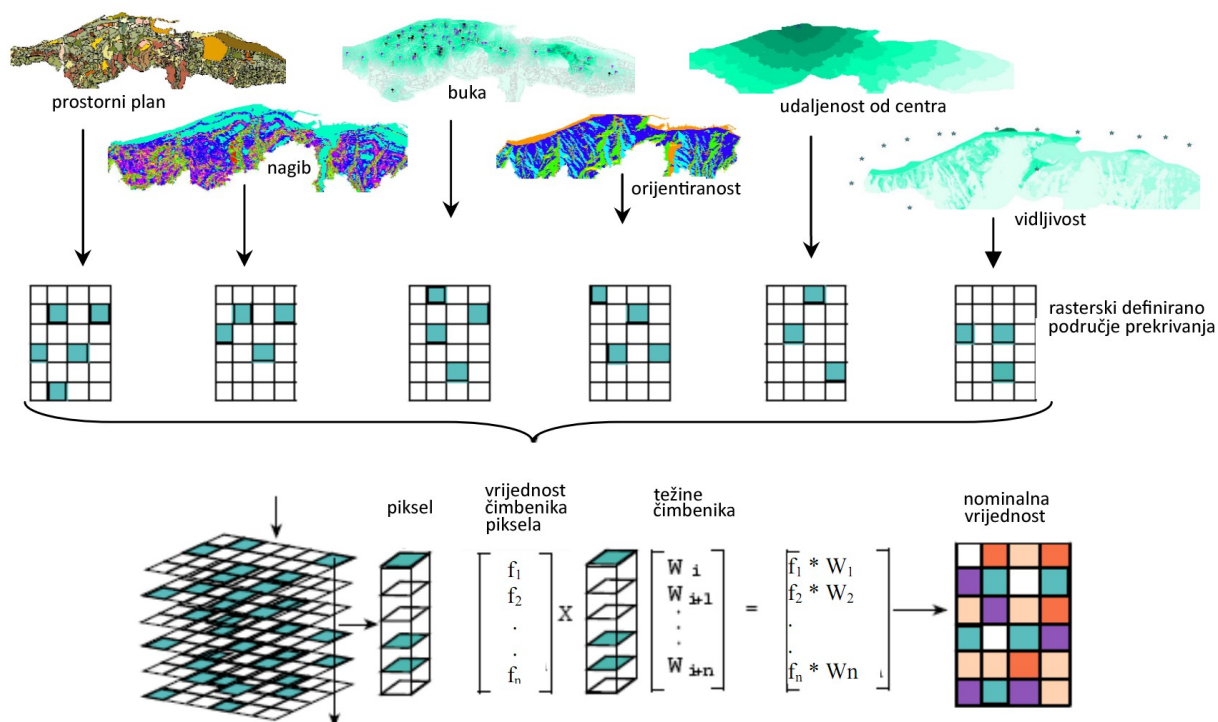
2.4.1.3 GIS metoda

Većina procjenitelja slaže se kako je lokacija nekretnine najvažnija atribut nekretnine te modeliranje njezinog utjecaja na vrijednost nekretnine zahtijeva pomno analiziranje prostornih atributa nekretnine, koje je nemoguće bez upotrebe geoinformacijskih sustava (engl. *Geographic Information System – GIS*). Iako GIS-evi postoje već dulje vrijeme, te počeci primjene GIS tehnologije za potrebe masovnog vrednovanja nekretnina sežu u 80te godine prošlog stoljeća (Eichenbaum 1989), intenzivni razvoj i šira primjena počinje tek početkom ovog stoljeća, pojavljivanjem stolnih (engl. *desktop*) GIS-eva na osobnim računalima, odnosno, otvaranjem širem krugu korisnika (McCluskey 2000, Kauko i d'Amato 2008).

Prva korištena metoda nazivala se „ploha odjeka položajne vrijednosti“ (engl. *Location Value Response Surface – LVRS*), te je koristeći različite funkcije, analizirala koordinate nekretnina i udaljenosti od „centara utjecaja na vrijednost“ (engl. *Value Influence Center – VIC*), na osnovi kojih se računao korekcijski faktor za dobivanje konačne vrijednosti nekretnine. Razvoj navedene metode vodi promjeni imena metode u „analiza plohe odjeka“ (engl. *Response Surface Analysis – RSA*).

Karakteristike nekretnine možemo podijeliti na strukturalne i prostorne (Olmo 1995). U prethodnim poglavljima opisane metode, višestruka regresijska analiza i umjetna neuronska mreža, koje uobičajeno razlažu vrijednost nekretnine na funkciju strukturalnih karakteristika, prometne povezanosti i okruženja nekretnine. Zadnje dvije karakteristike imaju svoju prostornu komponentu, ali se uobičajeno pohranjuju u obliku koeficijenta pogodnosti nekog čimbenika, te vrlo grubo određene lokacije, najčešće samo prema gradskoj četvrti.

Upotreba GIS-a omogućava pohranu prostornih podataka u njihovom izvornom obliku, te korištenje prostornih analiza i ostalih funkcionalnosti koje nam GIS tehnologija dopušta. Iako se u literaturi GIS metoda često spominje kao zasebna metoda masovnog vrednovanja, većinom se radi o primjeni GIS tehnologije, odnosno analizi prostornih podataka, kao podlozi za ekspertne sustave masovnog vrednovanja. U tim sustavima ključan čimbenik je stručnjak koji modelira utjecaj prostornih komponenti nekretnine. U radovima kojima se koristi GIS za masovno vrednovanje, u danom primjeru na osnovi prostornih podataka u rasterskom obliku, potrebno je na neki način dodijeliti težine utjecaja svakog pojedinog čimbenika (Slika 6).



Slika 6. Postupak izračuna nominalne vrijednosti GIS metodom (Yomralioglu i dr. 2007)

U radu iz primjera, izračunava se nominalna vrijednost svakog pojedinog piksela, prema raznim kriterijima, dobivenima prostornim analizama. Vrijednost nekretnine se dobiva kao zbroj vrijednosti svakog pojedinačnog piksela koji se nalazi unutar granice nekretnine, koji se dobiva kao zbroj utjecaja svih čimbenika:

$$A_i \sum_{j=0}^k (f_{ji} w_j), \text{ gdje su:}$$

- A – površina piksela
- f – vrijednost čimbenika
- w – težina čimbenika

Vidljivo je kako je odabir težina krucijalan u postupku izračuna konačne vrijednosti, te ga je potrebno modelirati uz pomoć statističkih metoda (Yomralioglu i dr. 2007).

2.4.1.4 Kombinacije metoda

Svaka od navedenih metoda posjeduje neke prednosti i neke nedostatke, što je i razlog nastanka metoda masovnog vrednovanja koje kombiniraju pristupe koristeći dvije ili više metoda (McCluskey i Anand 1999).

Jedan od pristupa kombinira GIS i ANN metodu (Garcia i dr. 2008), dodajući udaljenost od centra grada kao varijablu dobivenu GIS –om u izračun konačne vrijednosti ANN metodom. Korištenjem navedene kombinacije metoda, u pojedinoj literaturi nazvano i geoinformacijski neuronski sustav (engl. *Geo-Information Neural System – GINS*) (Sarip 2005), te usporedbom dobivenih rezultata, utvrđeno je poboljšanje u odnosu na korištenje samo ANN metode.

Metoda koja kombinira višestruku regresiju i GIS, u literaturi je poznata kao „regresija s geografskom raspodjelom težina“ (engl. *Geographically Weighted Regression – GWR*) (Kauko i d'Amato 2008), a pojavljuje se i pod akronimom GIS-MRA (Hamid 1999). Metoda omogućuje bolje predviđanje mnogih prostorno ovisnih čimbenika koji se ne mogu otkriti samo upotrebom višestruke regresije, a regresijski parametri za izračun vrijednosti se mijenjaju u ovisnosti o koordinatama određenom položaju nekretnine.

2.4.1.5 Usporedba metoda masovnog vrednovanja

Na osnovi podataka preuzetih iz literature, detaljnije opisanih u prethodnim poglavljima, može se sastaviti tablica usporedbe metoda masovne procjene s istaknutim glavnim prednostima i nedostacima svake pojedine metode (Tablica 2).

Tablica 2. Usporedba metoda masovne procjene

Metoda	Prednosti	Nedostaci
MRA	statistička osnova, široka prihvaćenost	prepoznaje samo linearne ovisnosti, potreban velik broj poznatih podataka
ANN	pronalaženje linearnih i nelinearnih uzoraka i trendova, adaptivna	netransparentnost izračuna, nestabilan model, potreban veliki broj poznatih podataka
GIS	transparentnost izračuna, nije potreban veliki broj poznatih podataka	ovisnost o subjektivnom dojmu pri postavljanju težina čimbenika

Kvantitativna usporedba navedenih metoda zahtijeva prethodno definiranje metodologije i kriterija ocjene svake pojedinačne metode masovnog vrednovanja. U statistici, dva su načina prikazivanja uobičajene mjere pouzdanosti: intervalom pouzdanosti, te standardnim odstupanjem. U većini radova, uz navedene statističke pokazatelje, kao mjera predikcijske sposobnosti modela, koristi se koeficijent disperzije (engl. *Coefficient of Dispersion – COD*). Međunarodna udruga procjenitelja – IAAO (engl. International Association of Assessing Officers) definira koeficijent disperzije kao prosječnu apsolutnu vrijednost postotka disperzije oko medijanom određenog omjera. Koeficijent disperzije, na osnovi uzorka u kojemu su poznate vrijednosti procijenjene modelom i prodajne vrijednosti, ocjenjuje točnost prediktivnog modela kroz mjeru koliko su blizu pojedinačni omjeri procijenjene vrijednosti i postignute vrijednosti oko medijana istog omjera, a računa se po sljedećem izrazu (IAAO 2007):

$$COD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|R_i - R_m|}{R_m}, \text{ gdje su:}$$

COD – koeficijent disperzije

R_i – procijenjeni pojedinačni omjer procijenjene i postignute vrijednosti

R_m – medijan R_i omjera uzorka

n – broj nekretnina u uzorku

Još jedan kriterij za usporedbu sustava masovnog vrednovanja je Thibodeauov kriterij (Thibodeau 2003). Taj kriterij zahtijeva minimalno 50 % vrijednosti određenih sustavom masovnog vrednovanja unutar 10 % razlike od stvarnih cijena, dobivenim na osnovi provedenih transakcija. Ocjenom sustava ovom metodom vrednuje se koliko postotaka izračunatih vrijednosti ima razliku manju od 10 %, u odnosu na kontrolne vrijednosti.

U postojećoj literaturi, veliki je broj usporedbi rezultata dobivenih na osnovi različitih metoda masovnog vrednovanja, na različitim uzorcima i podacima. Rezultati se uglavnom uspoređuju na osnovi izračunatog COD-a, a manje prema Thibodeauovom kriteriju (Thibodeau 2003).

U većini radova najbolje rezultate postiže kombinacija ANN i MRA metode, uz uzimanje u obzir položaja nekretnine (COD 5 – 7 %), zatim sama ANN metoda (COD 7 – 10 %), te MRA metoda (10 – 12 %) (González i dr. 2005). Drugi autori, uspoređujući GWR i CSM metodu, dolaze do zaključka kako u pojedinim slučajevima najbolje rezultate daje modificirana CSM metoda (COD 6.5 %, 80 % prema Thibodeau), a ponekad GWR metoda (COD 7,3 %, 74 % prema Thibodeau) (Borst i dr. 2008). Autori ističu kako najprikladnije metode ovisi o stanju tržišta, vrsti podataka, postojanju teoretskog modela za utjecaj čimbenika itd. ANN metodu preporučuju ukoliko postoji dostupan velik broj podataka, te nema teorijske osnove modela (Nguyen i Cripps 2001).

Sve metode korištene u usporedbama prolaze preporuke IAAO-a, prema kojima metoda masovnog vrednovanja zadovoljava za upotrebu na nekom području (IAAO 2007) ako je COD unutar 15 posto, za pojedine vrste nekretnina (jednoobiteljske kuće), odnosno maksimalno 20 % (za ostala stambena područja u ruralnijim područjima, vikendice i višeobiteljske kuće). Ista norma upozorava kako je COD manji od 5 % moguć indikator nereprezentativnog uzorka za usporedbu.

2.4.2. Pregled Europskih i svjetskih sustava masovnog vrednovanja nekretnina

Iz studije o sustavima masovnog vrednovanja za potrebe oporezivanja na području Europe (UNECE 2001), vidljivo je kako većina modernih zemalja ima neku vrstu sustava masovnog vrednovanja (72 %) ili su u postupku izrade takvog sustava (14 %). Studija uviđa i probleme sustava masovnog vrednovanja pokrenutima nakon 1990-ih u zemljama tranzicijskih ekonomija, kojih je 45 %. Posebni problem tih zemalja, s kojima se suočava i Hrvatska, je relativno nerazvijeno tržište nekretnina s malo usporedivih podataka, te veliki pritisak u postupku povratka privatnog vlasništva.

Iako su svi navedeni sustavi uvedeni prvenstveno u svrhu pravednijeg oporezivanja vlasništva ili posjeda nad nekretninama, trećina ostvarenih sustava koristi se i u druge svrhe. Ovisno o zakonskoj regulativi, različita su i tijela državne uprave koja čuvaju i ažuriraju bazu podataka sustava masovnog vrednovanja – većinom su to tijela sustava zemljišne administracije, a manjim dijelom tijela porezne uprave, što se može objasniti snažnom povezanošću ovih sustava s katastarskim sustavom i katastarskim podacima.

U pregledu europskih i svjetskih sustava, posebni naglasak stavit će se na sustave masovnog vrednovanja u Austriji i Njemačkoj, kao zemljama s najbližim sustavima zemljišne administracije, te Švedske sa kvalitetno razrađenim i detaljnim sustavom koji koristi GIS metodologiju. Opisan će biti i sustav masovnog vrednovanja u Litvi, kao dobar primjer uspostave modernog sustava uz primjenu stranih iskustava, tim više što je ostvaren u zemlji u tranziciji sa slabo razvijenim tržištem nekretnina, nepouzdanim podacima službenih upisnika

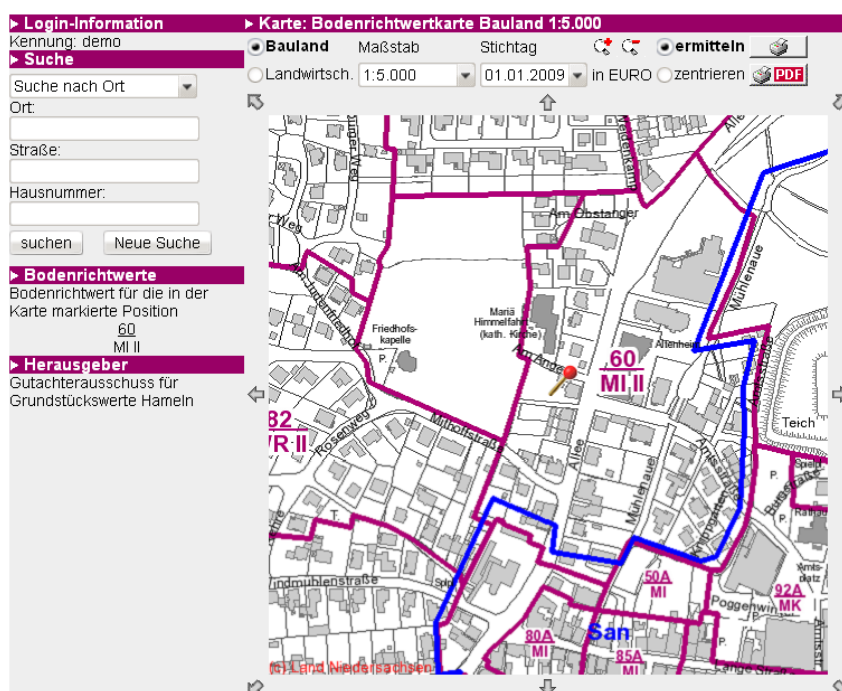
nekretnina i manjkom podataka o transakcijama. Isti problem riješen je primjenom normativnog vrednovanja u Ukrajini i Rusiji, a opisani su i problema oko uvođenja regresijskog pristupa u Rumunjskoj.

2.4.2.1 Masovno vrednovanje nekretnina u Njemačkoj

Njemačka ima dugu tradiciju pojedinačnog i masovnog vrednovanja nekretnina, te su postupci, metode i pojmovi vezani uz vrednovanje definirani zakonima i pravilnicima na saveznoj razini. Pojedinačnu procjenu nekretnina (njem. *Immobilienbewertung*) obavljaju procjenitelji (njem. *Immobilienbewerter, Gutachter*) koristeći pritom zakon o gradnji (njem. *Baugesetzbuch – BauGB*), propisana pravila stručne procjeniteljske prakse, te pripadni Pravilnik o određivanju vrijednosti (njem. *Wertermittlungsverordnung – WertV*) i dodatno pojašnjujuću direktivu o određivanju vrijednosti (njem. *Wertermittlungsrichtlinie – WertR*). Postoji i literatura koja još detaljnije i objašnjava postupke i principe procjene zemljišnih čestica i građevina, odnosno primjene zakonske regulative o procjeni nekretnina (Gerardy 1975, Ross i dr. 1991, Vogels 1996).

Prilikom svake kupoprodaje nekretnine, sustavno se prikupljaju podaci o postignutim cijenama i lokaciji te ostalim karakteristikama nekretnine. Time se stvara veliki skup podataka o tržištu nekretnina na osnovi kojih se mogu bazirati procjene vrijednosti, najčešće metodom tržišne usporedbe.

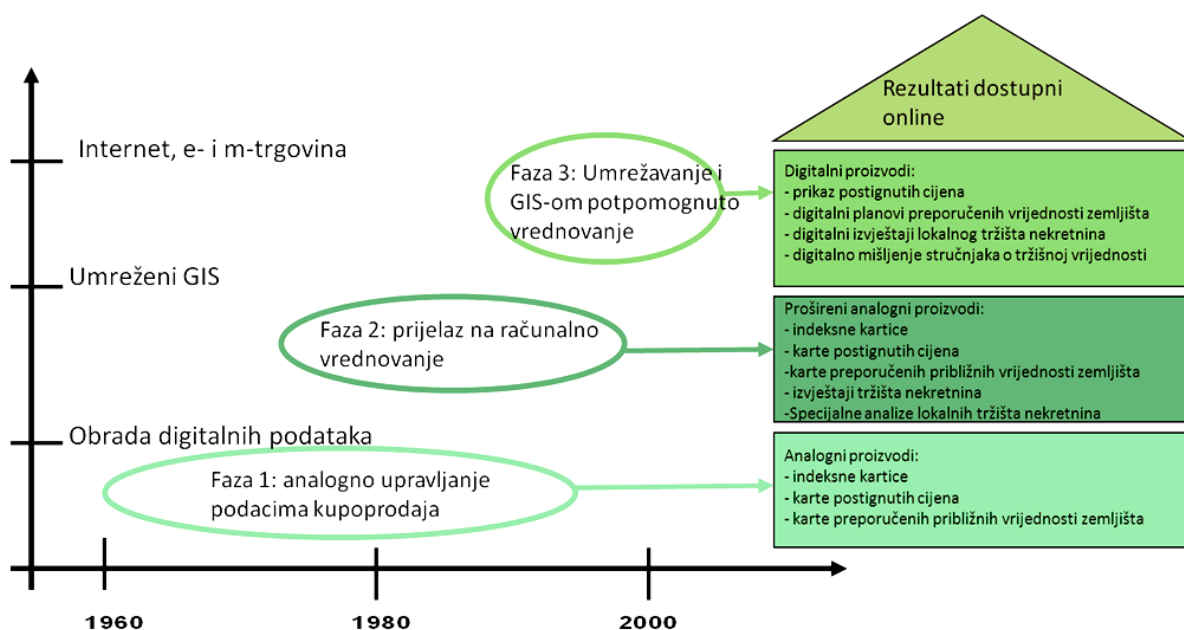
Svaki glavni grad savezne države ima izrađenu kartu vrijednosti (engl. *value map*), izrađenu u skladu s mogućnostima i veličinom grada. Za veće gradove karta vrijednosti je obično dio gradskog GIS-a (Slika 7), a u manjim gradovima karte vrijednosti čuvaju se u katastarskim uredima, kao dio digitalnog katastarskog plana (Seidel 2005), te se na zahtjev izdaju u analognom obliku. Procjeniteljski odbori na osnovi prikaza postignutih cijena (njem. *Kaufpreissammlung*), za područje na kojem djeluju, izrađuju karte standardnih vrijednosti zemljišta (njem. *Bodenrichtwerte*) te, jednom godišnje, izvještaje stanja tržišta nekretnina (njem. *Grundstücksmarktbericht*).



Slika 7. Web servis za pregled karte vrijednosti (URL 6)

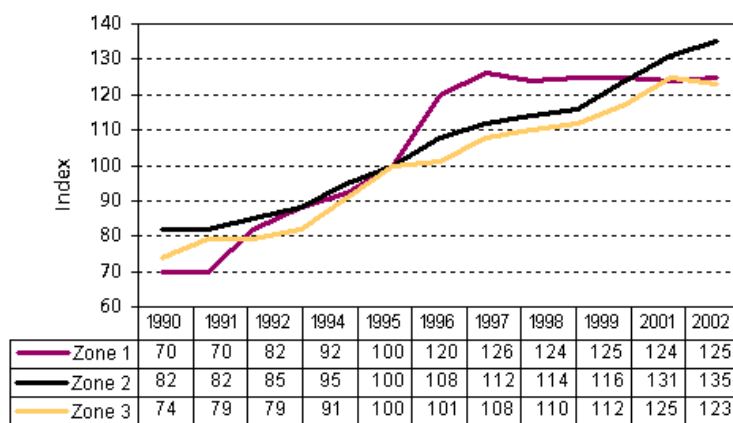
Karta standardnih vrijednosti zemljišta sastoji se od katastarskog plana ili topografske karte upotpunjene prikazom prostornih blokova katastarskih čestica istih karakteristika. Unutar svakog bloka nalazi se oznaka u obliku razlomka, koja prikazuje procijenjenu vrijednost zemljišta (EUR/m²) u brojniku, te namjenu, katnost (rimski brojevi) i tlocrtnu izgrađenost u nazivniku. Iznimka su javni prostori (škole, crkve, vijećnice i slično), za koje nije upisana vrijednost.

Procjeniteljski odbori godišnje obrade oko 2 milijuna ugovora o kupoprodaji nekretnina, a do sada ih je obrađeno ukupno oko 110 milijuna, počevši od 60-ih godina prošloga stoljeća, kada počinje prikupljanje podataka korištenjem bušenih indeksnih kartica (Kertscher 2002). Od tada, sustav se razvija u nekoliko faza, ovisno o raspoloživim tehnologijama, a bitna komponenta je dostupnost sustava online (Slika 8).



Slika 8. Razvoj sustava masovnog vrednovanja u Njemačkoj (Kertscher 2002)

Na osnovi sustava masovnog vrednovanja regresijskom analizom određeni su konverzijski koeficijenti, objavljeni u godišnjim izvještajima stanja tržišta nekretnina, koji služe kao pomoć pri određivanju pojedinačnih procjena metodom tržišne usporedbe, primjer za to je indeks za preračunavanje cijena nekretnina u ovisnosti o godini ostvarene kupoprodaje usporedne nekretnine (Slika 9). Na slici je prikazan primjer za samostojeće jednoobiteljske kuće u Donjoj Saskoj. Osim navedenog, dani su i koeficijenti ovisnosti cijene o stambenoj površini građevine, veličini čestice, starosti objekta itd.



Slika 9. Indeks ovisnosti cijene nekretnine kroz godine (URL 6)

Kako svaka savezna država samostalno izrađuje vlastiti sustav vrednovanja, to u konačnici vodi neuniformiranosti podataka na državnoj razini. Postoje planovi o postupnom ujedinjavanju svih pojedinačnih informacijskih sustava vrednovanja saveznih država u jedinstveni, koji bi pokrивao cijelo područje Njemačke.

2.4.2.2 Masovno vrednovanje nekretnina u Austriji

Tijelo koje upravlja sustavom masovnog vrednovanja nekretnina u Austriji, ostvarenog isključivo u svrhu oporezivanja vlasništva i posjeda na nekretninama, je porezna uprava koja je u nadležnosti Ministarstva financija. Sustav razlikuje nekretnine u urbanim područjima (izgrađeno i neizgrađeno građevinsko zemljište), te ruralnim područjima (poljoprivredno i šumsko zemljište) (UNECE 2001). Sustav vrednovanja je povezan s katastarskim sustavom, gdje se i čuvaju tehnički podaci potrebni za izračun. Podaci sustava vrednovanja djelomično su dostupni javnosti.

Kao i u Njemačkoj, koriste se sve tri uobičajene metode pojedinačne procjene nekretnina propisane zakonom o vrednovanju iz 1955. godine (njem. *Bewertungsgesetz*). U sustavu masovnog vrednovanja za izračun vrijednosti nekretnina u urbanim područjima koriste se podaci o fizičkim i pravnim karakteristikama nekretnina, dok se za izračun vrijednosti u ruralnim područjima koriste podaci o poljoprivrednoj proizvodnoj sposobnosti zemljišta: kvaliteta tla, vodni režim, nagib, klimatski utjecaji, te ekonomski uvjeti za poljoprivrednu proizvodnju (Bahrs i Rust 2003). Sustavom se dobivaju procijenjene vrijednosti znatno niže od tržišne vrijednosti zbog normativnog pristupa izračunu vrijednosti, te potrebe zakonske ovjere vrijednosti svakih devet godina.

2.4.2.2 Masovno vrednovanje nekretnina u Švedskoj

Švedski sustav zemljišne administracije smatra masovno vrednovanje nekretnina sastavnim dijelom upravljanja prostorom u urbanom području (Larsson 1997). Za razliku od njemačkog i austrijskog sustava masovnog vrednovanja, koji zasebno vrednuju nekretnine u urbanim područjima od onih u ruralnim područjima, Švedski sustav određuje tržišnu vrijednost nekretnina GIS metodom. Zakonom o procjeni nekretnina definirane su osnovne metode vrednovanja, a naglasak je stavljen na upotrebu metode tržišne usporedbe. Osim zakona, detaljnije definirana pravila vrednovanja nalaze se u pravilniku o vrednovanju nekretnina. Bazu podataka sustava masovnog vrednovanja, koja je dio baze zemljišnih podataka, održava državna agencija za katastar (šved. Lantmäteriet).

Od 1996. godine, za izračun se koristi metoda tržišne usporedbe potpomognuta GIS metodom (Roos 2006) na način da se prilikom svake ostvarene transakcije nekretninama u sustav unose podaci na osnovi kojih se formiraju područja iste vrijednosti. Trenutno važeći sustav uveden je 2003., s periodom obnove podataka sustava svakih šest godina, te uz pojednostavljeno ažuriranje podataka svake tri godine. Tržište nekretnina vrlo razvijeno, te se sustavom dobivaju kvalitetni podaci koji omogućavaju upotrebu u svrhu određivanja vrijednosti u postupku kupoprodaje, odobravanja kredita, upisa hipoteke ili utvrđivanja naknade u postupcima realokacije ili konsolidacije (Färnkvist 2002). Svi navedeni postupci su time ubrzani, uz dodatno smanjenje troškova jer nije potrebno obavljati pojedinačnu procjenu svake pojedine nekretnine.

2.4.2.3 Ostali sustavi masovnog vrednovanja nekretnina

Litva posjeduje jedan od modernijih sustava masovnog vrednovanja pri uspostavi kojega su se vodili praksom i uz pomoć stručnjaka iz Nizozemske, Švedske, Danske i Amerike (Gall 2006). Masovne metode vrednovanja su određene 1993. godine, prvenstveno u svrhu prodaje državne zemlje te određivanja visine najma i poreza na zemljište. Tada nerazvijeno tržište

nekretnina, bez dovoljnog broja transakcija, diktiralo je razvoj metode različit od tržišnih principa, zasnovan na normativnom vrednovanju prema namjeni, zoni i površini nekretnine. Takav pristup ne zadovoljava sadašnje stanje razvijenog tržišta nekretninama, tj. sustavom se ne dobivaju tržišne vrijednosti nekretnina. Stoga se provođenjem reforme uvodi navedeni novi sustav masovnog vrednovanja zasnovan na MRA metodi i drugim statističkim metodama, uz potporu GIS-a (Bagdonavicius i Ramanauskas 2004). Pouzdanost novog sustava provjerava se kalibracijom modela podacima transakcija nekretnina, a podaci dobiveni izračunom javno su dostupni putem Interneta.

U Ujedinjenom Kraljevstvu, organizacija koja se bavi masovnim vrednovanjem nekretnina zove se Agencija za procjenu (engl. *Valuation Office Agency – VOA*), koja provodi vrednovanje svih nekretnina u svrhu oporezivanja, te izdaje polugodišnja izvješća o stanju tržišta nekretnina. Koristi se metoda regresijske analize, te se u izračun trenutno uzimaju u obzir podaci usporednih transakcija starih do sedam godina (URL 7).

U Poljskoj, zakon propisuje masovno vrednovanje određivanjem tržišne vrijednosti nekretnina u svrhu oporezivanja (Baranska 2004). Pretpostavka za osnivanje automatskog sustava masovnog vrednovanja je rješavanje nekonzistencija u katastarskim i topografskim podacima, te podacima prostornog planiranja nastalim zbog različitih vremenskih perioda u kojima su podaci nastajali, te korištenja različitih metoda prikupljanja podataka (Cichocinski 2008). Primjerice, u prostornom planu mogu postojati područja obuhvaćena dvjema zonama (zone se preklapaju) ili postoje praznine između granica zona. Slična situacija je i u katastarskim podacima u kojima se može dogoditi da je objekt ucrtan preko dvije katastarske čestice.

Rumunjska je u postupku uspostave informacijskog sustava tržišta nekretnina (engl. *Real Estate Market Information System – REMIS*). Uspostavu pomaže Nizozemska katastarska agencija. I u ovom slučaju bi uspostava sustava vrednovanja omogućila usvajanje poreznog sustava temeljenog na tržišnoj vrijednosti. Sustav će koristiti regresijsku metodu za izračun vrijednosti, vrednujući fizičke karakteristike građevina. Veliki problem u uspostavi sustava je nedostatak pouzdanih podataka o nekretninama i povezanim transakcijama. Prema zadnjim dostupnim informacijama, niti sredinom 2009. godine sustav još nije u mogućnosti zadovoljavajuće pouzdano odrediti tržišne vrijednosti nekretnina (Vries i Faber 2009).

Rusija i Ukrajina, također zemlje sa nerazvijenim tržištem nekretnina, te nedostatkom dovoljnog broja podataka o transakcijama, pokušavaju se masovnom izračunu tržišne vrijednosti nekretnina približiti sustavom koeficijenata i uvođenjem normativnog vrednovanja (Kryvobokov 2004). Glavni čimbenici vrednovanja su zona, odnosno smještaj nekretnine unutar prostorno definirane zone s određenim koeficijentima za izračun vrijednosti prethodno definiranim formulama. Postoje i prijedlozi približenja sustavom dobivene vrijednosti tržišnoj kroz određivanje „težina“ utjecaja pojedinih čimbenika regresijskim analizama i ekspertizama stručnjaka (Kryvobokov 2006).

Češka je 1995. godine zakonom formalno definirala sadržaj karte vrijednosti nekretnina – kartografskog prikaza vrijednosti nekretnina, izrađenog u mjerilu 1:5000 ili krupnijem, u svrhu početka oporezivanja nekretnina sustavom zasnovanom na tržišnim vrijednostima, nasuprot dotadašnjeg normativnog pristupa. No zbog nedostatka podataka i metodologije izračuna, nedovoljnog znanja i nepovjerenja lokalne samouprave, te relativno visoke cijene

izrade, samo 20 gradova, što pokriva 24% stanovništva, ima napravljene karte vrijednosti za svoje područje sukladno zakonu (Gall 2006).

Konfederalne države SAD-a imaju neovisno definirano zakonodavstvo vezano za vrednovanje nekretnina. Većina država i okruga uobičajeno koristi CAMA sustave za pripremu izračuna vrijednosti nekretnina na godišnjoj razini. Pretežno se koriste GIS-om potpomognuti sustavi tržišne usporedbe, a preporuke o izboru metoda masovnog vrednovanja sadrži pravilnik Norme profesionalne procjeniteljske prakse, USPAP (URL 3) spomenut u poglavlju 2.1, koji prikazuje korisnost pojedine metode za procjenu pojedine vrste nekretnina (jednoobiteljske ili višeobiteljske kuće, gospodarski objekti, poljoprivredno zemljište i nepoljoprivredno zemljište, posebna namjena).

2.4.2.4 Sažetak

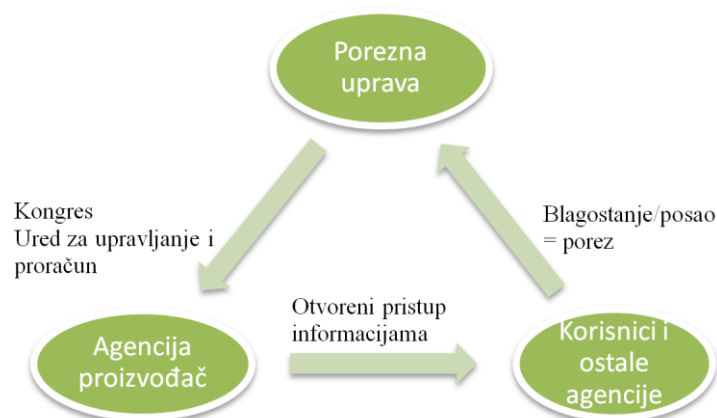
Iz svega navedenog u prethodnim poglavljima može se sastaviti tablica sa sumarnim prikazom najvažnijih osobina ostvarenih sustava na europskoj, odnosno svjetskoj razini (Tablica 3).

Tablica 3. Usporedba sustava masovnog vrednovanja

Država	tržišna vrijednost	Web pristup	Metoda izračuna	Namjena sustava
Austrija	da	ne	MRA	oporezivanje
Češka	da	djelomično	ručno	procjena općinskih nekretnina (za prodaju i najam)
Litva	da	da	GIS+MRA	oporezivanje
Njemačka	da	djelomično	MRA	oporezivanje, prostorno planiranje, upravljanje zemljištem
Rumunjska	da	ne	MRA	oporezivanje
Rusija	ne	ne	normativni	oporezivanje
SAD	da	djelomično	CSM	oporezivanje, iznajmljivanje
Švedska	da	da	GIS+CSM	oporezivanje, prostorno planiranje, revizija, hipoteka
UK	da	da	MRA	samo analiza tržišta
Ukrajina	ne	ne	normativni	oporezivanje

Rezultati studije o sustavima masovnog vrednovanja za potrebe oporezivanja na području Europe (UNECE 2001) mogu indicirati kako su na području Europe prepoznate koristi od transparentnog izračuna vrijednosti sustavima masovnog vrednovanja i slobodnog pristupa informacijama, ali i dalje 14 % sustava nema slobodan pristup podacima, a 27 % ima slobodan pristup samo dijelu podataka, što je djelomice uvjetovano i zakonima o zaštiti osobnih podataka. To i jest najveća razlika u odnosu na američke sustave, većina kojih je u skladu s federalnom politikom SAD-a o besplatnoj dostupnosti informacija javnog sektora

građanstvu, čime se, prema njihovom mišljenju, neupitno povećava ekonomska dobrobit društva (Slika 10).



Slika 10. Financiranje i korištenje informacija javnog sektora u SAD-u (Weiss 2004)

2.5. Vrednovanje nekretnina u Hrvatskoj

Od svih pojedinačnih metoda vrednovanja nekretnina, detaljnije opisanih u prethodnim poglavljima, u Hrvatskoj je najčešće korištena troškovna metoda (Kvasnička i dr. 1998). Razlog tomu je pogodnost troškovne metode za vrednovanje nekretnina u uvjetima slabo razvijenog tržišta nekretnina, te nedostatka podataka o postignutim cijenama usporednih nekretnina i podataka o cijenama najma nekretnina, što otežava upotrebu ostalih metoda.

U Hrvatskoj ne postoji zakonski jedinstveno definirana metodologija pojedinačnog vrednovanja nekretnina, odnosno procjenitelji sukladno svom znanju i iskustvu izabiru prikladnu metodu vrednovanja. Mnogi su mišljenja kako bi postojanje zakona ili nekog drugog pravnog akta, olakšalo posao procjeniteljima, postavljajući sigurno, pravno polazište u pojedinačnoj procjeni vrijednosti nekretnina (Belaj i Rajčić 2008, Krtalić 2007).

Hrvatska je 2002. godine prihvatila ISO normu, HRN ISO 9836:2002 Standardi za svojstva zgrada, definiranje i proračun površina i prostora, koja je zamijenila postojeću normu HRN U.C2.100 Površina i volumen zgrada, Uvjeti izračunavanja, dobivenom na osnovi Jugoslavenske JUS norme. Obje norme imaju detaljno definirane pojmove, te koeficijente za izračun korisne površine (Tablica 4).

Tablica 4. Koeficijenti za izračun korisne površine

Koeficijent	Opis
0,00	stambeni tavan s kosinama za svijetlu visinu do 1 m
0,25	terasa, balkon
0,35	gospodarski tavan, niži od 2 m
0,50	podrum, natkrivena terasa i balkon, spremište izvan stana bez obrađenih zidova i podova

0,60	parkirališno mjesto
0,75	stambeni tavan s kosinama za svijetlu visinu do 2m; lođe otvorene s najviše dvije strane; spremište izvan stana s obrađenim zidovima i podovima; individualna garaža; skupna garaža s čvrstim pregradama
1,00	sve ostalo
1,50	poslovni prostori viši od 4 m

2.5.1. Pregled pojedinačnih metoda vrednovanja

Počeci sustavnog i stručnog pristupa procjenama vrijednosti nekretnina u Hrvatskoj sežu u 1936. godinu, kada inženjer Vlado Verner objavljuje „Pravilnik općine grada Zagreba za procjenu nekretnina“. U navedenom pravilniku (Verner 1936) autor, uvažavajući postojeća pravila procjene nekretnina na području Europe, daje svoj doprinos temi detaljno opisujući pojmove vezane uz procjenu nekretnina, matematičke izraze za izračun i pripadne tablice, te nekoliko primjera procjene različitih vrsta nekretnina.

Zakonska regulativa postoji samo za specifične slučajeve, tj. za potrebe pretvorbe iz društvenog u privatno vlasništvo: Zakon o prodaji stanova na kojima postoji stanarsko pravo (NN 27/91), te Zakon o naknadi za imovinu oduzetu za vrijeme jugoslavenske komunističke vladavine (NN 92/96). U slučajevima procjene vrijednosti nekretnina za navedene svrhe, određeni su postupci tipske procjene vrijednosti nekretnina, dani su obrasci za bodovanje, etalonske vrijednosti, te položajni koeficijenti za vrednovanje nekretnina, o prihvaćanju kojih su se očitovale jedinice lokalnih samouprava. Za bodovanje stanova koriste se zapisnici preuzeti iz Pravilnika o utvrđivanju vrijednosti i kvalitete stane, te načinu i postupku utvrđivanja visine stanarine (NN 20/87) (Slika 11).

Tablica 5. Zakonska regulativa za specifične slučajeve procjene vrijednosti nekretnina

Zakon	Pripadni propisi
Zakon o eksproprijaciji (NN 10/78)	<ul style="list-style-type: none"> • Uputstvo o načinu utvrđivanja građevinske vrijednosti eksproprijiranih objekata (NN 20/84)
Zakon o najmu stanova (NN 91/96)	<ul style="list-style-type: none"> • Uredba o uvjetima i mjerilima za utvrđivanje zaštićene najamnine (NN 40/97)
Zakon o naknadi za imovinu oduzetu za vrijeme jugoslavenske komunističke vladavine (NN 92/96)	<ul style="list-style-type: none"> • Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti stana (NN 66/98) • Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti oduzetih poduzeća (107/99) • Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti oduzetog poljoprivrednog zemljišta, šuma i šumskog zemljišta (NN 18/04) • Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje naknade za oduzeto građevinsko zemljište i poslovni prostor (NN 204/03)



Zakon o prodaji stanova na kojima postoji stanarsko pravo (NN 27/91)

- Pravilnik o utvrđivanju vrijednosti i kvalitete stane, te načinu i postupku utvrđivanja visine stanarine (NN 20/87)
- Uredba o načinu utvrđivanja cijene stana i garaže (NN 35/92)

Navedene pravilnike, u ovisnosti o zadatku, još uvijek koriste sudski vještaci, većinom građevinske struke, za izradu elaborata procijenjene vrijednosti nekretnina sukladno zahtjevima suda.

Kao olakšanje u postupcima procjene vrijednosti nekretnina troškovnom metodom koriste se podaci biltena „Standardna kalkulacija radova u visokogradnji“, Instituta građevinarstva Hrvatske, koji izlazi četiri puta godišnje. Upotreba navedenog biltena olakšava izračun građevinske vrijednosti kroz iskaz cijena građenja u četiri najveća grada u Hrvatskoj, dan za nekoliko tipova zgrada, te cijene izgradnje „etalonskog“ stana.



ZAPISNIK O BODOVANJU STANA

1. Općina, grad, ulica i broj
2. Položaj stana u zgradi
3. Najmodavac - vlasnik stana
4. Najmoprimac
5. Godina izgradnje
6. Godina dogradnje
7. Amortizacijski rok
8. Stopa amortizacije

BODOVI

Red.broj elementa	Naziv elementa	Broj bodova	Red.broj elementa	Naziv elementa	Broj bodova
1 - 6.	Materijal i konstrukcija zgrade		36.	Sušionica rublja	
7.	Visina sobe		37.	Prostorija za rad	
8 - 11.	Prozori i balkonska vrata		38.	Zajedničko spremište	
12.	Vrata		39.	Prostor za smeće	
13.	Zaštita prozora i stana		40.	Kanal za smeće	
14.	Vodovodne instalacije		41.	Položaj stana	
15.	Odvodna instalacija		42.	Broj stanova	
16.	Elektroinstalacija		43.	Pročelje zgrade-odradba	
17.	Gromobranska instalacija		44.	Stubište i ulaz-odradba	
18.	Plinska instalacija		45.	Podrum i sl.	
19.	Telefonska instalacija		UKUPNO (red. br. 1 do 45)		
20.	Zajednička antena				
21.	Govorni uređaj				
22.	Agregat				
23.	Instalacije i uređaji za grijanje i pripremu tople vode		UMANJENJE BROJA BODOVA		
24.	Dizalo				
25.	Zidovi obloženi keram. pločicama		46.	Položaj stana	
26.	Zidovi obloženi lamperijom		47.	Vlažnost stana	
27.	Podovi u sobama		48.	Visina sobe	
28.	Ostali podovi		49.	Starost zgrade	
29.	Kada		UKUPNO (red br. 46. do 49.)		
30.	WC				
31.	Bide		UKUPAN BROJ BODOVA (redni broj 1. do 45. minus redni broj 46. do 49.)		
32.	Bojler				
33.	Peći za zagrijavanje				
34.	Ugrađeni ormar				
35.	Praonica rublja				

Prilog III.

KORISNA POVRŠINA STANA

Red. br.	NAZIV PROSTORIJE	Koeficijent za obračun	Pobliža oznaka	Dužina	Širina	Površina
1	2	3	4	5	6	7
1.	I soba	1,0				
2.	II sobe	1,0				
3.	III sobe	1,0				
4.	IV sobe	1,0				
5.	V soba	1,0				
6.						
7.						
8.						
9.						

10. Kuhinja	1,0
11. Blagavaonica	1,0
12. Izba	1,0
13. Kupaonica	1,0
14. Nužnik	1,0
15. Predsoblje	1,0
16. Hodnik	1,0
17. Predprostor	1,0
18. Loda	0,75
19. Pokrivena terasa	0,50
20. Balkon, otvorena terasa ravni prohodni krov i trijem	0,25
21. UKUPNA KORISNA POVRŠINA U m ²	

Slika 11. Zapisnik o bodovanju stana (NN 20/87)

Prema Pravilniku o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti stana, na osnovi priloženih obrazaca (Slika 11), izračunava se građevinska vrijednost stana prema izrazu:

$$NGV = P \cdot C_e \cdot \frac{B}{B_e} \cdot K_p \cdot K_u, \text{ gdje su:}$$

- P – neto korisna površina [m^2]
 C_e – građevinska vrijednost etalonskog objekta [kn/m^2]
 B – broj bodova iz zapisnika o bodovanju stana
 B_e – broj bodova etalonskog stana – 116
 K_p – koeficijent položaja u zgradi:
1,0 – stanovi u tipskoj etaži
0,8 – podrumski stanovi
0,9 – suterenski stanovi, tavanski stanovi
 K_u – urbanistički koeficijent:
1,20 – za zgrade do prizemlja + 2 kata, samostojeće te dvojne zgrade
1,00 – sve ostale zgrade

Pravilnik propisuje i upotrebu formula za umanjenje NGV-a zbog starenja objekta, te formule za izračun položajne vrijednosti koji koriste tablice s podjelom na prostorne zone unutar naselja sa raspodijeljenim koeficijentima u ovisnosti o veličini naselja, te korekciju vrijednosti zbog katnosti i urbanističkog koeficijenta.

Iz svega navedenog u prošlom poglavlju moglo bi se zaključiti kako ipak postoji dovoljan broj zakona i ostalih pravnih akata koji propisuju procjenu nekretnina za specifične slučajeve, primjena kojih se može proširiti i na sve ostale slučajeve. Proširenje primjene nije moguće iz razloga što je većina pravilnika i propisa preuzeta iz njemačkih propisa i literature bez veće prilagodbe, uz dodatno pojednostavljenje formula za izračun procijenjene vrijednosti, te bez uspostavljanja veze s tržišnom vrijednošću nekretnine. Navedenim propisima procjenitelj može odrediti sadašnju građevinsku vrijednost nekretnine, što u pravilu ne odražava traženu, tržišnu vrijednost. Potrebno je uspostaviti odnos s sadašnjom tržišnom vrijednošću nekretnine (STV), što se u čini pomoću koeficijenata tržišne korekcije, a u praksi su najčešće korišteni koeficijenti preuzeti iz udžbenika „Procjena vrijednosti nekretnina“, Hrvatske gospodarske komore (Željko 2004):

$$STV = SGV \cdot F_l \cdot F_{kp} \cdot F_p \cdot F_{kv} \cdot F_u \cdot F_i \cdot F_{pp}, \text{ gdje su:}$$

- F_l – faktor lokacije
 F_{kp} – faktor korisne površine
 F_p – faktor za poslovne objekte
 F_{kv} – faktor kvalitete
 F_u – faktor usklađenosti
 F_i – faktor izgrađenosti
 F_{pp} – faktor ponude i potražnje

U postojećoj se literaturi različito vrednuje utjecaj pojedinih koeficijenata, te je uobičajeno dat samo relativno široki raspon za svaki pojedini faktor, bez objašnjenja kvantitativnog vrednovanja značajki nekretnine u svrhu određivanja vrijednosti koeficijenta. Time procijenjena vrijednost umnogome ovisi o iskustvu i subjektivnom dojmu procjenitelja, te njegovoj profesionalnoj etici jer omogućava izradu „naručenih“ procjena vrijednosti nekretnina.

2.5.2. Masovno vrednovanje nekretnina u Hrvatskoj

Osim napuštenog sustava masovnog vrednovanja zemljišta u svrhu određivanja prihoda od poljoprivredne proizvodnje, katastarskog klasiranja, koje je, uz površinu katastarske čestice, bilo jedini element vrednovanja zemljišta na državnoj razini (Tomić i dr. 2010), Hrvatska nema uspostavljenog sustava masovnog vrednovanja nekretnina, niti se podaci o kupoprodajama nekretnina sustavno bilježe u svrhu osnivanja jednog takvog sustava.

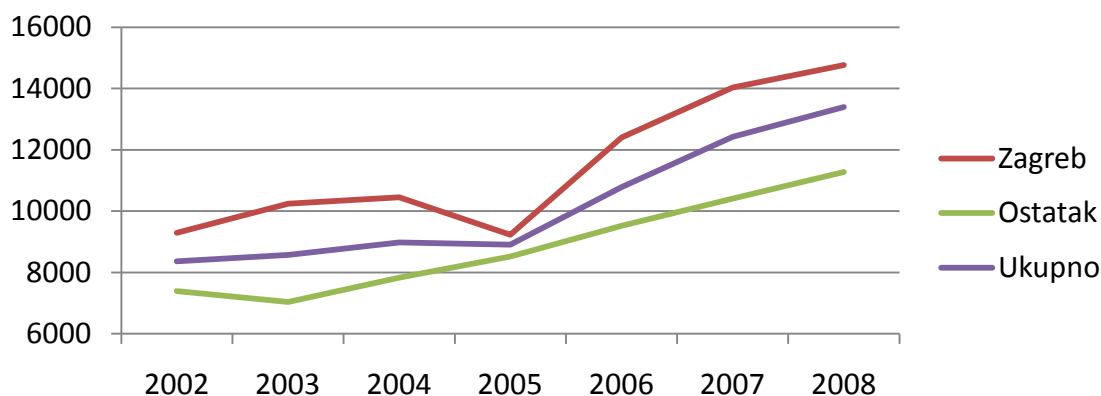
2.5.2.1 Masovno vrednovanje zemljišta – katastarsko klasiranje

Masovno vrednovanje zemljišta za potrebe oporezivanja u hrvatskom katastru je obavljano već od francuskanskog katastra (Roić i dr. 1999). U tom razdoblju izrađeni su katastarski operati prema propisanim uputama i tumaču znakova, ograničenom prvenstveno na signature potrebne za funkciju pravilnog oporezivanja. Uvođenje dodanih funkcija katastra povlači detaljnije znakove za objekte realnog svijeta, no katastarsko vrednovanje zemljišta, odnosno katastarsko klasiranje sa svrhom određivanja katastarskog prihoda od poljoprivredne proizvodnje, uvijek ostaje bitan dio operata. Katastarskim klasiranjem zemljišta utvrđuje se za svako zemljište na koji se način iskorištava, te njegova proizvodna sposobnost za poljoprivrednu proizvodnju ili za šumarstvo (NN 16/81 i NN 47/82). Katastarsko klasiranje zemljišta u užem smislu je individualno klasiranje zemljišta, tj. određivanje kulture i klase svake pojedine katastarske čestice. Pravilnik o katastarskom klasiranju zemljišta (NN 16/81) određuje 9 katastarskih kultura u koje se svrstavaju katastarske čestice plodnog zemljišta, te definira vizualnu prezentaciju rezultata klasiranja u dokumentaciji za označavanje čestica pod navedenim kulturama na katastarskim planovima.

Nestanak primarno porezne svrhe ovih podataka upisnika vodi neredovitom održavanju podataka, te naposljetku i prestanku prikupljanja podataka klasiranja zemljišta, odnosno računanja katastarskog prihoda. Vođenje podataka o katastarskom prihodu prekinuto je 1. siječnja 2001. godini po tada važećem Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 128/99), čime je ukinut jedini element vrednovanja poljoprivrednog zemljišta u službenim upisnicima.

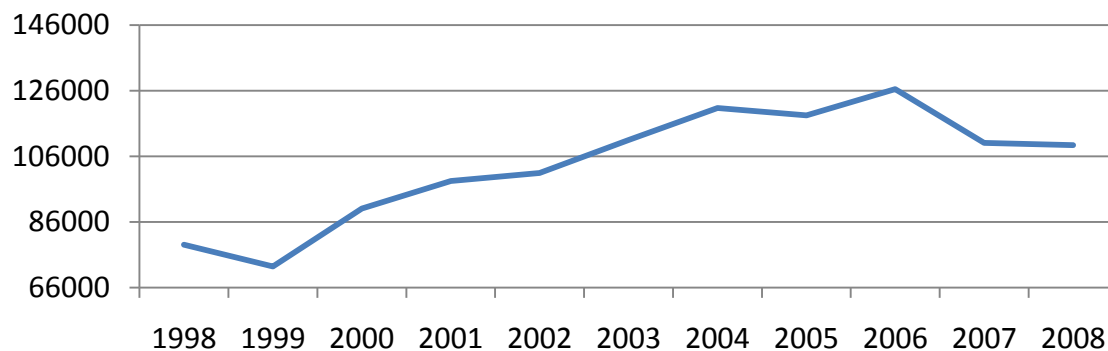
2.5.3. Stanje tržišta nekretnina u Hrvatskoj

Razvoj hrvatskog tržišta nekretnina počinje krajem 90-tih godina prošloga stoljeća, prelaskom velikog broja nekretnina u privatno vlasništvo. Uz prethodno navedeni nedostatak propisa vezanih uz metodologiju, neusklađenost u sustavima prostornih upisnika predstavlja sve veći problem domaćem tržištu nekretnina. Česti su slučajevi neusklađenosti katastarskih podataka sa zemljišnoknjižnim podacima (Roić i dr. 2008), što uz neriješene imovinsko pravne odnose, te spor postupak uknjižbe, predstavlja kočnicu daljnjem razvoju tržišta nekretnina.



Slika 12. Prosječne cijene prodanih novih stanova u kunama po godinama

Malo je statističkih podataka o hrvatskom tržištu nekretnina dostupno. Državni zavod za statistiku objavljuje tromjesečne podatke o broju i prosječno ostvarenim cijenama za novoizgrađene nekretnine (Slika 12, podaci preuzeti iz: Državni zavod za statistiku 2009). Porezna uprava posjeduje bazu podataka s podacima o provedenim transakcijama nekretninama (Slika 13) na osnovi kojih izrađuje tablične prikaze raspona tržišnih vrijednosti nekretnina za područje svake pojedine porezne ispostave, ali je koristi u svoje interne svrhe, odnosno ne objavljuje njihove podatke. Ne postoji mogućnost dobivanja dijela prikupljenih podataka za upotrebu metode tržišne usporedbe pri izradi stručnih elaborata, kao u većini europskih zemalja.



Slika 13. Broj provedenih kupoprodaja nekretnina u Hrvatskoj po godinama (URL 8)

Općenito, malo je znanstvenih radova o stanju tržišta nekretnina (Lovrinčević i Vizek 2008). Time je ostavljen veliki prostor medijima i agencijama za promet nekretnina koji utječu na percepciju potencijalnih kupaca, odnosno prodavatelja kroz objavljivanje podataka o domaćem tržištu nekretnina, zasnovano većinom na nereprezentativnom uzorku koji ne predstavlja dovoljno kvalitetno tržišne trendove (Čarapar 2007).

Geoinformacijski sustavi

Većina sustava masovnog vrednovanja nekretnina zasnovana je na nekoj vrsti geoinformacijskih sustava, komponente i značajke kojih su opisane u ovom poglavlju. Svrha je uvid u mogućnosti analize prostornih podataka geoinformacijskim sustavima, te primjena na analize prostornih podataka službenih upisnika nekretnina.

3. Geoinformacijski sustavi

Uz današnje stanje tehnologije, moderni sustavi masovnog vrednovanja nekretnina redom su zasnovani na prostornim podacima pohranjenima u nekoj vrsti geoinformacijskog sustava. To opravdava činjenica kako preko 80% svih raspoloživih informacija posjeduje neku prostornu komponentu (Østensen 2001) za analize i održavanje kojih je potrebno koristiti neku vrstu geoinformacijskog sustava. Bitna komponenta ovih sustava, prostorni podaci, georeferenciraju se različitim aplikacijama u koordinatni prostor. Dobro organizirani sustavi prostornih podataka omogućavaju optimalno korištenje sustava. Neprikladnim izborom i definicijom stupnja apstrakcije modela, modela podataka, pripadajućeg koordinatnog sustava, i puno ostalih čimbenika, može otežati ili čak potpuno onemogućiti kvalitetno pružanje informacija o prostornim resursima.

3.1. (Geo)prostorni podaci

Geoprostorni podaci oduvijek čine osnovu svakog sustava za procjenu nekretnina samim time što su nekretnine značajno određene svojim prostornim obilježjima (Yomralioglu i Nisanci 2004).

GIS pohranjuje, ažurira i analizira (geo)prostorne podatke. Geoprostorni podaci su informacije povezane s prostornim položajem, obično definiranim koordinatama, na Zemlji. Nekoliko je pojmova vezano uz prostorne podatke, ovisno o literaturi, u upotrebi: geoprostorni podaci (*engl. geospatial data*), prostorni podaci/informacije (*engl. spatial data/information*). U samome naslovu rada, s ciljem boljeg predstavljanja naslova širem krugu korisnika, upotrijebljen je izraz „geoprostorni podaci“ kako bi se dodatno naznačilo da se radi o geografski položajno određenim podacima, makar to implicira i ostatak naslova koji definira razmatranje analiza urbanih područja. U korištenoj literaturi se navedeni pojam nalazi i pod nazivima: geoprostorne informacije, prostorne informacije, geografske informacije, geoinformacije i slično. U praksi je najčešće u upotrebi pojam „prostorni podaci“, koji će i biti korišten u daljnjem tekstu.

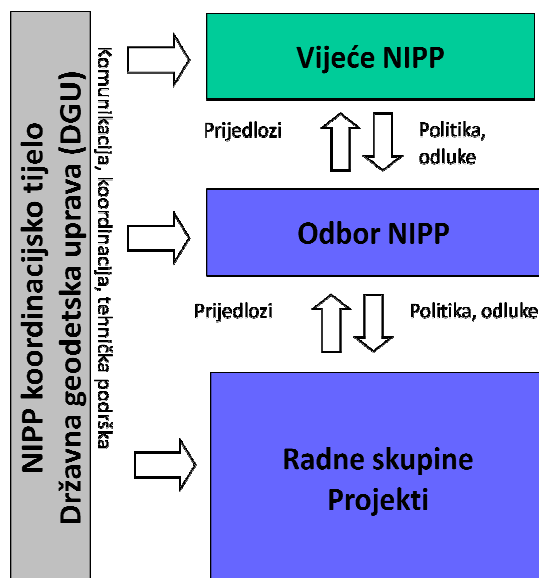
3.1.1. Infrastruktura prostornih podataka

Sustavi masovnog vrednovanja nekretnina uključuju korištenje podataka sustava zemljišne administracije, te su standardiziranost i harmoniziranost ovih podataka od ključne važnosti.

Uspostavu i upotrebu geoinformacijskih sustava uvelike olakšava dobro organizirana infrastruktura prostornih podataka (IPP) (*engl. Spatial Data Infrastructure – SDI*), kojom se definira sustav prostornih podataka, metapodataka, proizvođača, korisnika i pripadnih alata koji su međusobno povezani s ciljem jednostavne i učinkovite diseminacije i korištenja prostornih podataka na svim društvenim razinama (Cetl 2007). Postoji nekoliko inicijativa na globalnoj i europskoj razini koje se bave uspostavom IPP-a, a Hrvatskoj, kao zemlji u procesu pridruživanja Europskoj uniji, najvažnija je svakako INSPIRE inicijativa (*engl. Infrastructure for Spatial Information in Europe*), vizija koje je stvaranje ažuriranih i kvalitetnih skupova prostornih podataka i njihovo stavljanje na raspolaganje svim zainteresiranim korisnicima.

INSPIRE inicijativa donijela je INSPIRE direktivu koja služi kao okvir za uspostavu nacionalne infrastrukture prostornih podataka (NIPP) (*engl. National. Spatial Data*

Infrastructure – NSDI) unutar zemalja članica Europske unije. Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 16/07) definira osnovna načela, a u skladnosti je s INPIRE direktivom. Institucionalni okvir NIPP-a u Hrvatskoj (Slika 14) sadrži tijela koja omogućavaju ispunjenje uvjeta o otvorenosti i dinamici organizacije otvorena članstva, pružanju kapaciteta za koordinaciju unutar NIPP zajednice, te usklađenost svih aktivnosti s nacionalnim politikama i odlukama (DGU 2008).



Slika 14. Organizacija NIPP-a u Hrvatskoj (DGU 2008)

Akadska zajednica prepoznala je važnost uspostave sustava IPP-a, te u doktorskoj disertaciji Vlade Cetla: Analiza poboljšanja infrastrukture prostornih podataka, izrađenoj na Katedri za upravljanje prostornim informacijama Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, detaljno je analizirano postojeće stanje i dan prijedlog poboljšanja IPP-a, te analiza pripadajućih troškova i koristi (Cetl 2007). Radnja izlaže neupitne koristi od uspostave IPP-a, a daje i uvid u problematiku politike pristupa i diseminacije prostornih podataka.

3.1.1.1 Metapodaci

Metapodaci (engl. *metadata*), odnosno "podaci o podacima", predstavljaju skup atributa koji opisuju sadržaj, kvalitetu, dostupnost, pristup, uvjete i ostale karakteristike podataka (Cetl 2007), primjerice podatke o području prostiranja podataka, projekciji, kvaliteti podataka, godini izrade i sl. Uobičajeno je besplatno pretraživanje baze podataka metapodataka u svrhu pomoći pri potrazi i lociranju podataka, što i jest svrha metapodataka prve generacije IPP-a.

U Hrvatskoj, 2004. godine usvojena je norma ISO 19115 pod nazivom „HRN EN ISO 19115:2004 en Geoinformacije – Metapodaci“ (Cetl i Roić 2005) što omogućuje izradu jedinstvene dokumentacije o prostornim podacima.

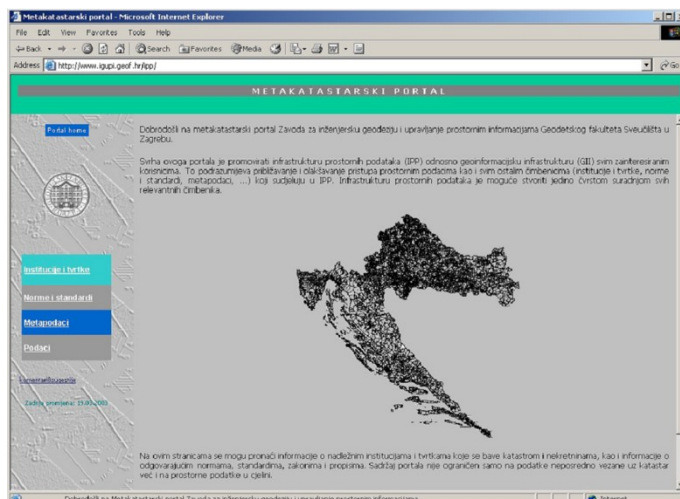
Bitan korak u osnivanju IPP-a je i web portal za pretraživanje kataloga prostornih metapodataka, pušten u testni rad sredinom 2009. Geoportala DGU-a (Slika 15), koji je još uvijek u testnoj fazi, osim pretraživanja metapodataka omogućava i pristup distribuiranim geoinformacijskim resursima, koji trenutno uključuju sljedeće WMS-ove: skanirani

katastarski plan, hrvatska osnovna karta, crno-bijeli digitalni ortofoto i digitalni ortofoto u boji (URL 10).



Slika 15. DGU geoportal (URL 10)

U poboljšanju IPP-a sudjeluje i akademski sektor, te je na tadašnjem Zavodu za inženjersku geodeziju i upravljanje prostornim informacijama geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, izrađen Metakatastarski portal, sa podacima o institucijama i tvrtkama koji se bave prostornim podacima, pripadajuće norme i standarde, te je kroz uspostavu web portala ispitana mogućnost primjene prethodno navedene norme ISO 19115, koja u doba nastanka portala još nije bila prihvaćena kao hrvatska norma. Prvotni metakatastarski portal (Slika 16), zamijenjen je metapodacima o skupu katastarskih podataka namijenjenih izvođenju nastave na preddiplomskom i diplomskom studiju Geodetskog fakulteta, usklađenim sa INSPIRE specifikacijama.



Slika 16. Metakatastarski portal (Cetl 2007)

3.1.1.2 Normizacija

Normizacija prostornih podataka usporedno se razvija na nekoliko nivoa: državnom, regionalnom i globalnom. Za normizaciju na državnom nivou u Hrvatskoj je nadležan Hrvatski zavod za norme – HZN (URL 11), a njegov Tehnički odbor „TO 211 Geoinformacije/Geomatika“ bavi se normizacijom prostornih informacija. Normizaciju na regionalnoj razini, u Europi obavlja Europsko povjerenstvo za normizaciju (*Comité Européen de Normalisation – CEN*). Važne institucije normizacije podataka u polju prostornih podataka na međunarodnom nivou su Tehnički odbor 211 Međunarodne organizacije za normizaciju (engl. *International Standardization Organization, Technical Committee 211*) i OGC (engl. *Open Geospatial Consortium*), međunarodna neprofitna udruga za standardizaciju u polju geoinformacija.

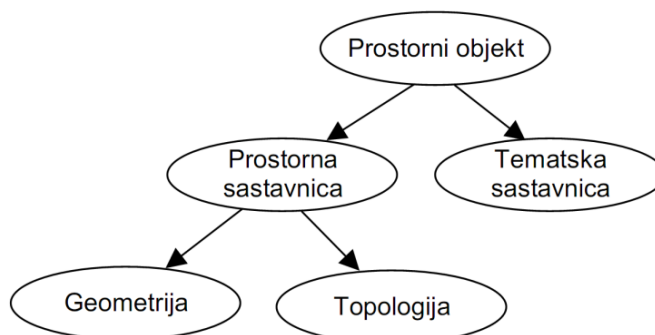
3.1.1.3 Interoperabilnost

Interoperabilnost je sposobnost informacijskih i komunikacijskih sustava i poslovnih procesa da podrže protok podataka i omoguće razmjenu informacija i znanja. U slučaju prostornih podataka to omogućava dijeljenje, a time i ponovnu upotrebu prostornih podataka. Interoperabilnost se mora osigurati na tehničkoj (norme i standardi za povezivanje računalnih sustava i servisa), semantičkoj (značenje podataka) i procesnoj razini (definiranje poslovnih ciljeva, modeliranje poslovnih procesa i ostvarivanje suradnje između različitih upravnih jedinica) (URL 9).

3.1.2. Vektorski modeli prostornih podataka

Svi prostorni podaci službenih upisnika nekretnina na kojima će se temeljiti analize u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina biti će modelirani u vektorskom obliku, koji i jest uobičajen u modeliranju katastarskih podataka. Sve složenije vrste podataka izvode se iz točke, koja je temeljni nosilac geometrijske informacije.

Vektorski model prostornih podataka sastoji se od svoje prostorne i opisne, odnosno tematske sastavnice (Slika 17). Prostornu sastavnicu ostvarujemo definiranjem geometrije podatka (koordinate točaka objekta u nekom referentnom sustavu) i topologije podatka (odnosi između točaka objekta, kojima definiramo njegov izgled). Spajanjem svih ovih sastavnica dobivamo potpuno određen prostorni objekt (Matijević 2004), kao rezultat apstrakcije objekta realnog svijeta uvedenim modelom podataka.



Slika 17. Struktura prostornog objekta (Matijević 2004)

Geometrija prostornih podataka određena je koordinatama karakterističnih točaka danima u nekom koordinatnom sustavu, te se svi geometrijski likovi i tijela mogu zapisati kao uređeni nizovi parova koordinata. Pritom je važna komponenta dimenzionalnost podataka. Katastarski podaci uobičajeno prikazuju podatke projekcijom koja preslikava prostorne podatke u pravokutni koordinatni sustav u ravnini, te govorimo o dvodimenzionalnim (2D) podacima. Ako svakoj točki dodijelimo visinu kao atributni podatak, a položaj točke je i dalje definiran njezinim 2D koordinatama u ravnini, dobiveni sustav nazivamo 2,5 dimenzionalnim (2,5d). Tek uvođenjem prostornih koordinata u pripadajućem koordinatnom sustavu možemo govoriti o 3D prostornim podacima. Daljnje uvođenje vremenske, tj. temporalne komponente u 3D prostorne podatke, dodaje dodatnu dimenziju u sustav, te se navedeni podaci u literaturi često nazivaju i 4d prostorni podaci, pri čemu svaki prostorni podatak ima vremenski određeno trajanje, odnosno valjanost.

Topologija je grana matematike koja se bavi proučavanjem prostornih svojstava koja ostaju nepromijenjena pri izobličavanju oblika primjenom topoloških transformacija. Prostorne analize primjenom GIS-a nemoguće je obaviti bez poznavanja topoloških odnosa. Ispitivanje topoloških relacija objekata metodama 4-presjeka i 9-presjeka opisano je u poglavlju 3.2.3, kao dio analiza prostornih podataka korištenjem baza prostornih podataka.

Općenito, tri su široko rasprostranjene vektorske reprezentacije prostornih podataka: špageti model (engl. *spaghetti model*), mrežni model (engl. *network model*) i topološki model (engl. *topological model*) (Rigaux i dr. 2002).

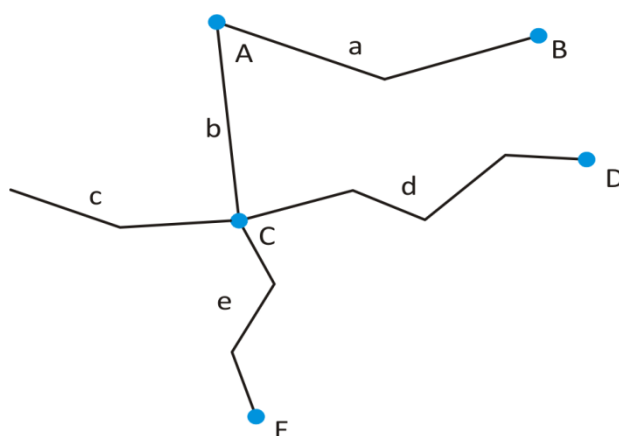
3.1.2.1 „Špageti“ model

U CAD sustavima, vektorski model podataka uobičajeno je implementiran u jednostavnom, „špageti“ modelu. Taj model je jednostavan skup točaka i linija, izrađen bez poštivanja topoloških pravila, odnosno zamjena je za analogno izrađivanje planova i karti, a većinom se koristi slojevima za prikazivanje tematike podataka. Sve navedeno onemogućava postizanje GIS funkcionalnosti korištenjem špageti modela vektorskih podataka, bez uvođenja prostornih analiza u svrhu ostvarenja topoloških zakonitosti.

3.1.2.2 Mrežni model

Mrežni model najbolje je prilagođen prezentaciji linijskih prostornih podataka, primjerice cesta i željezničkih pruga, a uvedene su topološke zakonitosti. Prije objašnjenja topoloških zakonitosti u ovom modelu, potrebno je definirati osnovne topološke pojmove. Točku, kao osnovnog nositelja geometrijskih informacija, nazivamo čvor (engl. *node*), a linije, izvedene povezivanjem čvorova, nazivamo bridovi (engl. *edge*). Pri tome je, topološki gledano, svejedno kojim oblikom su povezana dva čvora.

U mrežnom modelu koristi se i pojam lûk (engl. *arc*), koji se sastoji od linijskim elementima definiranih polilinija koje počinju i završavaju na čvoru (Slika 18 – čvorovi označeni velikim slovima, a lûkovi malim). Uvođenjem ovih jednostavnih topoloških zakonitosti, moguće je izvoditi mrežne analize na ostvarenom modelu podataka, primjerice analizu najkraćeg puta (engl. *shortest route*). Mrežni model se primjenjuje i u linearnim referentnim sustavima, te omogućava dodjeljivanje položaja određivanjem naziva dijela linearne mreže i udaljenosti od početnog ili završnog čvora.



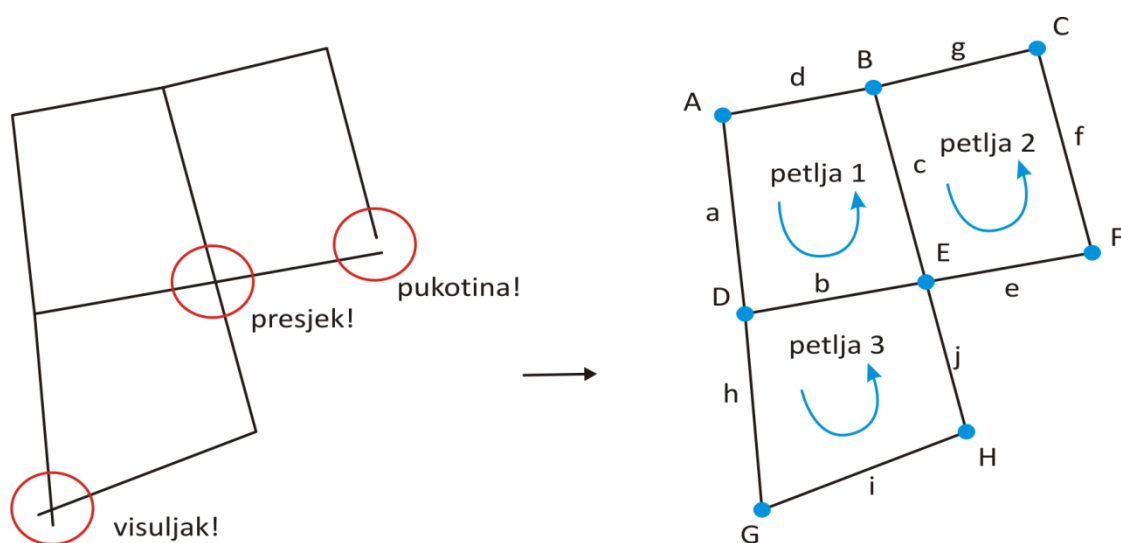
Slika 18. Primjer mrežnog modela vektorskih podataka

3.1.2.3 Topološki model

Topološki model možemo shvatiti kao mrežni model vektorskih prostornih podataka prilagođen planarnim mrežama, odnosno poligonima – površinama (petljama) čiji bridovi predstavljaju prostorne objekte u modelu. Ti objekti imaju definirane bridove na osnovi karakterističnih čvorova, te, ovisno o dimenzionalnosti podataka, zatvaraju određene površine ili volumene u prostoru projekcije.

Podaci modelirani na ovaj način pogodni su za računalno analiziranje topoloških svojstava (detaljnije u 3.2.3), a prostorni podaci moraju zadovoljavati topološke zakonitosti u svrhu zadovoljenja položajne konzistencije: na jednom mjestu u prostoru može postojati samo jedan čvor i brid, te se bridovi ne smiju križati bez čvora.

Prijelaz iz jednog u drugi model omogućen je automatskim ili polu-automatskim postupcima, podržanima od strane CAD, desktop GIS aplikacije ili prostorne baze podataka. Pri tome valja obratiti posebnu pozornost na način ispravljanja pogrešaka u topologiji, odnosno postavke maksimalnih dopuštenih odstupanja kod ispravljanja pukotina (engl. *gap*), visuljaka (engl. *dangle*) i ostvarivanja čvorova na presjecima linija (engl. *intersection*) (Slika 19). Iz slike je vidljivo kako je postavkama ispravljanja topologije potrebno ispravno prepoznati sve moguće situacije u kojima se direktnim prijelazom u topološki model pojavljuje kriva interpretacija podataka (nezatvoreni poligoni) ili njihova nekonzistencija (presjek dvaju bridova bez čvora).

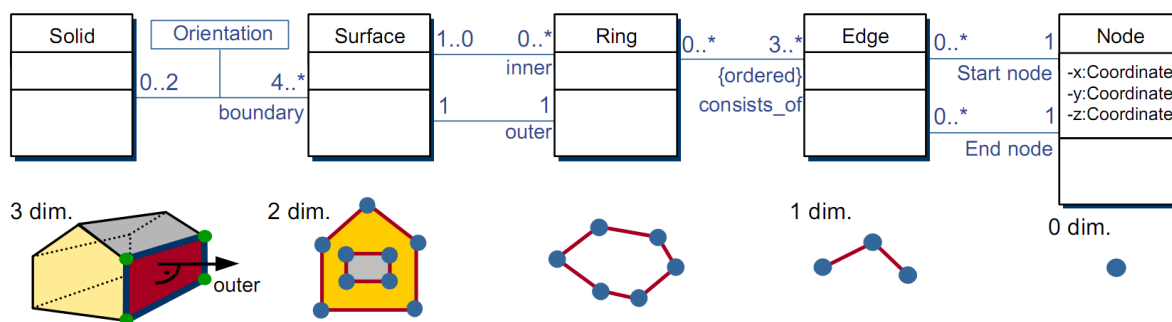


Slika 19. Prijelaz iz „špageti“ modela u topološki model

Ispravna interpretacija podataka, koja u „špageti“ modelu mora biti ručno obavljena od strane stručnjaka, uključuje kreiranje čvorova na krajevima svih linija špageti modela (A, B, C, E, F, G, H) i ostvarenje čvora na mjestu križanja dviju linija (E), čime je moguće odrediti bridove (označeni malim slovima na slici), te na osnovi bridova odrediti petlje (petlja 1: $\langle a, b, c, d \rangle$, petlja 2: $\langle c, e, f, g \rangle$, petlja 3: $\langle h, i, j, b \rangle$).

U najčešće korištenom topološkom modelu, modelu krilatog brida (engl. *winded edge*) (Matijević 2004), bridovi su temeljni nosioci podataka, te nose podatke o početnom i završnom čvoru, te prethodnom i sljedećem bridu susjednih petlji. U primjeru (Slika 19) su dani jednostavni poligoni koji mogu predstavljati katastarske čestice, a realizacija složenijih oblika, poligona s prazninama – relativno čestih u katastarskim podacima, omogućena je umetanjem petlje za poligon koji omeđuje prazninu. Pritom petlju koja definira prazninu obično razlikujemo po tome što je zatvorena bridovima poredanim u smjeru suprotnom od vanjske petlje.

Svi do sada navedeni podaci bili su definirani isključivo u ravnini, a najstroženija topološka jedinica je petlja. Analogno tome, u trodimenzionalnom prostoru moguće je jednostavno formirati 3D tijela, sastavljena od plošnih petlji (engl. *boundary representation – B-REP*), odnosno poliedara, definiranih u 3D koordinatnom sustavu uz zadržavanje postojeće topološke strukture. U ovakvom načinu, granice geometrijskog 3D tijela su potpuno definirane korištenjem najmanje 4 petlje. No, postavlja se pitanje provođenja topoloških analiza, odnosno prepoznavanja relacija tako dobivenih „šupljih“ 3D tijela kod kojih ne dolazi do preklapanja ili dodirivanja granica. Stoga, izrada podrške za pohranu pravih „punih“ (engl. *solid*) 3D tijela, pretpostavka je razvoja topoloških analiza na 3D podacima (Kolbe i Gröger 2003, Chen i dr. 2008) (Slika 20).

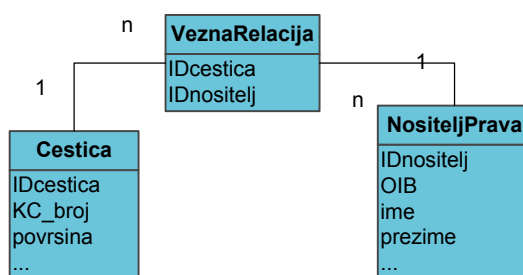


Slika 20. Kreiranje 3D tijela geometrijsko-topološkim modelom (Kolbe i Gröger 2003)

3.2. Prostorno relacijske baze podataka

Prostorno relacijske baze podataka glavni su podsustav GIS-a. Moderni GIS-evi koriste baze podataka kao alat za pohranu, pretraživanje i dijeljenje velike količine prostornih podataka, te su glavni pokretači razvoja prostornih baza podataka. U literaturi je korišten i naziv geoprostorne baze podataka (Galić 2006).

Ovisno o pristupima rukovanju podacima, sustave upravljanja bazama podataka možemo podijeliti na relacijske, objektno orijentirane i objektno-relacijske (osnove ovih pristupa detaljnije su opisane u poglavlju 3.2.1.). Relacijski pristup ima za prednost jednostavan model (Slika 21), ali upravo to ga čini neprikladnim u modeliranju složenih podataka, što prostorni podaci svakako jesu. Objektno orijentirani pristupi su prilagođeniji složenoj vrsti podataka, te podržavaju složeno strukturirane podatke, mehanizme nasljeđivanja i učahurivanja. Objektni sustavi za upravljanje bazama podataka prisutni su na tržištu preko 15-tak godina, te iako imaju performanse superiorne u odnosu na relacijske i hibridne modele, nisu našli široku primjenu u upravljanju prostornim podacima – zbog nepostojanja, za upravljanje prostornim podacima ključnih, specifičnih konstrukcija: prostorno pretraživanje i indeksiranje, te nepostojanje topološkog modela (Matijević 2004).



Slika 21. Primjer ostvarivanja veze u relacijskoj bazi podataka

Mnogo su učestaliji objektno-relacijski sustavi upravljanja bazama podataka koji imaju djelomično implementirane mogućnosti objektnih veza (detaljnije opisano u 3.2.1) – nasljeđivanje (Mađer 2009). Ostatak mogućnosti nadopunjuje se korištenjem uobičajenih veza, korištenih i u relacijskom modelu – „jedan na mnogo“ (engl. *one to many*), odnosno postupkom pohranjivanja stranog ključa (engl. *foreign key*) u svaku od podklasa.



U izradi rada koristiti će se baza podataka s objektno-relacijskim sustavom upravljanja podacima.

3.2.1. Definicije

Sustav za upravljanje (geo)prostornom bazom podataka - SUGBP (engl. Spatial Database Management System – SDBMS) (Galić 2006) je dodatni modul sustava sa upravljanje bazom podataka (engl. Database Management System – DBMS) koji se integrira u sustav i dodaje funkcionalnost za pohranu, ažuriranje i analiziranje prostornih podataka, koristeći pritom podržane operacije nad podacima, te specifična pravila za optimiranje upita.

Relacijski pristup pohranjuje podatke o entitetima koristeći relacije, koje uobičajeno zovemo tablicama, zbog prikazivanja relacije u aplikacijama kao tablice sa stupcima (koji definiraju atribute, odnosno imenovane stupce relacije), te redcima (n-torkama) koji predstavljaju zapis vrijednosti atributa za svaku pojedinačnu značajku pohranjenu u relaciji. Entitet je objekt realnog svijeta za kojeg prikupljamo podatke, a atribut njegovo svojstvo, koje može poprimiti sve vrijednosti unutar predefiniране domene atributa.

Postoji niz pravila i ograničenja koja osiguravaju konzistentnost podataka pohranjenih u relacijskim bazama podataka, čime se omogućuje korištenje jednoznačne relacijske algebre, odnosno izvođenje formalnih operacija nad relacijama. Osnovna svojstva relacije (Yeung i Hall 2007) jesu: sve vrijednosti unutar jednog atributa su istog tipa, redosljed atributa i n-torki je nebitan, ne smiju postojati dva ista imena atributa, te ne smiju postojati identične n-torke unutar relacije.

SQL (engl. *Structured Query Language*) je najrašireniji jezik za komunikaciju s relacijskim bazama podataka, a izvorno je razvijen od IBM-a.

Objektni pristup u modeliranje uvodi pojam klasa. Klasa je grupa stvari koje imaju iste atribute i ponašanje. Instanca klase je objekt, po čemu je pristup i nazvan. U bazama podataka s objektnim pristupom, kao i u objektno-orijentiranom programiranju, postoje veze podataka koje omogućavaju izgradnju hijerarhije i dozvoljava nasljeđivanje – „je“ (engl. *is a*) ili oblika „ima“ (engl. *has a*) koji dozvoljava agregaciju.

3.2.2. Apstraktni prostorni tipovi podataka

Tipiziranje podataka omogućava skup formalnih metoda provjere pri unosu i operacijama nad podacima. Baze podataka imaju definiran konačan broj jednostavnih tipova podataka. Ostvarenje novih kompleksnih tipova podataka omogućeno je u objektno-relacijskim bazama podrškom za izradu apstraktnih tipova podataka (engl. *Abstract Data Types – ADT*). Cilj implementacije tipova podataka je ostvarivanje njihovih funkcija izvršnim (Galić 2006).

Apstrakcija je jedan od osnovnih principa raščlanjivanja kompleksnosti uočavanjem osnovnih karakteristika objekata, na osnovi kojih ih možemo razlikovati od ostalih objekata. Kao što je i objašnjeno u prethodnih poglavljima, prostorni podaci su podaci kompleksnog tipa te ih je moguće rastaviti na prostornu i tematsku sastavnicu.

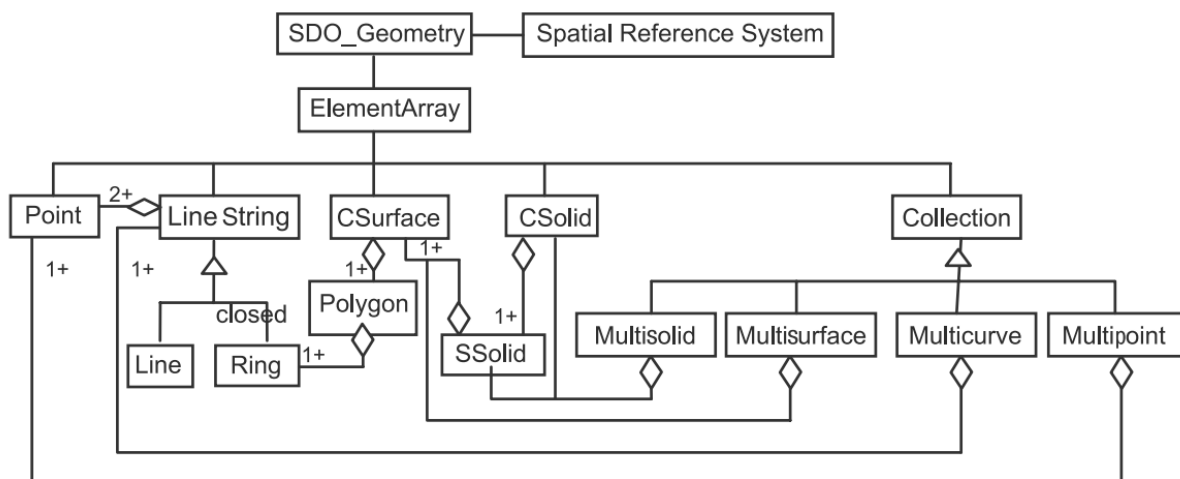
Naziv apstraktan tip podataka ovdje dolazi zbog toga što nije potrebno poznavati implementaciju kako bi se koristile funkcije podržane pojedinim tipom podatka, te je onemogućeno korištenje operacija neprimjerenih tipu podatka – što se naziva skrivanje

informacija (engl. *Information Hiding*). Skrivanjem strukture informacija od korisnika, te korištenjem samo definiranim funkcijama, omogućena je zaštita integriteta podataka.

Drugi važan koncept u definiranju korisničkog tipa podatka je učajurivanje (engl. *encapsulation*), čime je omogućena zamjena postojeće implementacije nekom drugom, bez utjecanja na upitni jezik. Učajurivanje se realizira razdvajanjem javnih i privatnih dijelova klase.

U prostorne baze podataka pojedini prostorni tipovi podataka i povezani prostorni operatori, odnosno funkcije, izvorno su ugrađeni (engl. *native*), a složenije vrste prostornih podataka moguće je dodati kao korisničke apstraktne tipove podataka. Naravno, za korištenje ovih tipova podataka potrebno je definirati i funkcije, te operacije nad njima.

Prostorni objekt, kao instanca prostornog tipa podatka, u pogledu dimenzionalnosti može poprimiti vrijednost nula (točka), jedan (linija), dva (poligon) ili tri (tijelo). Baze podataka pohranjuju sve podatke u binarnom obliku, te prostorni tip podatka mora osigurati mehanizme organizacije prostornih podataka za pohranu u sustavu baze podataka. Tako se, primjerice, u Oracle-u prostorni tipovi podataka mogu pohraniti u tip podatka `SDO_GEOMETRY` (Slika 22) za koji su detaljno definirani načini i zakonitosti formatiranja podataka, te opisivanja semantike.



Slika 22. Dijagram klasa `SDO_GEOMETRY` tipa podatka (Kothuri i dr. 2007)

Iz slike je vidljivo kako se svaki prostorni objekt razlaže na geometrijske podatke niže dimenzionalnosti, te se fizički zapisuje u obliku polja elemenata najmanje dimenzionalnosti – točaka. Svaki prostorni podatak zapisan u ovom formatu ima i podatak o referentnom koordinatnom sustavu i projekciji.

3.2.3. Analize prostornih podataka

Računalne analize prostornih podataka zahtijevaju neku vrstu matematičke kategorizacije mogućih odnosa između prostornih podataka. Istraživanja vezana za topološka načela i zakonitosti počinju 80-ih godina prošloga stoljeća, a zasnivaju se na dvije metode istraživanja mogućih odnosa prostornih objekata: model 4-presjeka, te noviji – model 9-presjeka.

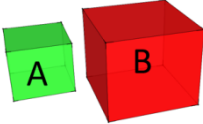
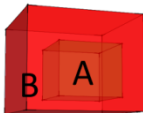
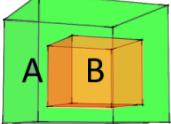
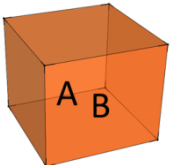
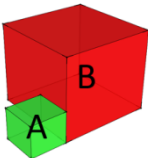
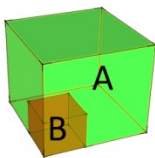
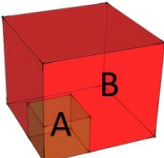
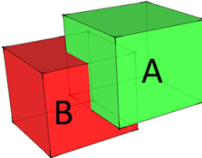
Model 4-presjeka razlaže prostorne odnose na odnose njihovih granica ($\delta A, \delta B$) (engl. *boundary*) i unutrašnjosti (A, B) (engl. *interior*), te binarno prikazuje njihove odnose, uzimajući u obzir sve kombinacije. Broj kombinacija dobiven ovim modelom iznosi 16 (2^4), što nije dovoljno za opisivanje svih mogućih odnosa dva prostorna objekta:

$$I_4(A, B) = \begin{pmatrix} A \cap B & A \cap \delta B \\ \delta A \cap B & \delta A \cap \delta B \end{pmatrix}$$

Model 9-presjeka, uz zadržavanje ispitivanja presjeka granica i unutrašnjosti prostornog objekta, unosi ispitivanje presjeka s komplementom prostornog objekta (A^-, B^-), odnosno svime onime što nije promatrani prostorni objekt. Presjek i ovdje razlikuje binarne vrijednosti presjeka: prazan (\emptyset) ili ne-prazan ($\neg\emptyset$), a može se prikazati 3 x 3 matricom:

$$I_9(A, B) = \begin{pmatrix} A \cap B & A \cap \delta B & A \cap B^- \\ \delta A \cap B & \delta A \cap \delta B & \delta A \cap B^- \\ A^- \cap B & A^- \cap \delta B & A^- \cap B^- \end{pmatrix}$$

Model omogućuje 512 (2^9) mogućih kombinacija, no nisu sve moguće, ovisno o tipovima i dimenzionalnosti prostornih podataka. Primjerice, osam je mogućih odnosa 3D tijela bez praznina (Slika 23).

 <p>A disjunktan B B disjunktan A</p> $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	 <p>B sadrži A A unutar B</p> $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	 <p>B unutar A A sadrži B</p> $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	 <p>A jednak B B jednak A</p> $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
 <p>A dodiruje B B dodiruje A</p> $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	 <p>A prekriva B B prekriven od A</p> $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	 <p>B prekriva A A prekriven od B</p> $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	 <p>A preklapa B B preklapa A</p> $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

Slika 23. Model 9-presjeka: relacije dvaju 3D tijela

Implementacija modela topoloških presjeka unutar baze prostornih podataka omogućuje upotrebu geometrijsko-topoloških funkcija: unutar udaljenosti (engl. *within distance*), sadržavanje (engl. *contain*), najbliži susjed (engl. *nearest neighbour*), udaljenost (engl.



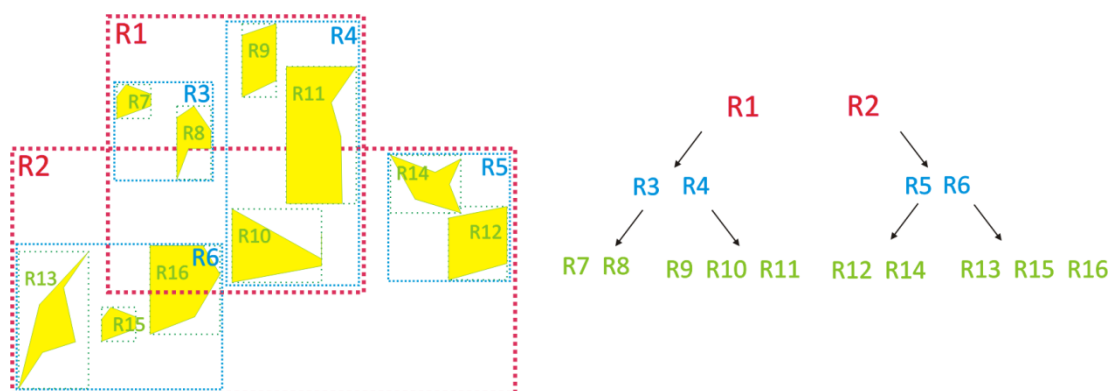
distance), koridor (engl. *buffer*), prekrivanje (engl. *overlay*), disjunktnost (engl. *disjoint*), dodirivanje (engl. *touch*), postoji li ikakva topološka povezanost (engl. *anyinteract*) itd.

OGC dijeli ove operatore u dvije kategorije: unarne (koje se izvršavaju na samo jednom objektu) i binarne (interakcija dva objekta), te predlaže 15 unarnih i 7 binarnih operatora za opis odnosa geometrijskih objekata, te 7 unarnih operatora za opis odnosa topoloških objekata. Broj binarnih operatora za opis topoloških objekata ovisi o formalnim definicijama, korištenima u detekciji odnosa. OGC-ove implementacijske specifikacije (OGC 1999) navode 9 metoda opisa odnosa 2D geometrijskih objekata, te 8 metoda za podršku prostornim analizama.

Iako većina prostornih baza podataka ima podršku za prostorne podatke s trodimenzionalnom geometrijom, i dalje većina ugrađenih prostornih operatora izvodi analizu uz zanemarivanje treće dimenzije. Tako primjerice, od svih prostornih operatora ugrađenih u trenutno aktualnu verziju Oracle baze (verzija 11.2.0.1.0) samo sljedeći uzimaju u obzir sve 3 dimenzije pohranjenih objekata (Oracle 2009):

- SDO_ANYINTERACT – provjerava postoji li ikakva topološka povezanost
- SDO_FILTER – koristi podatke prostornog indeksa kako bi odredio nalazi li se neki objekt u zadanom području
- SDO_INSIDE – provjerava postoje li prostorni podaci koji se nalaze unutar zadane geometrije
- SDO_NN – s pomoću podataka prostornog indeksa određuje najbliže susjedne podatke (engl. *nearest neighbour*) u odnosu na zadanu geometriju
- SDO_WITHIN_DISTANCE – provjerava postoje li objekti unutar zadane udaljenosti od zadane geometrije.

Izvođenje topološko-geometrijskih analiza bitno je ubrzano korištenjem primjerenog indeksa. Indeks služi za preslikavanje – linearizaciju višedimenzionalnih podataka u jednodimenzionalnu formu kako bi bilo moguće podatke fizički zapisati na diskovni uređaj. Klasični jednodimenzionalni indeksi, koji se mogu koristiti i za prostorne podatke, definirani su mnogim krivuljama za linearizaciju, od kojih su najpoznatije: redna krivulja, Hilbertova krivulja i Z krivulja. Od velikog broja istraženih prostornih indeksa, jedna od prvih, a i najpoznatija metoda je R-stablo (engl. *R-tree*), koje je naziv dobilo prema podjeli prostora u hijerarhijski ugniježdene, po mogućnosti preklapljene, minimalne obuhvatne pravokutnike (engl. *Minimum Bounding Rectangle – MBR*) koji se računaju i pohranjuju za svaki prostorni podatak indeksiran ovom metodom.



Slika 24. Organizacija prostornih podataka R-stablo hijerarhijom

Upotreba 3D prostornih indeksa u geoprostornim modelima neće bitno ubrzati izvođenje upita zbog činjenice da većina prostornih upita pokušava pronaći objekte primarno po njihovom položaju (y, x), te zbog bitno manjeg raspona modela u smjeru osi z , odnosno visinskom smislu (Arens 2003). Većina 3D prostornih indeksa kreirana je na osnovi 2D indeksa uz povećanje dimenzionalnosti. Primjerice, trodimenzionalna inačica R-stabla, 3D R-stablo, dijeli prostor u minimalne obuhvatne kvadre (engl. *Minimum Bounding Box - MBB*), a oktalno stablo (engl. *Octree*) dijeli prostor u osam kvadara – nasuprot podjeli prostora u četiri pravokutnika, kvartalnim stablom (engl. *Quadtree*).

3.3. Pregled istraživanja o modeliranju prostornih podataka

Prostorne podatke moguće je pohraniti u prostorno relacijske baze podataka na nekoliko načina. Ne vodeći računa o mogućnostima sustava upravljanja prostorno relacijskom bazom podataka moguće je neprikladnim izborom stupnja apstrakcije ili modela podataka usporediti sustav ili u potpunosti onemogućiti pojedine prostorne analize potrebne u daljnjem postupku vrednovanja nekretnina. U ovom potpoglavlju biti će dan pregled dosadašnjih istraživanja vezanih uz modeliranje prostornih podataka u svrhu izbora modela podataka, korištenog u praktičnom dijelu doktorske disertacije. Podaci korišteni u tu svrhu biti će u vektorskom obliku, te je i ovaj pregled ograničen na vektorski model podataka.

Nasuprot relativno kompliciranom topološko modelu, jednostavnost implementacije, brzina izvođenja i direktan pristup koordinatama prednost su čistim geometrijskim modelima, zasnovanima na geometrijskim tipovima podataka (detaljnije u poglavlju 3.2.2), podržanima u prostornim bazama podataka. U slučaju tipa prostornog podatka nepodržanog prostornom bazom podataka (primjerice, 3D geometrijskih tijela), kreiranje vlastitog tipa podataka za sobom povlači i kreiranje procedura i funkcija za izvođenje upita i prostornih analiza nad istima, te dodatno usporenje u slučaju korištenja proceduralnih jezika. Iako trenutno većina prostornih baza podataka podržava 3D prostorne podatke, pojedine ne podržavaju modeliranje 3D tijela kao nativni tip podataka, a i ako podržavaju, nije moguće koristiti sve ugrađene funkcije za prostorne analize uz uzimanje u obzir svih triju dimenzija (Tomić i dr. 2010).

Pri usporedbi izvođenja prostornih funkcija na modelu prostornih podataka zasnovanom na geometrijskom modelu, u 3D prostornom podatkovnom tipu napisanom u proceduralnom jeziku, u odnosu na geometriju ostvarenu topološkim modelom, vidljivo je brže izvođenje funkcija u topološkom modelu, podržanom kao tip podataka od strane prostorno relacijske

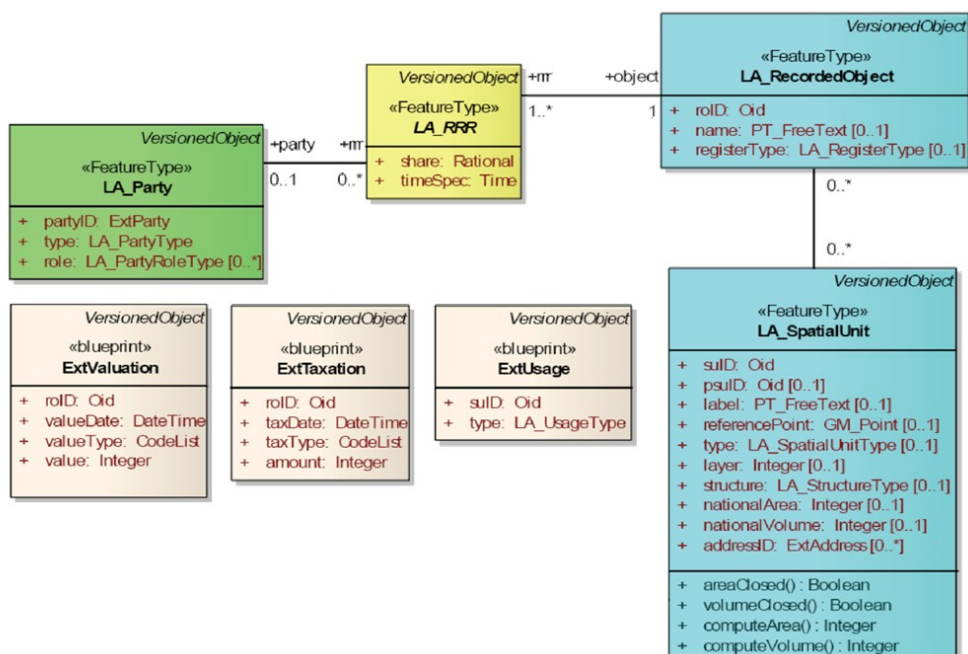
baze podataka (Chen i dr. 2008). Topološki model omogućuje minimalnu redundantnost podataka, te zadržavanje topoloških zakonitosti i konzistentnosti modela pri promjenama položaja pojedinih točaka modela, primjerice pri modeliranju promjena u katastarskim sustavima (Matijević 2006).

3.3.1. Model područja upravljanja zemljištem (LADM)

Podaci sustava zemljišne administracije, te prije svega katastarski podaci, kao važan dio ovih sustava, kompleksni su prostorni podaci te je njihovo modeliranje vrlo zahtjevan i opsežan zadatak. Otvaranje mogućnosti razmjene podataka između institucija u okviru ili van okvira jedne države, dovodi do potrebe opisa modela podataka katastra jednoznačnim jezikom. Razvoj modela jezgre katastarskog područja (engl. *Core Cadastral Domain Model*, CCDM) počinje 2002. godine, pojavom prve verzije modela. Nakon usklađenja s FIG-ovom publikacijom „Katastar 2014“, u kojoj su iznesene smjernice razvoja katastarskih sustava, te prezentiranja prostornih podataka modelima sukladnima ISO/TC211 objektnim klasama, FIG prihvaća „Moskovsku“ verziju modela iz 2006. godine, te je naziva: FIG Core Cadastral Domain Model (verzija 1.0) (Oosterom i Lemmen 2006).

Uslijed mogućeg krivog shvaćanja termina naziva, CCDM mijenja ime u „Model područja upravljanja zemljištem“ (engl. *Land Administration Domain Model – LADM*), obuhvaćajući u nazivu, uz prostornu komponentu, pravnu i upravnu stranu modela sustava. Trenutno je zadnja aktualna verzija specifikacija LADM-a 1.1, a promjene u odnosu na prethodnu verziju su usuglašenost sa ISO 19107 normom (prostorna shema geografskih informacija), iz koje preuzima objekte klase za reprezentaciju 2D i 3D objekata. Ovu verziju modela FIG je podnio ISO-u, te je tehnički odbor 211 (geografske informacije i geomatika) započeo razvoj norme 19152 (geografske informacije – LADM).

Samu jezgru modela čini veza osobe i objekta (pokretnine ili nekretnine), realizirana putem RRR (skraćeno od engl. *Right, Restriction, Responsibility* – pravo, ograničenje, obaveza) objektna klase. Slika 25 prikazuje veze jezgre modela iz koje je vidljivo da nema direktne veze između osobe i objekta upisa. Jednoznačni identifikatori nekretnina: `suID` i `roID`, definirani modelom, koriste se i za ostale predviđene vanjske klase podataka procjena, poreza i načina korištenja (na slici sivo, klase: `ExtValuation`, `ExtTaxation` i `ExtUsage`).



Slika 25. Dijagram klasa jezgre LADM-a (ISO 2008)

3.3.2. 3D modeli topografskih podataka

U modelima topografskih podataka, uz podatke digitalnog modela reljefa (engl. *Digital Elevation Model – DEM*), koji su u vektorskom obliku predstavljeni najčešće kao nepravilna mreža trokuta (engl. *Triangulated Irregular Network - TIN*), potrebno je modelirati i zgrade i druge građevine. Geometriju tih objekata moguće je, ovisno o namjeni modela, trodimenzionalno modelirati korištenjem nekoliko metoda: konstrukcijom na osnovi jednostavnih 3D geometrijskih tijela (engl. *Constructive Solid Geometry – CSG*), predstave granica objekta jednostavnim CAD elementima, rastavljanjem na tetraedre, te rastavljanjem na poliedre.

Topološki model s integriranom tematikom – 3D FDS (engl. *Formal Data Structure*) (Molenaar 1992), koristi najviše topoloških elemenata za formiranje 3D tijela. Prikaz poliedrima koristi se u topološkim modelu nazvanom „Pojednostavljeni prostorni model“ (engl. *Simplified Spatial Model – SSM*) (Zlatanova 2000), a namijenjen je prvenstveno web orijentiranim aplikacijama, te vizualizaciji. Urbani prostorni model (engl. *Urban Data Model – UDM*) sve plohe od kojih je sastavljen 3D objekt rastavlja na mrežu 3D trokuta (Coors 2003).

Iako je rastavljanje trodimenzionalnih prostornih podataka u poliedre jednostavnije od prikaza tetraedrima, modeli zasnovani na nepravilnim mrežama tetraedara (engl. *Tetrahedral Network – TEN*), najjednostavnijim trodimenzionalnim tijelima, omogućavaju jednostavnije mehanizme provjere valjanosti objekata (Peninga 2008, Ledoux i Meijers 2009).

Izvedba i djelovanje sustava

U ovom dijelu rada detaljno je opisano modeliranje prostornih podataka testnog područja, te uspostava procedura automatskog izračuna vrijednosti čimbenika vrednovanja.

4. Analiza stanja prostornih podataka

Analiza stanja postojećih prostornih podataka dat će uvid u modele postojećih podataka, te olakšati izbor prikladnog modela za pohranu podataka za potrebe daljnjih analiza na primjeru dijela grada Zagreba. Pritom izabrani model mora biti primjenjiv i u ostalim velikim gradovima, odnosno gradovima.

Analiza će obuhvatiti sve relevantne izvore podataka o prostoru vođene na državnoj razini, kojima je moguće iskazati objektivne karakteristike nekretnina. Najveću ulogu tu svakako imaju podaci sustava zemljišne administracije i prostornog uređenja, koji su ujedno i najkompleksniji podaci.

4.1. Podaci sustava zemljišne administracije

Područja velikih gradova odlikuje relativno velika aktivnost u tržištu nekretnina, stoga je ažurnost i transparentnost sustava zemljišne administracije posebno važna u funkcioniranju kompletnog sustava dinamičke brige o prostoru. Projekt sređivanja zemljišnih knjiga i katastra (engl. *Real Property Registration and Cadastre Project – RPRCP*) pokrenut je 2006. godine, a glavni cilj projekta je ubrzati registraciju nekretnina i vlasničkih prava na nekretninama.

Podatke sustava zemljišne administracije sačinjavaju katastarski i zemljišnoknjižni podaci, a temelj sustava je građansko pravo. Katastarski podaci obuhvaćaju podatke o katastarskim česticama, te zgradama i drugim građevinama. Sadržaj ovog upisnika reguliran je Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 16/07). Pravno stanje nekretnina vodi se u zemljišnim knjigama. Zemljišnoknjižna prava i postupci za upis prava uređena su Zakonom o zemljišnim knjigama (NN 91/96). Vođenje podataka ovih upisnika u digitalnom obliku omogućuje ujedinjavanje podataka u, zakonom o zemljišnim knjigama definiranom, zajedničku bazu zemljišnih podataka kroz uspostavu Zajedničkog informacijskog sustava zemljišnih knjiga i katastra. U postupku uspostave tog sustava potrebno je riješiti usklađenost katastarskih čestica sa zemljišnoknjižnim podacima, te razliku između stanja registara i stvarnog stanja na terenu, koja je još uvijek relativno čest slučaj (Roić i dr. 2008).

4.1.1. Trenutno stanje katastarskih podataka u Hrvatskoj

U Hrvatskoj je više od 70 % listova katastarskih planova koji su nastali grafičkom izmjerom u doba Austrougarske. Velik broj tih listova neažuran je, te je potrebno obnavljanje katastarskog operata – reambulacija ili nova katastarska izmjera. Od postojećih 3327 katastarskih općina, prema trenutno dostupnim podacima, za njih 150 traje ili je završena nova katastarska izmjera (Pahić i Magdić 2006).

Iako za većinu velikih gradova postoje podaci katastarskih planova u digitalnom obliku, postupak još nije završen za područje cijele države. Nepravovremeno usvajanje standarda uzrok je različitim pristupima i modelima podataka u postupku skeniranja i vektorizacije katastarskih planova (Roić i dr. 2002).



4.1.1.1 Model podataka

Model podataka je svakako osnova svakog katastarskog sustava, a bitno određuje i tehniku održavanja podataka. Analogno održavanje podataka katastarskog plana, odnosno kasnije održavanje digitalnog katastarskog plana (DKP) u vektorskom „spaghetti” modelu uz pomoć CAD alata, ne dopušta uvođenje automatiziranih formalnih metoda provjera i analiza integriteta podataka pri održavanju podataka. Iako je katastarske podatke, odnosno prvenstveno njihov tematski dio, moguće pohraniti u relacijske baze podataka, prirodnije ih je pohraniti u objektno orijentiranom modelu (detaljnije u poglavlju 3.2).

Trenutno važeći privremeni model podataka Katastra nekretnina propisan je Specifikacijama za vektorizaciju katastarskih planova (DGU 2007). Njime je i dalje propisano pohranjivanje tehničkog dijela katastarskog operata u vektorskim CAD razmjenskom formatu – .dxf-u, te atributnih podataka u tabličnom obliku. Specifikacije DGU definiraju izgled, tipove i hijerarhiju osnovnih grafičkih elemenata u DKP-u, te formatiranje tematskih podataka. Ovakvo standardiziran sadržaj DKP-a pogodan je za jednoznačno prevođenje u prostorne baze podataka, te uspostavu pripadajućih postupaka održavanja podataka.

Prethodno spomenuto nepravovremeno usvajanje standarda uzrok je razvoju drugačijeg modela podataka u Gradskom uredu za katastar i geodetske poslove grada Zagreba, u čijoj nadležnosti je katastarska općina Centar u Zagrebu, čiji katastarski podaci su korišteni u praktičnom dijelu rada.

4.2. Podaci registra prostornih jedinica

Registar prostornih jedinica (RPJ) evidencija je u kojoj se vode i održavaju podaci o prostornim jedinicama sukladno Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 16/07) i Pravilnikom o registru prostornih jedinica (NN 37/08). Registar se sastoji od središnjeg registra, kojeg vodi Središnji ured DGU-a, te područnih registara, koje vode područni uredi za katastar.

U RPJ-u vode se podaci o prostornim jedinicama: državi, županijama i gradu Zagrebu, gradovima, općinama, naseljima, dostavnim područjima poštanskih ureda, jedinicama mjesne samouprave, zaštićenim i šticećenim područjima, katastarskim općinama, statističkim krugovima, popisnim krugovima, ulicama i trgovima, i zgradama s pripadajućim kućnim brojevima (NN 37/08). Izvod iz grafičke baze registra prostornih jedinica moguće je dobiti u digitalnom ili analognom obliku. Podaci su fizički pohranjeni u .dwg datotekama, sadržaj kojih je strukturiran po slojevima (URL 14).

4.3. Topografski podaci

Sukladno Pravilniku o topografskoj izmjeri i izradbi državnih karata (NN 109/08), topografske i kartografske baze podataka izrađuju se na osnovi temeljne topografske baze dobivene iz podataka fotogrametrijske restitucije aerofotogrametrijskih snimaka, topološki obrađenih kako bi zadovoljile CROTIS specifikacije.

Iz navedene temeljne topografske baze računalnom obradom izvode se konačni proizvodi, od kojih su za masovno vrednovanje nekretnina najpogodniji:

- Digitalni model reljefa – DMR



- Digitalni model visina – DMV
- Hrvatska osnovna karta – HOK.

Iako bi za potrebe masovnog vrednovanja bili najpogodniji podaci dijela temeljne topografske baze, posebice visine zgrada i drugih građevina, te klasifikacije građevina i zemljišnog pokrova, zasada ne postoji mogućnost kupnje ovih podataka, odnosno njihova cijena nije određena Pravilnikom o određivanju stvarnih troškova uporabe podataka državne izmjere i katastra nekretnina (NN 19/03), odnosno dokumentacije državne izmjere i katastra nekretnina (NN 75/09).

4.4. Podaci prostornog uređenja

Prostorno uređenje u Republici Hrvatskoj te njegov ustroj, ciljeve i strukturu određuje Zakon o prostornom uređenju i gradnji. Osnovni cilj prostornog uređenja je ostvarenje ravnomjernog prostornog razvoja, usklađenog s gospodarskim, društvenim i okolišnim polazištima (NN 76/07). Za potrebe praćenja stanja u prostoru, izrade i praćenja provedbe dokumenata prostornog uređenja, te drugih dokumenata, tijela državne uprave i druga upravna tijela nadležna za poslove prostornog uređenja vode dokumentaciju prostora. Osnovni dokumenti prostornog uređenja su:

- Državna razina:
 - Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske
 - Program prostornog uređenja Republike Hrvatske
- Regionalna razina:
 - Prostorni plan županije
 - Prostorni plan Grada Zagreba
 - Prostorni plan područja posebnih obilježja
- Lokalna razina:
 - Prostorni plan uređenja velikoga grada, grada ili općine (PPUO/G)
 - Urbanistički plan uređenja (UPU)
 - Detaljni plan uređenja (DPU)

Prethodni zakon o prostornom uređenju definirao je prostorni plan uređenja na lokalnoj razini kao Generalni urbanistički plan (GUP), koji je novim zakonom ukinut. Trenutno važeći GUP-ovi, doneseni na osnovi prethodnog zakona o prostornom uređenju, ostaju na snazi najdulje deset godina od dana stupanja na snagu novog zakona.

GUP Grada Zagreba sastoji se od tekstualnog i grafičkog dijela. Za potrebe izrade praktičnog dijela disertacije, razmotriti će se modeliranje grafičkog dijela GUP-a Grada Zagreba za područje katastarske općine Centar. U prostornu bazu podataka pohraniti će se prostorni podaci o korištenju i namjeni prostora, te pripadajućim pravilima.

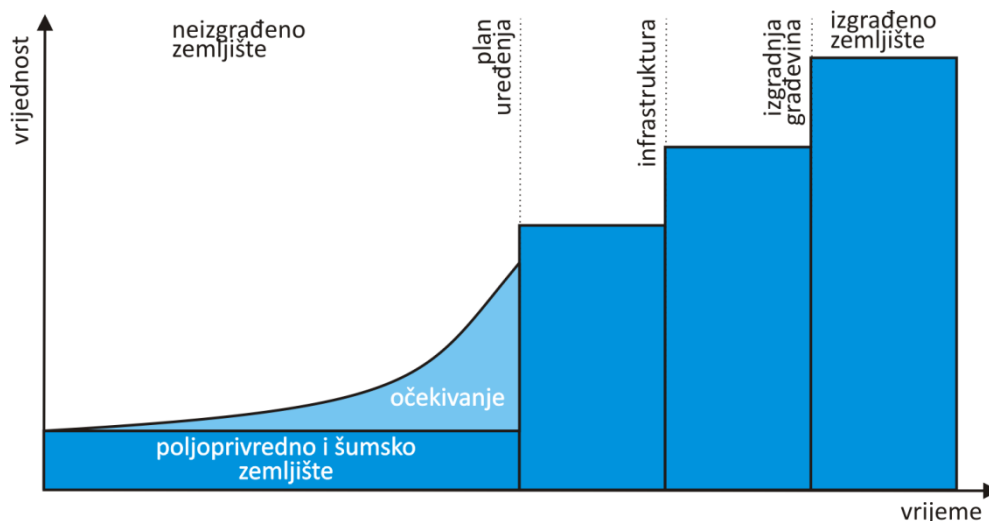
Grafički podaci dokumenata prostornog uređenja izrađuju se u vektorskom obliku, CAD alatima, a formatiranje i struktura takvog crteža podređena je ispisu u analogni oblik. Podaci su uobičajeno dostupni putem Interneta u .pdf formatu, koji služi kao zamjena za analogni ispisani dokument. Pohranjivanje grafičkih podataka dokumenata prostornog uređenja strukturiranih na ovaj način u GIS-eve zasnovane na WMS-u nosi dodatne troškove vezane uz obradu podataka, te samo pojedini veliki gradovi imaju sadržaj ovih dokumenata integriran u gradski GIS dostupan Internetom (Slika 26).



Slika 26. Internet GIS Grada Zagreba (URL 15)

4.4.1. Korištenje i namjena prostora

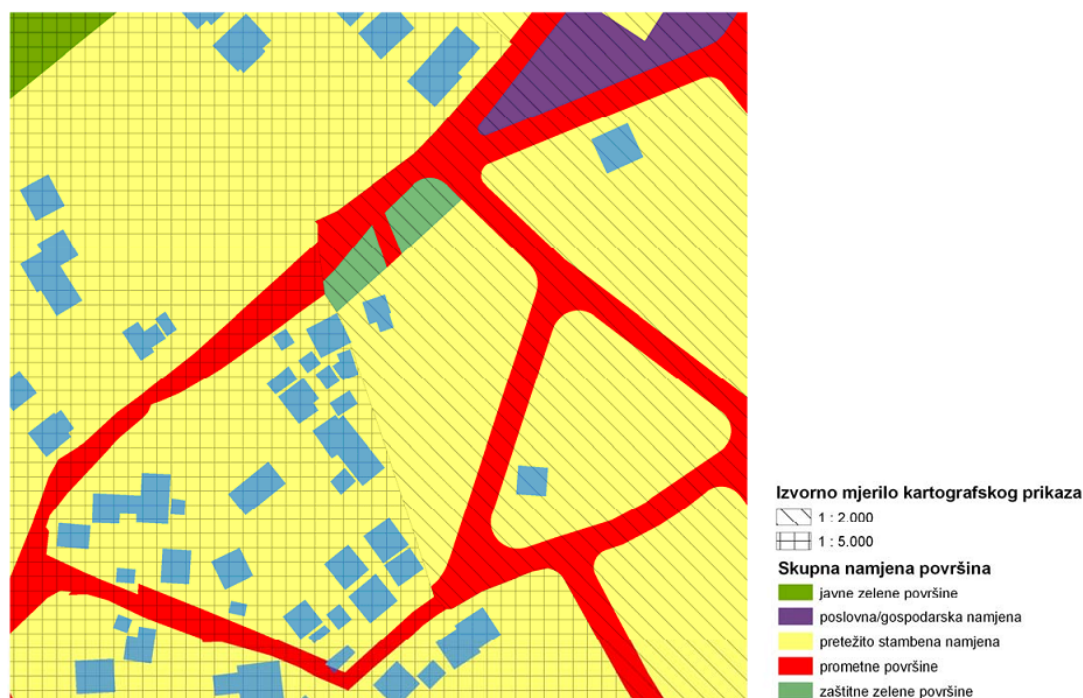
Najuobičajeniji zajednički oblici korištenja zemljišta su podjela na zone, planska kontrola građenja, odredbe o gradnji i kontrola razvoja (Jukić 2000). Podjela na zone postavlja nacrt zajednice u okruge i zone u kojima su određene aktivnosti dozvoljene a druge zabranjene. Definiraju se atributi kao što su veličina, tip i mjesto gradnje na pojedinoj građevinskoj čestici. Ovi standardi su nedvosmisleno određeni tekstem o zonskoj regulaciji i pripadajućim kartama koje određuju granice pojedinih zona, o kojima uvelike ovisi i vrijednost nekretnina (Slika 27).



Slika 27. Ovisnost vrijednosti zemljišta o namjeni prostora (Kalbro 2000)

Izrada cjelovitog i jednoznačnog modela podataka dokumenata prostornog uređenja za cijelo administrativno područje velikoga grada obuhvaća zadatak ujedinjavanja podataka o planiranoj namjeni i uvjetima iz različitih razina dokumenata prostornog uređenja, te ujedinjavanja horizontalno podijeljenih (prema listovima karata i planova) dokumenata prostornog uređenja. Potrebno je uskladiti i nazive namjena sa standardiziranim nazivima za

namjenu i skupnu namjenu prostora, te razriješiti neusklađenosti koje se pojavljuju u postupku integracije podataka različitih mjerila (Slika 28).



Slika 28. Neusklađenosti namjena iz planova različitih mjerila (Šiško 2009)

Poseban zadatak u integraciji dokumenata prostornog uređenja je i izrada pripadajućih metapodataka, kojima je omogućeno dobivanje cjelovitije informacije o prostoru, primjerice podataka o izvornom mjerilu kartografskog prikaza, potpunom nazivu i datumu donošenja dokumenta prostornog uređenja, izrađivaču dokumenta prostornog uređenja, itd.

4.5. Statistički podaci

Službene statističke podatke na državnoj razini prikuplja, obrađuje i objavljuje Državni zavod za statistiku. Godišnjim programom publiciranja može se dobiti uvid u predviđena vremena objavljivanja pojedinih publikacija. Sve publikacije javno su dostupne, a moguće ih je u digitalnom obliku preuzeti sa web stranica Državnog zavoda za statistiku (URL 13).

No, podaci dostupni putem interneta nemaju jednoznačno definirane identifikatore prostornih jedinica sukladne registru prostornih jedinica. Model podataka nije primjeren izradi analiza na temelju većeg broja statističkih informacija, te ih je potrebno ručno strukturirati. Iz izvješća pilot projekta Gradskog ureda za strategijsko planiranje i razvoja grada: „Donji grad – georeferencirana statistika“ (Šiško 2009), vidljiv je problem interoperabilnosti pri upotrebi postojećih statističkih podataka u svrhu integracije u sustav strategijskog planiranja grada.

4.6. Podaci Porezne uprave

Prilikom svake kupoprodaje nekretnine Porezna uprava, sukladno Zakonu o porezu na promet nekretnina, u svrhu utvrđivanja iznosa poreza na promet nekretnina utvrđuje tržišnu vrijednost predmetne nekretnine (NN 69/97). U pravilu, ova vrijednost se određuje na osnovi isprava o stjecanju, no Porezna uprava može izraditi i vlastitu procjenu ako ocijeni kako u ispravama o



stjecanju iskazana vrijednost nekretnine nije realna tržišna vrijednost. Podaci o provedenim kupoprodajama analiziraju se i koriste samo u interne svrhe, a objavljuju se samo sumarni izvještaji.

Izvedba i djelovanje sustava

U ovom dijelu rada detaljno je opisano modeliranje prostornih podataka testnog područja, te uspostava procedura automatskog izračuna vrijednosti čimbenika vrednovanja.

5. Izvedba i djelovanje testnog sustava

U svrhu ispitivanja mogućnosti automatskog izračuna čimbenika masovnog vrednovanja nekretnina izrađen je testni sustav zasnovan na prostornim podacima za područje katastarske općine Centar u Zagrebu. Za navedeno područje prikupljeni su podaci službenih upisnika podataka o prostoru, koji su modelirani u prostornoj bazi podataka.

Prikupljeni podaci obuhvaćaju prostorne podatke pod nadležnošću Državne geodetske uprave, odnosno Gradskog ureda za katastar i geodetske poslove Grada Zagreba:

- Digitalni katastarski plan – DKP
- Hrvatska osnovna karta – HOK
- podaci o ulicama i kućnim brojevima (područnog registra prostornih jedinica).

Osim navedenih, korišteni su i podaci pod nadležnošću Gradskog ureda za prostorno planiranje i razvoj grada:

- grafički dio GUP-a Grada Zagreba – korištenje i namjena prostora.

U sljedećim poglavljima detaljno će biti opisana izrada modela te testna implementacija navedenih prostornih podataka, te uspostava pripadajućih analiza i procedura za vrednovanje pojedinih čimbenika.

5.1. Modeliranje prostornih podataka

Podaci su za potrebe implementacije testnog sustava pohranjeni u Oracle relacijsku bazu podataka, verziju 11.1.0.6. Geometrija je pohranjena u SDO_GEOMETRY tipu podatka podržanom Oracle Spatial-om, komponentom Oracle baze podataka za pohranu, analiziranje i ažuriranje prostornih podataka. Prostorne analize izvođene su upotrebom unaprijed definiranih geometrijsko-topoloških funkcija. Procedure i funkcije potrebne za modeliranje i analizu čimbenika izrađene su u Oracle-ovom proceduralnom upitnom jeziku PL/SQL (engl. *Procedural Language/Structured Query Language*).

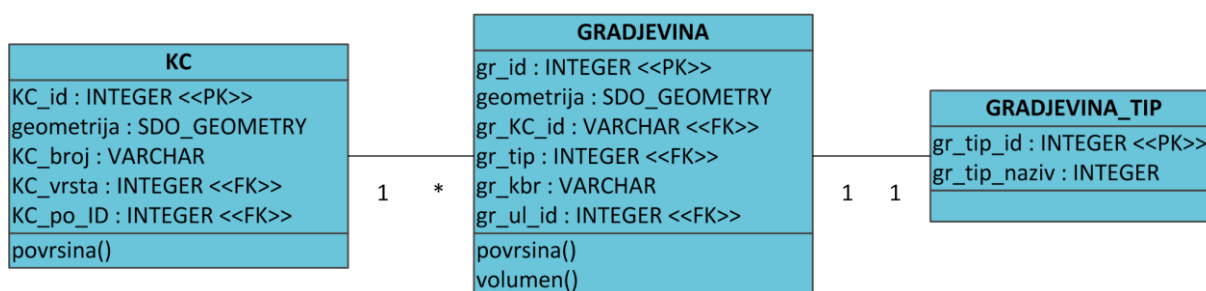
5.1.1. Modeliranje podataka digitalnog katastarskog plana

Podatke digitalnog katastarskog plana za potrebe analize individualnih karakteristika nekretnina potrebno je trodimenzionalno modelirati, odnosno dvodimenzionalnim granicama protezanja stvarnih prava na neki način pridružiti podatke o njihovoj trećoj dimenziji. Izrada navedenog modela sa stvarnim podacima skup je i dugotrajan proces, ali neophodan za kvalitetnije upravljanje prostorom. U urbanim područjima, zbog relativno visoke cijene zemljišta, veliki je broj 3D slučajeva u kojima postojeći sustav registracije ne dopušta modeliranje podataka na jednoznačan način. Naravno, za pokretanje rješavanja ovog problema potrebno je imati učinkovit i ažuran 2D upisnik podataka o nekretninama.

Od područja zatvorenih linijskim elementima na sloju međnih linija DKP-a, unutar kojih je upisan broj katastarske čestice, modelirani su 2D poligoni koji su pogodni za unos u prostornu bazu podataka. Podaci o katastarskim česticama pohranjeni su u relaciji KC (Slika 29), sa stupcem tipa SDO_GEOMETRY za opis geometrije objekta. Na stupcu geometrija koji sadrži geometriju uspostavljen je 2D r-tree prostorni indeks – KC_idx. Vezu između razjedinjenih 2D podataka katastarske čestice i 3D podataka građevina koji pripadaju

zemljištu čestice i čine nekretninu može se ostvariti prostornim upitom, uz zanemarivanje treće dimenzije.

Građevine, odnosno digitalni model objekata – DMO, pohranjene su u relaciji GRADJEVINA (Slika 29), sa stupcem nazvanim `geometrija`, tipa `SDO_GEOMETRY`, u koji su pohranjena 3D tijela koja zatvaraju građevine. 3D tijela izrađena su na osnovi tlocrtnih podataka o građevinama DKP-a, a za podatak o visini uzeta je visina najbliže točke digitalnog modela reljefa (cijela tlocrtna površina građevine postavljena je na istu visinu zbog jednostavnijeg modeliranja u prostornoj bazi). U relaciju GRADJEVINA su dodani i podaci o katastarskoj čestici na kojoj se građevina nalazi (`gr_KC_id`) i tipu građevine (`gr_tip`), te su sve građevine numerirane i dodijeljen im je jedinstveni identifikator (`gr_id`).



Slika 29. Veza relacija KC i GRADJEVINA

5.1.1.1 Izrada digitalnog modela objekata

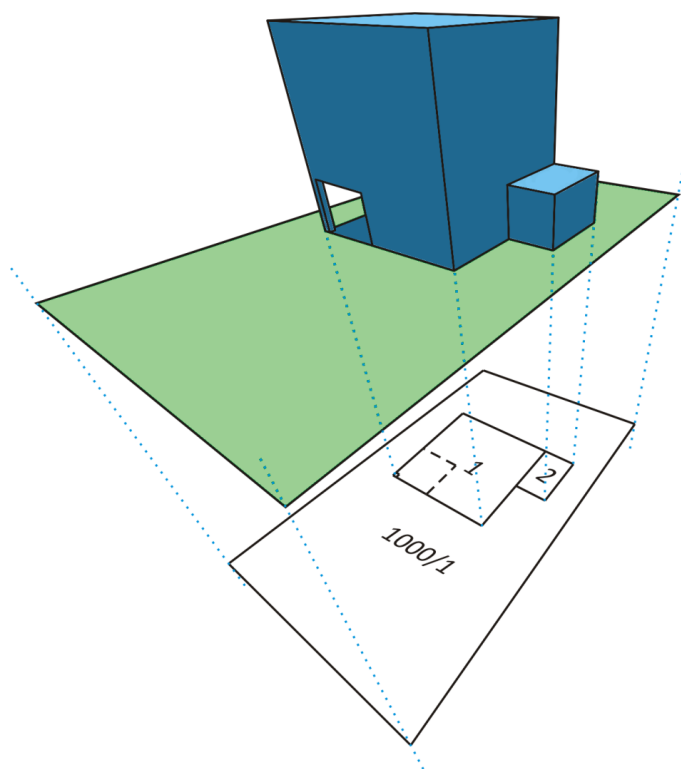
Preuzeti podaci DKP-a pohranjuju objekte, odnosno zgrade i druge građevine prema modelu izrađenome u ARC/Info sustavu (Tablica 6) za potrebe Gradskog ureda za katastar Grada Zagreba. Postojeći model nije u skladu s važećim specifikacijama DGU-a za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju sa CAD/GIS softverima, te je u tijeku projekt standardizacije.

Tablica 6. Tipovi zgrada (ZG_K_TIP) u modelu podataka GUKGZ

Šifra	Opis
1	Stambena, poslovna, javna
2	Gospodarska, industrijska, radionica
3	Poluotvoreni objekt (nadstrešnica)
4	Objekt u izgradnji (temelj)
5	Ruševina
6	Sakralni objekt
7	Pomoćni objekt bez temelja (kiosk)
8	Podzemni – nedefinirani (osim pothodnika i tunela)

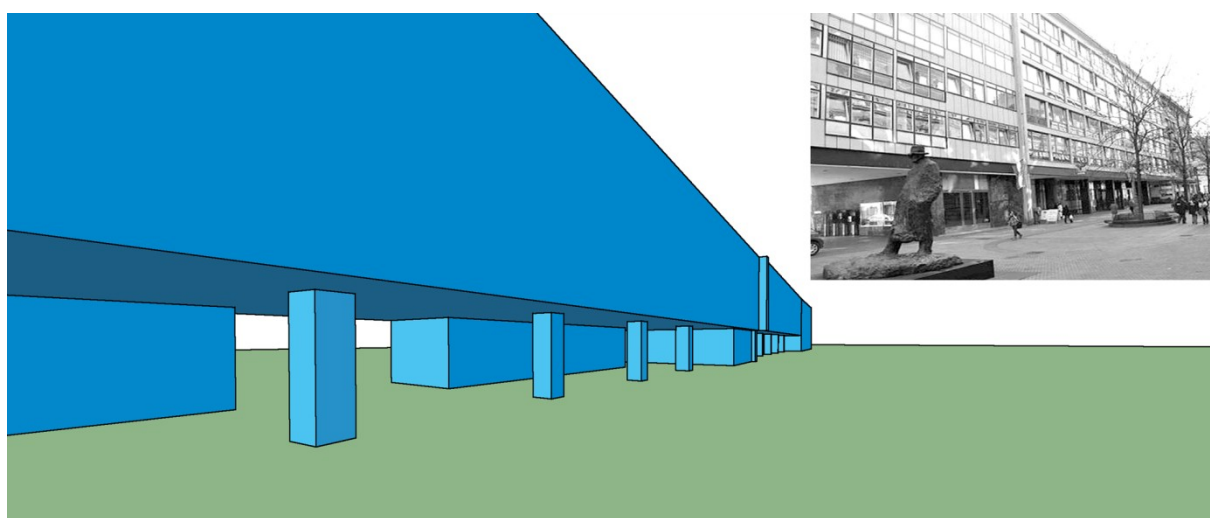
9	Mješovita zgrada (stambeno-poslovna)
10	Trafostanica
11	WC
12	Staklenik, paviljon
13	Bazen
14	Igralište
15	Tribina
16	Rezervoar
17	Betonska ploča
18	Nepoznato
0	„Null“

Za potrebe testnog modela pojednostavljena je struktura modela, te su zadržani samo podaci koji su sadržaj katastra nekretnina. Tako su stambene, poslovne, javne i mješovite zgrade modelirane kao glavni tip zgrada, te im je pridružena visina sukladno maksimalnome broju etaža prema zonama namjene (Slika 30). Ostali objekti – gospodarske i industrijske zgrade, radionice, trafostanice i pomoćni objekti bez temelja modelirani su kao prizemni.



Slika 30. Modeliranje zgrada na osnovi podataka DKP-a

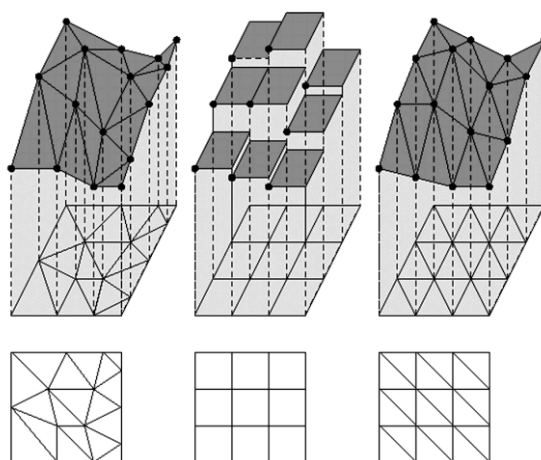
Podaci DKP-a prevedeni su u prethodno opisani oblik korištenjem FME (engl. *Feature Manipulation Engine*) softvera. Softver omogućuje izradu automatiziranih procedura za remodeliranje i topološko strukturiranje podataka, te zapis u obliku 3D Oracle prostornih tipova podataka. Izrađena je vlastita procedura koja na osnovi dvodimenzionalnih podataka DKP-a i HOK-a kreira 3D geometrijska tijela na kojima je moguće primjenjivati Booleove operacije. Na taj način izrađen je model za cijelo područje (Slika 31) i pohranjen u Oracle prostornoj bazi, struktura koje je detaljno opisana u poglavlju 5.5.1.



Slika 31. Prikaz dijela gotovog modela – zgrada kina Europa, Varšavska ulica

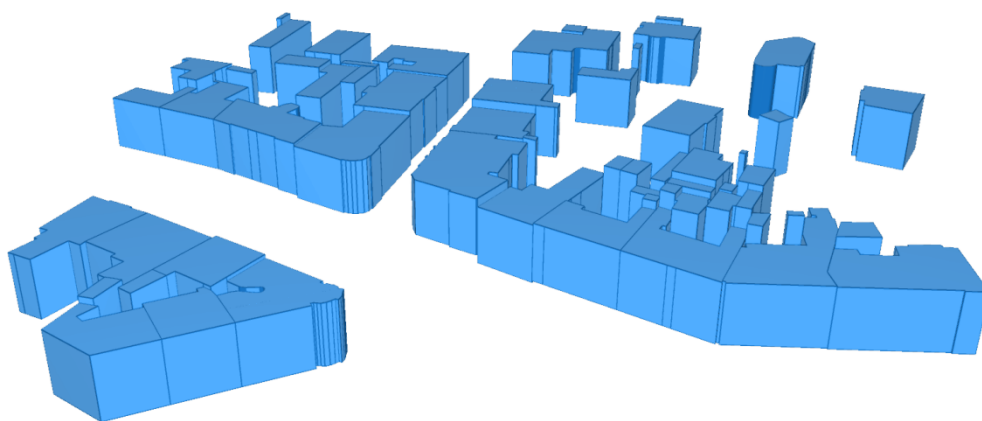
5.1.2. Izrada digitalnog modela terena

DMR (engl. *Digital Elevation Model – DEM*) predstavlja skup točaka na površini Zemlje čije su prostorne koordinate pogodne za računalnu obradu (Frančula 2001). On sadrži numerički zapis položajno i visinski određenih točaka i geometrijskih elemenata koji prikazuju reljef zemljišta. To je "čisti" model terena Zemlje bez vegetacije, objekata i drugih ljudskih tvorevina. Raspored točaka može biti pravilan (engl. *Regular Square Grid – RSG*) i nepravilan (engl. *Triangulated Irregular Network – TIN*). Kod pravilnog rasporeda se koristi kvadratna mreža, a kod nepravilnog najčešće trokutna mreža. Kvadrati u RSG modelu mogu biti podijeljeni na dva trokuta, što se naziva triangulirani (engl. *Triangulated RSG – TRSG*), ili jednaka visina može biti dodijeljena cijelom kvadratu pa nastaje tzv. stepenasti model RSG (engl. *Stepped RSG – SRSG*) (Slika 32).



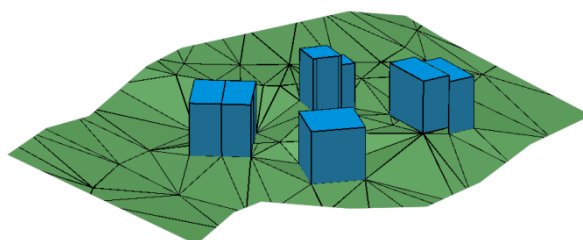
Slika 32. TIN, stepenasti RSG i triangulirani RSG (De Floriani i dr. 2003)

DMR je definiran kao kontinuirana površina u kojoj svaka točka u položajnom smislu ima samo jednu pripadajuću visinu. To znači da nije moguće ispravno modelirati teren kod zahtjevnih karakteristika reljefa kao što je okomita stijena ili kod umjetnih objekata kao što su brane, mostovi, vijadukti i dr. Za tu svrhu koristi se DMT odnosno digitalni model terena (engl. *Digital Terrain Model – DTM*). DMT je topografski model Zemljine površine koji uključuje, objekte, vegetaciju, putove i prirodnu površinu terena. Sadrži i druge geografske elemente (npr. padnice, vode i sl.). On nastaje spajanjem dvaju modela, DMR-a i digitalnog modela objekata (DMO). DMO (engl. *Digital Building Model – DBM*) nastaje prikupljanjem podataka o izgrađenim objektima i najbolje se može opisati kao skup malih pojedinačnih 3D objekata koji nisu međusobno povezani (Slika 33).



Slika 33. Digitalni model objekata

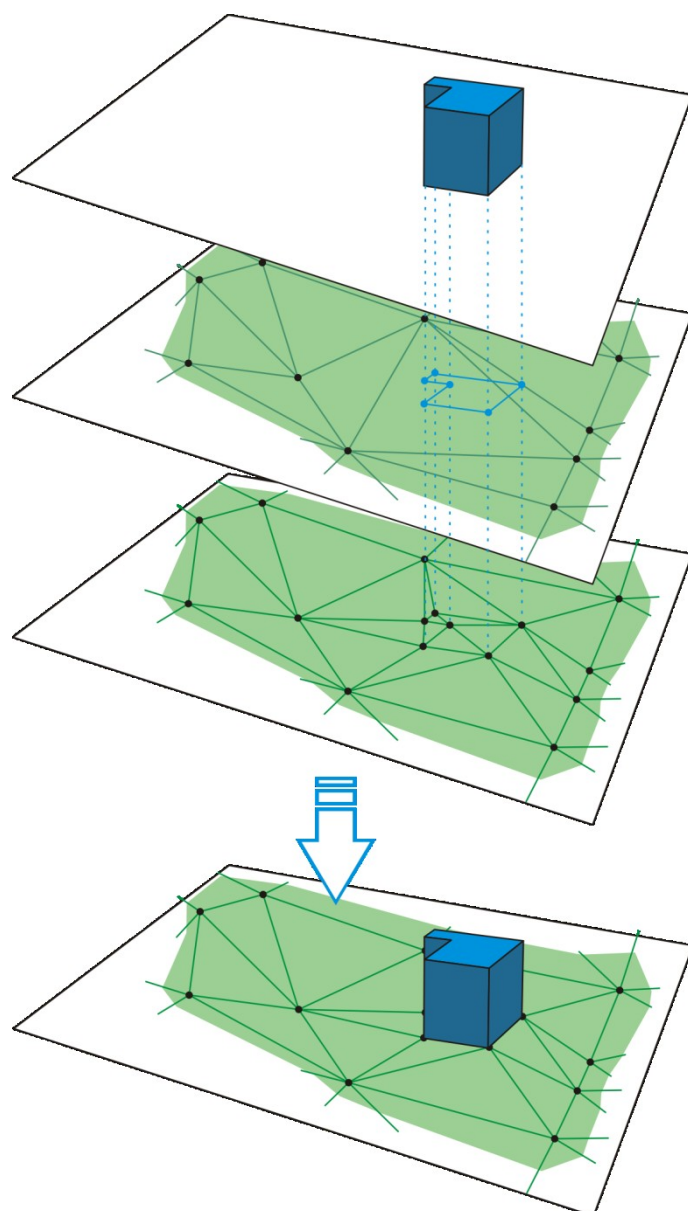
DMT je također kontinuirani model, ali u kojem svaka točka u položajnom smislu može imati jednu ili više pripadajućih visina. To se postiže spajanjem modela reljefa i objekata na način da model objekata isključuje model reljefa na mjestima na kojima se nalazi i obrnuto (Slika 34).



Slika 34. Digitalni model terena

Za testno područje postoji DMT, a izrađen je na osnovi restitucije podataka aerofotogrametrijskog snimanja. Iako model nije izrađen u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina, na osnovi mjerila snimanja i točnosti kartiranja podataka moguće je pretpostaviti kako bi bilo moguće automatskim procedurama pridružiti svakoj na DKP-u ucrtanoj zgradi i drugoj građevini pripadajući dio DMO-a. No, model je nastao u komercijalne svrhe, te ga nije moguće koristiti za znanstveno-istraživačke svrhe, odnosno za testiranje postupaka masovnog vrednovanja, bez značajnijih novčanih sredstava.

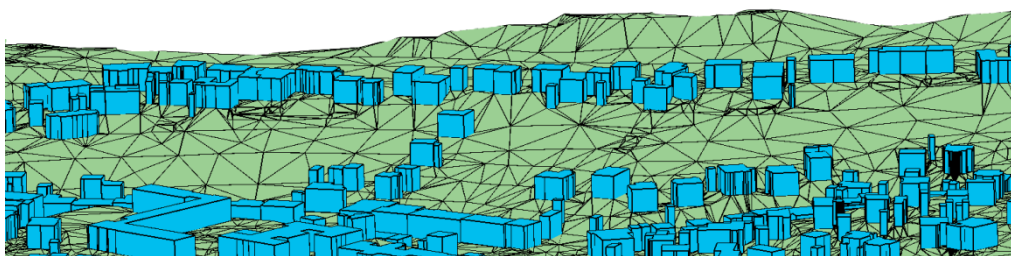
Umjesto navedenog, korišteni su visinski podaci preuzeti s HOK-a, te je DMR za testno područje izrađen je na osnovi točaka preuzetih iz lomnih točaka izohipsi i kota, uz dodane lomne točke na presjeku građevina i terena zbog zadržavanja topološke ispravnosti pri računanju vidljivosti (Slika 35).



Slika 35. Modeliranje DMT-a testnog područja

Iako je za velike skupove podataka najoptimalnije koristiti tip objekta SDO_TIN (Oracle 2009), zbog jednostavnijeg pristupa i zadovoljavajuće brzine izvođenja funkcije, korišten je stupac tipa SDO_GEOMETRY za pohranu geometrije trokuta TIN-a u obliku 3D poligona. Listovi HOK-a u digitalnom obliku dobiveni su od DGU-a za potrebe izvođenja nastave na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i starijeg su datuma, te bi za preciznije prostorne analize trebalo koristiti detaljniji DMR.

Cjeloviti DMT dobiven je ujedinjavanjem podataka DMO-a i DMR-a (Slika 36).



Slika 36. Prikaz dijela cjelovitog modela

5.2. Analize čimbenika vrednovanja

U izradi testnog sustava izrađen je model utjecaja pojedinih čimbenika na vrijednost nekretnine, a čimbenici su podijeljeni na položajne i individualne. Time je pokrivena većina čimbenika vrednovanja koje je moguće automatski izračunavati na osnovi podataka službenih upisnika podataka o prostoru.

5.3. Vrednovanje položajnih čimbenika nekretnine

U ovom potpoglavlju biti će opisano vrednovanje položajnih čimbenika nekretnine, te modeliranje prostornih podataka korištenih u ovu svrhu. Položajni čimbenici jednako utječu na sve nekretnine na nekom području (Tablica 7).

Tablica 7. Položajni čimbenici

Naziv	Opis	Napomena
1 Korištenje i namjena prostora – zone GUP-a	prikladnost pravila gradnje unutar pojedine zone: veličina, tip i mjesto gradnje na građevinskoj čestici	
2 Prostorna povezanost	vrednovanje strukture urbanog prostora – globalna i lokalna integracija	
3 Udaljenost od točaka utjecaja na vrijednost	u ovisnosti o namjeni nekretnine, moguće je vrednovati udaljenost od točaka utjecaja na vrijednost (centar naselja, škola, trgovina, crkva, park, sportski objekt, stanica javnog prijevoza)	zračna udaljenost ili najkraći put mrežom prometnica – linearnih referentnim sustavom

...

5.3.1. Utjecaj korištenja i namjene prostora

Modeliranje utjecaja ovog čimbenika obuhvaća prevođenje grafičkog dijela GUP-a, PPUO/G-a ili detaljnijih urbanističkih planova u oblik pogodan za računalne analize. Pohrana u prostorno relacijsku bazu podataka zahtijeva topološki jednoznačno određene poligone pojedine zone namjene, te uvođenje pripadajućih identifikatora.

U izrađenom modelu testnog područja korišteni su grafički podaci o podjeli na zone namjene dijela GUP-a Grada Zagreba (Slika 37), bez razmatranja integracije s ostalim razinama dokumenata prostornog uređenja, problemi vezani uz koje su opisani u poglavlju 4.4.1.



Slika 37. Prikaz korištenja i namjene prostora za k.o. Centar

Implementiranim modelom podataka moguće je jednostavnim prostornim upitom dodijeliti svakoj katastarskoj čestici podatak o zoni namjene prostora u kojoj se nalazi.

5.3.2. Utjecaj prostorne povezanosti

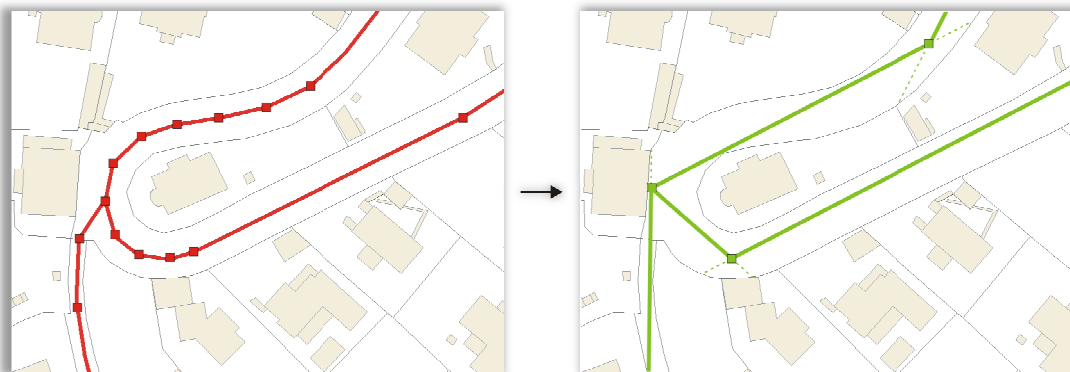
Urbana područja odlikuje visoki stupanj izgrađenosti, te je prostor vizualno zatvoren zgradama i drugim građevinama. U takvoj gradskoj mreži pojedine lokacije su bolje prostorno povezane i dostupne od drugih, što je moguće i numerički iskazati arhitektonskim metodama vrednovanja prostora – Space Syntax metodama, zasnovanima na teoriji prostora, čiji se naziv ujedno koristi i za skup analitičkih, kvantitativnih i opisnih alata za analizu podataka o

prostoru (Jiang i Claramunt 2002). Tim metodama moguće je objektivno vrednovanje urbanih javnih prostora kroz analize prostorne povezanosti i integracije.

U radu je prikazana integracija podataka dobivenih analizom urbane prometne povezanosti, tj. vrednovanjem urbanog prostora na osnovi analize gradske mreže prometnica, predstavljenih u obliku aksijalnih mapa. Aksijalna mapa sastoji se od aksijalnih linija koje predstavljaju primarne linije vidljivosti, te su u urbanim područjima određene mrežom prometnica, tj. ulica koje se međusobno sijeku.

5.3.2.1 Izrada modela aksijalne mape

Aksijalnu mapu moguće je izraditi na osnovi podataka DKP-a (Lovrinčević 2010) ili vektorskih podataka o mreži ulica vođenoj u registru prostornih jedinica. U drugom slučaju, podatke je potrebno prilagoditi, što uključuje provjeru topološke strukture podataka te reduciranje broja čvorova kojima su definirane ulice i trgovi. Reduciranje broja čvorova potrebno je iz razloga što su ulice i trgovi u registru prostornih jedinica predstavljeni centralnom linijom, te ih je za izradu aksijalnih linija (Slika 38) potrebno aproksimirati maksimalno dugačkim linijskim elementima koji ostaju unutar granica otvorenog javnog prostora ulice ili trga, definiranih katastarskom česticom.



Slika 38. Izrada aksijalnih linija

Izrađena aksijalna mapa za testno područje analizirana je Mindwalk softverom, verzije 1.0, čija upotreba je besplatna za akademske i ostale neprofitne svrhe. Navedeni softver omogućava izradu analize aksijalne mape na osnovi vektorskog modela podataka, uz mogućnost izvoza rezultata u tekstualnom obliku. Rezultati uključuju prostorne podatke o linijskom segmentu svake aksijalne linije i pripadajuće vrijednosti čimbenika vrednovanja, te ih je relativno jednostavno pohraniti u prostorno relacijsku bazu podataka.

Rezultat analize aksijalnih mapa je pridruživanje numeričkih vrijednosti čimbenika aksijalnim linijama, najvažniji dio kojih su vrijednosti globalne integracije (Slika 39). Vrijednosti integracija su pokazatelji broja zaokreta s početne aksijalne linije koji je potrebno učiniti kako bi se dosegao neki prostorni segment. Globalna integracija ispituje odnose između svih čvorova aksijalne mape, te njezine vrijednosti otkrivaju ukupne prostorne karakteristike, odnosno kvalitetu urbanog prostora za cijelo područje pokriveno aksijalnom mapom. Veća vrijednost ovog čimbenika određuje bolju prostornu integritiranost pojedine aksijalne linije. Lokalna integracija pokazatelj je prostornih karakteristika za manje područje lokalnog karaktera, definirano zadanim brojem koraka. U testnoj analizi korak za ispitivanje lokalne

integracije postavljen je na vrijednost tri, odnosno ispituje se vrijednost lokalne integracije prostora do treće povezane aksijalne linije. Time se postiže uobičajeno vezanje vrijednosti lokalne integracije uz pješačko kretanje, odnosno kretanje stanovnika grada i ostalih ljudi koji dobro poznaju dio područja, za razliku od globalne integracije, koja se veže uz pokret ljudi koji imaju malo znanja o području u kojemu se kreću.



Slika 39. Tematski prikaz vrijednosti globalne integracije aksijalnih linija

Ostali čimbenici dobiveni aksijalnom analizom su: povezivost, brzi odabir i dubina. Povezivost aksijalne linije određena je brojem presjeka s ostalim aksijalnim linijama. Brzi odabir je vrijednost čimbenika koji određuje podjelu svakoj pojedinačnoj aksijalnoj liniji pridruženog parametra ostalim aksijalnim linijama s kojima ostvaruje presjek, te dalje njihovim presjecima s daljnjim aksijalnim linijama s kojima se sijeku – poput grananja vodenog toka. Čimbenikom dubine dobivamo uvid u linearnu udaljenost središnje točke svake aksijalne linije do središnje točke ostalih aksijalnih linija.

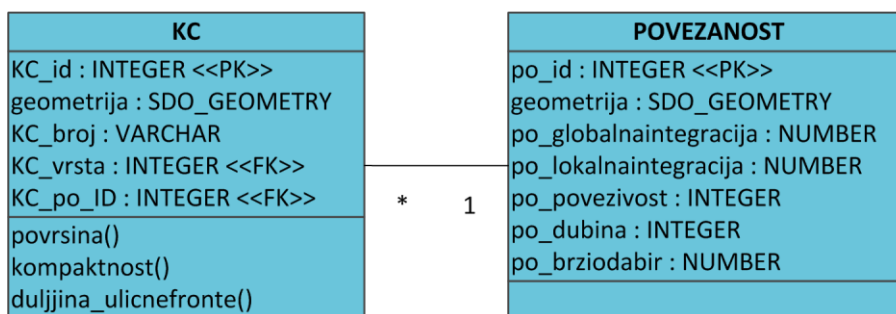
5.3.2.2 Integracija rezultata analize aksijalne mape

Kako bi se podaci dobiveni analizom mogli koristiti u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina, potrebno ih je na neki način pridružiti nekretninama, tj. svakoj pojedinačnoj nekretnini potrebno je pridružiti vrijednosti aksijalne linije prometnice na koju nekretnina ima direktni pristup. To je moguće na više načina, a metodi korištenoj u radu prethodi

razvrstavanje katastarskih čestica prema prometnoj povezanosti, ugrađeno u predloženi model podataka, te korišteno i u analizama individualnih čimbenika nekretnina.

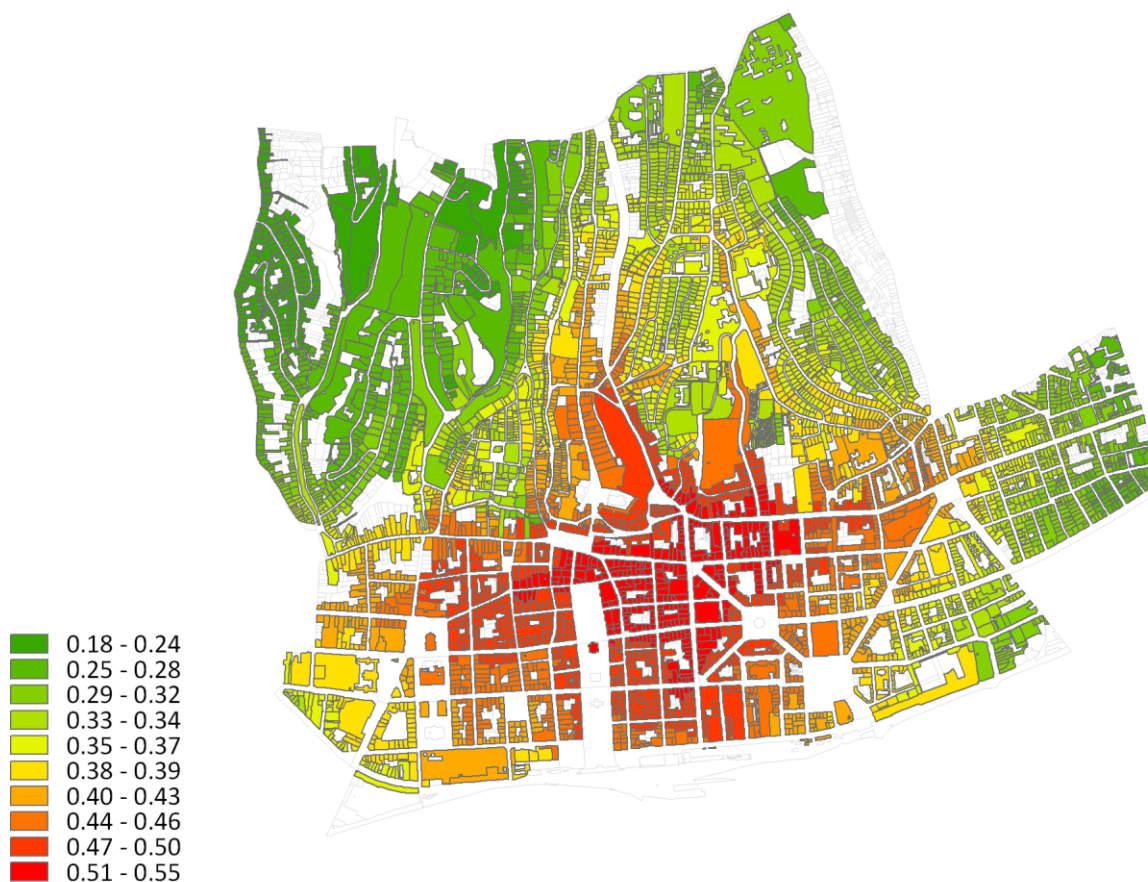
Navedenim razvrstavanjem sve nekretnine, odnosno pripadajuće katastarske čestice, računalnom analizom su podijeljene u dvije kategorije: katastarske čestice ulica, trgova i drugih javnih prostora, te ostale katastarske čestice. Ta funkcionalna podjela omogućuje daljnju automatsku podjelu ostalih katastarskih čestica na one sa i bez direktnog pristupa na javnoprometnu površinu. Samo katastarskim česticama s direktnim pristupom na javnoprometnu površinu pridruženi su podaci pripadajuće aksijalne linije. Ako katastarska čestica ima pristup na više prometnih površina, pridruženi su podaci aksijalne linije s boljom ocjenom, tj. većim iznosom globalne integracije.

Podaci su pridruženi na način da je svakoj katastarskoj čestici (klasa KC) dodan strani ključ KC_po_id, koji služi kao jednoznačni identifikator na relaciju s podacima analize aksijalnih mapa – povezanost (Slika 40).



Slika 40. Veza podataka prostorne povezanosti na klasu KC

Konačni rezultat integracije podataka dobivenih analizom aksijalne mape su pridružene vrijednosti aksijalnih linija svim katastarskim česticama koje nisu ulice, trgovi i drugi javni prostori, te imaju direktan pristup prometnoj površini (Slika 41). Ove podatke moguće je koristiti u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina, jer su funkcionalno strukturirani prema katastarskim česticama, kao dijelovima nekretnina.

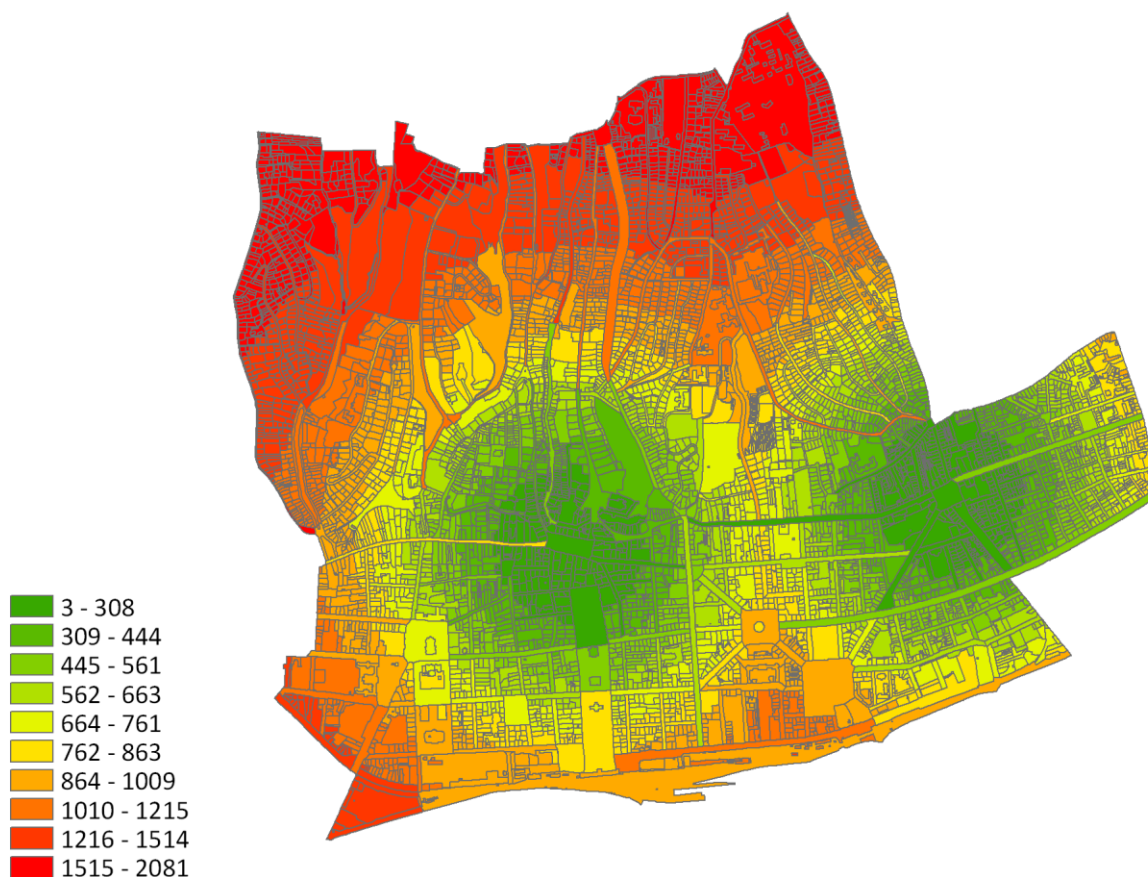


Slika 41. Tematski prikaz vrijednosti globalne integracije katastarskih čestica

5.3.3. Utjecaj udaljenosti od točaka utjecaja na vrijednost

Ovisno o namjeni i upotrebi prostora, različiti su parametri utjecaja udaljenosti predmetne nekretnine od točaka utjecaja na vrijednost. U radu se neće razmatrati analiza ovog čimbenika iz razloga što tipične točke utjecaja na vrijednost (centar naselja, škola, trgovina, crkva, park, sportski objekt, stanica javnog prijevoza) većinom nisu predmet upisa u službene prostorne upisnike na način pogodan za automatske analize.

U slučaju postojanja podataka i potrebe izrade ove analize, u ovisnosti o implementaciji sustava relativno je jednostavna izrada, jer pridruživanje udaljenosti od točaka utjecaja na vrijednost svakoj pojedinačnoj nekretnini zahtijeva tek rudimentarnu upotrebu prostornih upita. Primjerice, moguće je svakoj katastarskoj čestici pridružiti vrijednost udaljenosti do najbliže točke utjecaja na vrijednost. Na slici je prikazana udaljenost od dvije izabrane točke utjecaja na vrijednost: Trga Bana Jelačića i Kvaternikova trga, no moguće je koristiti proizvoljan broj točaka utjecaja na vrijednost koje se mogu pridruživati ovisno o namjeni prostora. Time je moguće postavljanje različitih kriterija vrednovanja za različite zone namjene prostornog plana.



Slika 42. Tematski prikaz udaljenosti u metrima od odabranih točaka utjecaja na vrijednost

Nešto složeniji je postupak izračuna udaljenosti od točaka utjecaja na vrijednost korištenjem linearnog referentnog sustava, odnosno izračuna udaljenosti korištenjem mrežne analize umjesto obične linearne udaljenosti. Tom analizom računa se udaljenost do točke utjecaja na vrijednost korištenjem najkraće rute u mreži javnopr prometnih površina. U ovom slučaju za uspostavu linearnog referentnog sustava mogu poslužiti podaci o ulicama i kućnim brojevima područnog Registra prostornih jedinica, pomoću kojih je moguće pridružiti svakoj nekretnini položaj unutar linearnog referentnog sustava.

5.4. Vrednovanje individualnih čimbenika nekretnine

U ovom potpoglavlju biti će opisano vrednovanje individualnih čimbenika nekretnine, te modeliranje prostornih podataka korištenih u ovu svrhu. Individualnim čimbenicima (Tablica 8) vrednujemo karakteristike pojedinačne nekretnine, te isti vrijede za sve lokacije.

Tablica 8. Čimbenici individualnog vrednovanja nekretnina

	Naziv	Opis
1	Površina katastarske čestice	razlika u odnosu na idealnu veličinu u ovisnosti o namjeni
2	Oblik katastarske čestice	bolja iskoristivost

	– kompaktnost	kompaktnijih, oblikom bližih krugu katastarskih čestica od izduženijih, manje iskoristivih
3	Duljina ulične fronte	širina izlaza na javnoprometnu površinu
4	Površina i volumen zgrade	razlika u odnosu na idealnu veličinu u ovisnosti o namjeni prostora
5	Poligon vidljivosti	poligon kojim je definirana otvorenost pogleda iz nekretnine/posebnog dijela nekretnine
6	Položaj u zgradi – katnost	kat posebnog dijela nekretnine
7	Položaj u zgradi – orijentacija	ovisnost o orijentaciji posebnog dijela nekretnine prema stranama svijeta – osunčanost

Ovim čimbenicima obuhvaćeno je vrednovanje geometrijskih i metričkih svojstava nekretnine, te njenih dijelova: katastarske čestice na kojoj je izgrađena, odnosno zgrade koja je njezin dio. Pojedine od navedenih čimbenika moguće je odrediti i za svaki posebni dio nekretnine.

5.4.1. Analiza geometrijskih i metričkih čimbenika

Ovim čimbenicima moguće je vrednovati nekretnine na osnovi vrednovanja razlike njihovih vrijednosti u odnosu na idealnu nekretninu, veličinom i geometrijom najbolje prilagođenom i iskoristivom prema propisima i pravilima gradnje unutar svake pojedine zone.

5.4.1.1 Površina i volumen nekretnine

Za modeliranje utjecaja ovih čimbenika potrebno je uvesti pravila ovisna o zoni namjene prostora unutar koje se nekretnina nalazi. Sukladno prethodnim poglavljima, svakoj nekretnini, odnosno pripadajućoj katastarskoj čestici, prostornom analizom je pridružena informacija o zoni namjene. Iz prostornih podataka o nekretninama modeliranih na predloženi način, moguće je upotrebom u prostorne baze ugrađenih funkcija izračunati vrijednosti površine katastarske čestice, tlocrtne površine i volumen zgrade.

Ako su svi ovi preduvjeti ispunjeni, relativno jednostavnim matematičkim funkcijama moguće je odrediti vrednovanje razlike površine u odnosu na idealnu vrijednost (Tomić i dr. 2007).

5.4.1.2 Kompaktnost katastarske čestice

Iskoristivost i pogodnost za gradnju na katastarskoj čestici ovisi i o njezinom obliku. Izduženije čestice općenito su manje iskoristive od manje izduženih, oblikom kompaktnijih katastarskih čestica. Kompaktnost geometrijskog lika izražava se omjerom njegove površine i opsega. Uobičajeno ga se iskazuje u obliku:

$$K = \frac{4\pi P}{O^2},$$

gdje je:

- K – kompaktnost
- P – površina poligona
- O – opseg poligona.

Veća vrijednost kompaktnosti znači veću sličnost poligona s krugom, kompaktnost kojega je jednaka vrijednosti 1, dok je za kvadrat ona 0,785. Navedenim izrazom dobivamo apsolutnu mjeru kompaktnosti, koja je neovisna o veličini poligona. Iz tog razloga nije moguće koristiti ovu vrijednost kao direktnu mjeru vrijednosti katastarske čestice, što je uočeno i u prethodnom radu na Katedri za upravljanje prostornim informacijama Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Roić i dr. 2007). Relativna kompaktnost uvodi se kao bolja mjera kompaktnosti katastarske čestice, koja je prikladnija za upotrebu u postupku masovnog vrednovanja. Relativna kompaktnost računa se iz izraza:

$$K_r = KP,$$

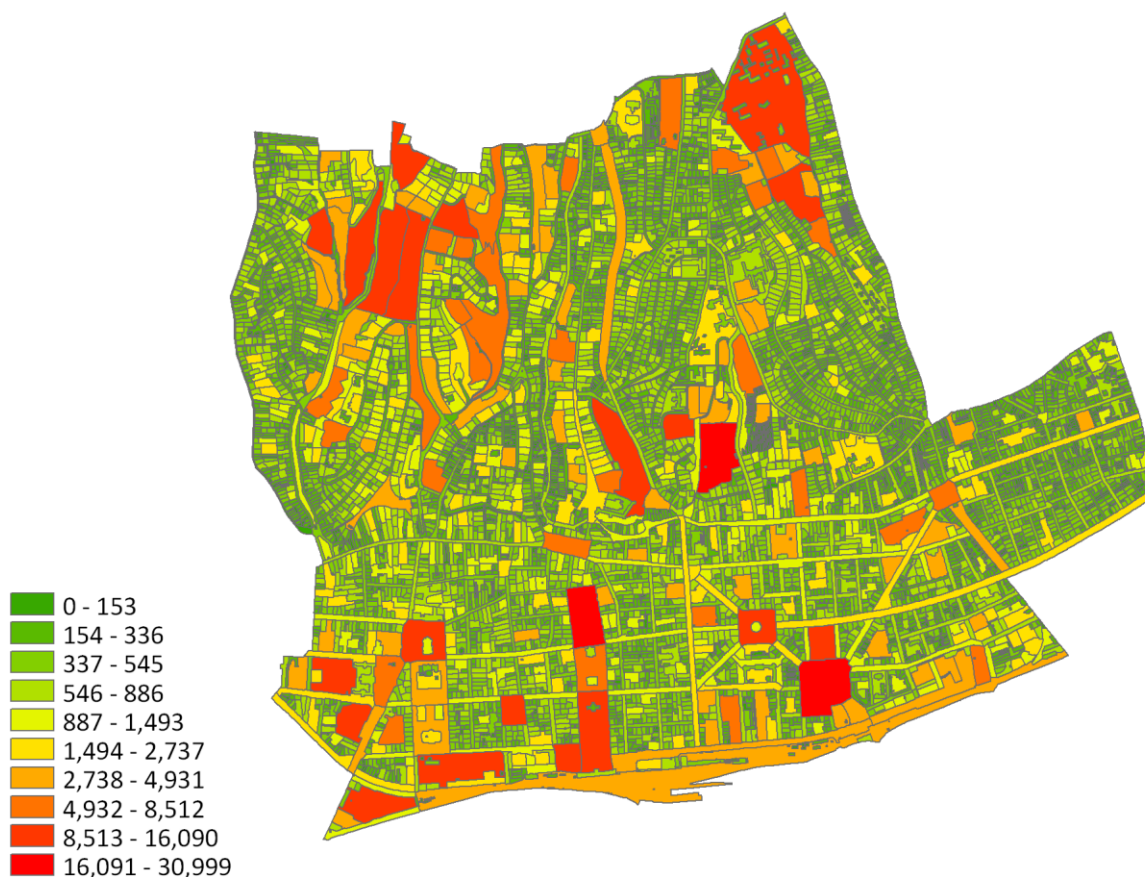
gdje je:

- K_r – relativna kompaktnost
- K – apsolutna kompaktnost
- P – površina poligona.

U testnoj implementaciji izrađen je pogled na osnovi podataka iz tablice KC, kojime se izračunava vrijednost apsolutne i relativne kompaktnosti katastarskih čestica za testno područje:

```
CREATE OR REPLACE VIEW POGLED_kompaktnost ("KC_id",
"KC_broj", "geometrija", "relativna_kompaktnost") AS
SELECT c.KC_id,c.KC_broj,c.geometrija,
4*3.14159*power(SDO_GEOM.SDO_AREA(c.geometrija,0.1),2)/
power(SDO_GEOM.SDO_LENGTH(c.geometrija, m.diminfo),2)
from cestica c, user_sdo_geom_metadata m
```

Navedeni izraz kreira pogled na tablicu s određenim vrijednostima relativnih kompaktnosti katastarskih čestica (Slika 43), te je njihove vrijednosti moguće koristiti u daljnjoj izradi postupaka vrednovanja.



Slika 43. Tematski prikaz relativne kompaktnosti katastarskih čestica

U prethodnim poglavljima je opisano razvrstavanje katastarskih čestica u katastarske čestice ulica, trgova i drugih javnih površina, te ostale katastarske čestice, za potrebe kojega su korišteni podaci o ulicama i trgovima vođeni u područnom registru prostornih jedinica. Ako za neko područje ti podaci nisu dostupni u digitalnom obliku, razvrstavanje se može obaviti i uz pomoć vrijednosti apsolutne kompaktnosti na način da se ispita kritična vrijednost kompaktnosti koja se može postaviti kao prag kojime ispituje i razvrstavamo katastarske čestice. Na testnom području postavljanjem 0,25 kao granične vrijednosti apsolutne kompaktnosti moguće je relativno kvalitetno izdvojiti izdužene katastarske čestice koje karakteriziraju gradsku mrežu putova (Slika 44).

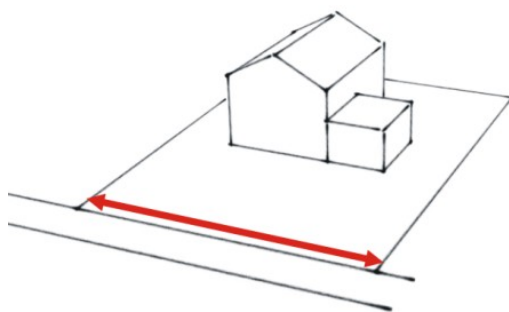


Slika 44. Katastarske čestice s vrijednošću apsolutne kompaktnosti manjom od 0,25

Iz slike je vidljivo kako problem u prepoznavanju predstavljaju katastarske čestice sa velikim opsegom proizašlim iz „otoka“ unutar čestice. No, vizualnom kontrolom ili postavljanjem dodatnih uvjeta moguće je dodatno popraviti rezultate upita.

5.4.1.3 Duljina ulične fronte

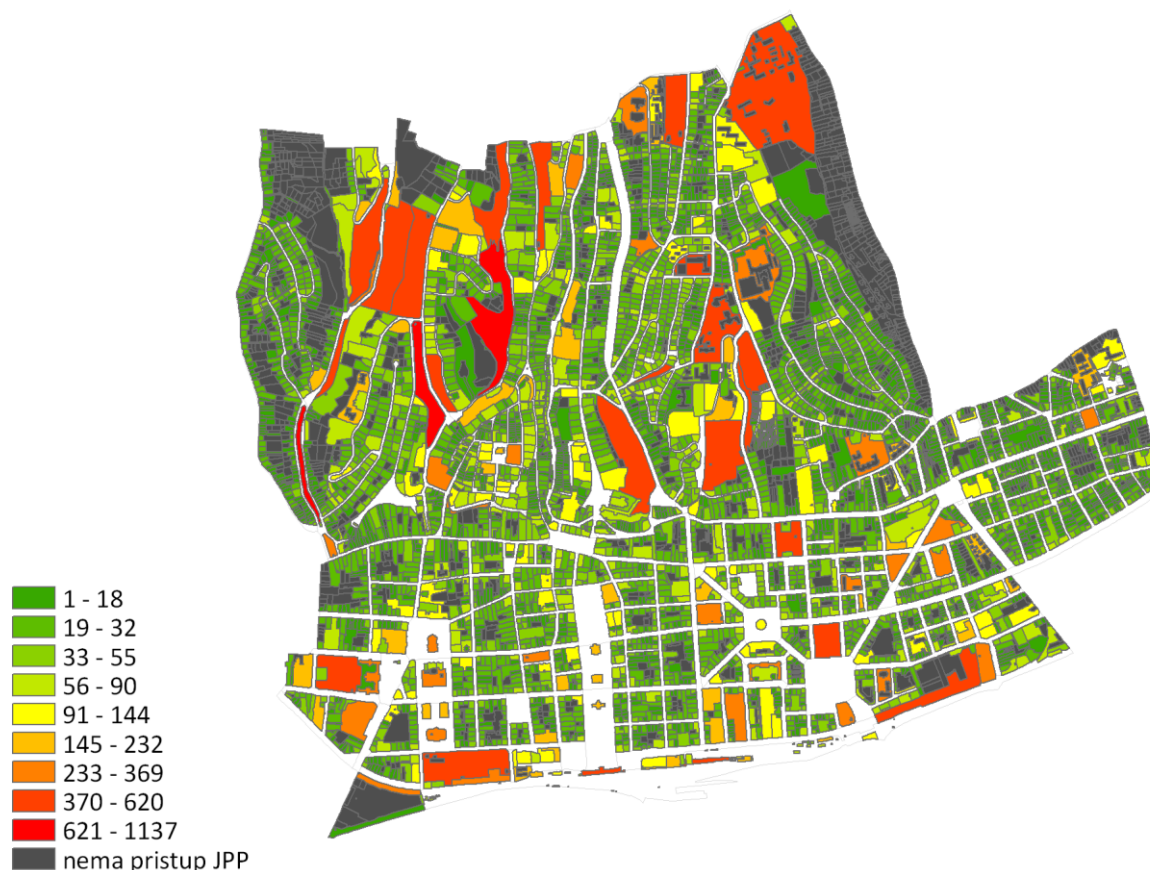
Ulična fronta je međna linija nekretnine koja dodiruje javnoprometnu površinu (Slika 45), odnosno ima izlaz na ulicu ili drugu prometnicu. Njome je definirana širina izlaza na javnoprometnu površinu, a iz toga proizlazi veća vrijednost nekretnine koja posjeduje širi izlaz od istovjetne nekretnine s kraćim izlazom na javnoprometnu površinu.



Slika 45. Duljina ulične fronte

Kako bi bilo moguće računalnom analizom odrediti duljine uličnih fronti, korišteni su u testni model podataka integrirani podaci razvrstavanja nekretnina, odnosno pripadajućih katastarskih čestica, u dvije kategorije: katastarske čestice ulica, trgova i drugih javnih prostora, te ostale katastarske čestice. Ostale katastarske čestice podijeljene su na one sa i bez direktnog pristupa na javnoprometnu površinu. Samo nekretninama s direktnim pristupom na javnoprometnu površinu su dodijeljene vrijednosti duljine ulične fronte.

Određivanje duljina uličnih fronti izrađeno je na osnovi prostornog upita, tj. pogleda u kojem se ispituje prostorna povezanost katastarskih čestica ulica, trgova i drugih javnih prostora i ostalih katastarskih čestica s direktnim pristupom na javnoprometnu površinu. Presjekom tih podataka dobivamo zajedničke dijelove tih podataka, u ovom slučaju zajedničke granice katastarskih čestica uzduž katastarskih čestica ulica, trgova i drugih javnih prostora. Za svaki dio poznata je katastarska čestica od koje je nastao pojedini linearni element, te je moguće zbrajanjem svih elemenata prema identifikatorima katastarskih čestica dobiti podatak o ukupnoj duljini ulične fronte za svaku pojedinačnu katastarsku česticu (Slika 46).



Slika 46. Tematski prikaz duljina uličnih fronti u metrima

5.4.2. Analiza karakteristika zgrade i posebnog dijela nekretnine

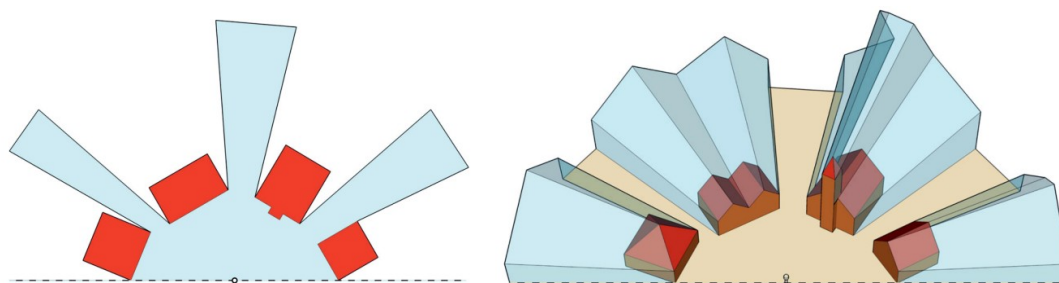
U prethodnim poglavljima opisane analize individualnih čimbenika vrednovanja zasnovane su na osobinama katastarske čestice kao dijela nekretnine. U analizama u sljedećim poglavljima biti će opisane mogućnosti vrednovanja karakteristika zgrade, odnosno analize posebnog dijela nekretnine kao još detaljnijeg modela. Analize su izrađene na osnovi 3D modela

izvedenog iz kombinacije podataka digitalnog katastarskog plana i podataka Hrvatske osnovne karte, detaljno opisanog u poglavlju 5.1.

5.4.2.1 Poligon vidljivosti zgrade

Jedan od čimbenika koji utječu na vrijednost nekretnina je i kvaliteta pogleda, odnosno percepcija otvorenosti prostora oko nekretnine (Lake i dr. 1998, Yu i dr. 2007, Koomen i dr. 2005). Pretpostavka ove analize je mogućnost kvantitativnog vrednovanja ovog čimbenika, dalje u radu nazvanog vidljivost, na osnovi analiza prostornih podataka. Postojeći radovi o određivanju vidljivosti, kao čimbenika korištenog u svrhu vrednovanja nekretnina, većinom uzimaju u obzir statističke podatke za veća područja i rasterske podatke reljefa, bez uzimanja u obzir građevina (Lake i dr 2000), te pokušavaju korelirati čimbenike vidljivosti i cijena nekretnina postupcima višestruke regresije (Koomen i dr. 2005).

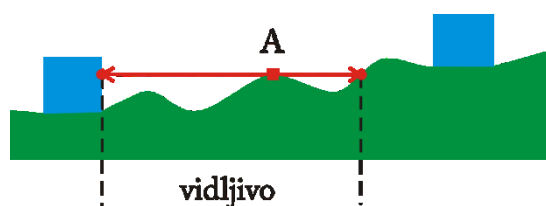
Analiza vidljivosti GIS-om često je primjenjivana metoda zbog mogućnosti široke primjene (De Floriani i Magillo 2003), te većina GIS aplikacija posjeduje neku vrstu izračuna. Pretežno se radi o jednostavnijim funkcijama određivanja dogledanja i vidljivosti na osnovi rasterom definiranog digitalnog modela reljefa za prethodno određenu, pojedinačnu, točku (Sander i Manson 2007). Jedan od čimbenika koji je moguće odrediti uz današnje mogućnosti analiziranja prostornih podataka je i 3D analiza vidljivosti (De Floriani i Magillo 2003). Analiza vidljivosti prostora iz neke točke (engl. *isovist*) (Slika 47), odnosno volumen tijela zatvorenog neprekinutom granicom vidljivosti pojam je najčešće korišten u arhitektonskom vrednovanju prostora u urbanim područjima (Turner i dr. 2001), kvantitativno iskazan postotkom nezaklonjene 3D vizure (engl. *viewsphere index*) ili 3D volumena pogleda (engl. *Volume of Sight – VoS*) (Yang i dr. 2007).



Slika 47. 2D i 3D poligon vidljivosti (Bilsen 2008)

Ako presjek neprekinute granice vidljivosti u svim smjerovima iz neke točke promatramo uzimajući u obzir presjek samo horizontalne vizure i prepreka, kao rezultat dobivamo dvodimenzionalni geometrijski lik, poligon vidljivosti. U radu izrađena procedura omogućuje automatsko određivanje velikog broja poligona vidljivosti, izračunatog na osnovi vektorskog 3D modela prostora, koji uključuje zgrade i druge građevine i tlo, modelirane i pohranjene u geometrijskom obliku u prostorno relacijskoj bazi. Svakoj pojedinoj zgradi na cijelom testnom području procedurom je pridružen pripadajući poligon vidljivosti, a pretpostavka je kako je površinu tog poligona moguće korelirati s pozitivnim, odnosno negativnim utjecajem na vrijednost.

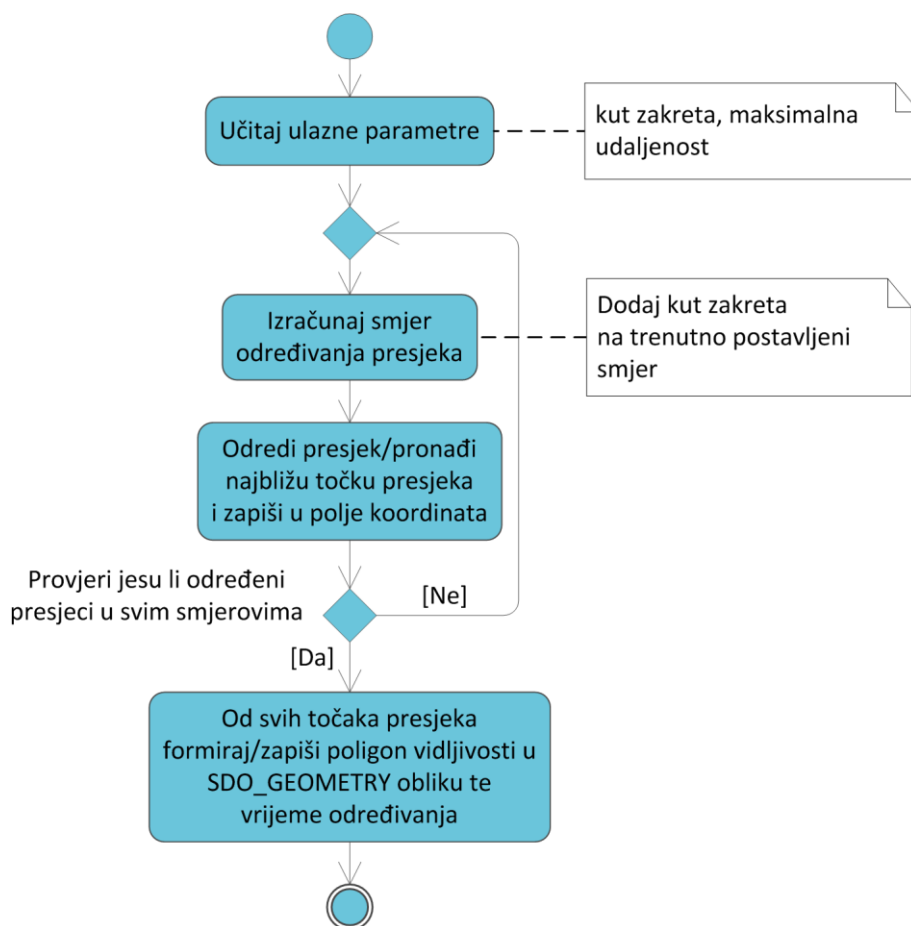
Izrađena procedura računa dvodimenzionalni poligon vidljivosti određujući presjek horizontalne vizure u svim smjerovima s prvom preprekom u 3D vektorskom modelu prostora. Prepreka može biti zgrada ili druga građevina te teren koji prekida vizuru (Slika 48).



Slika 48. Uzdužni presjek terena i pripadajuća vidljivost horizontalne vizure

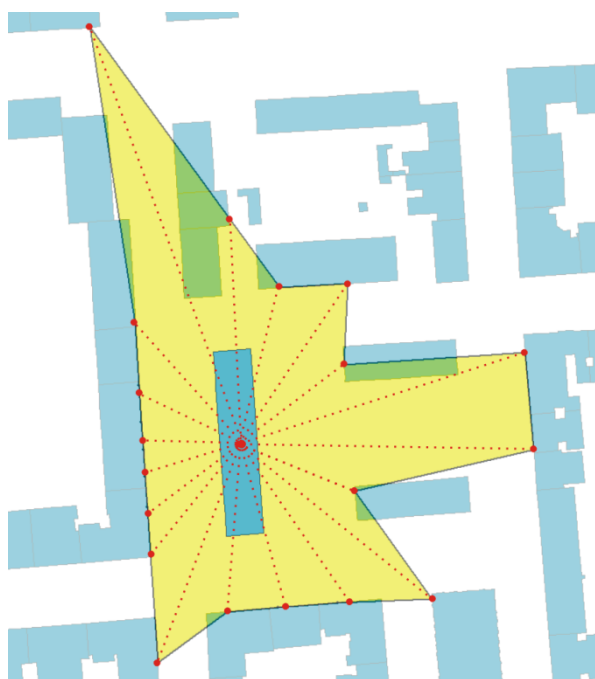
5.4.2.1.1.1 Procedura Vidljivost

Procedura Vidljivost (Slika 49), izrađena u PL/SQL-u (Procedural Language/Structured Query Language), računa poligon vidljivosti za zadanu građevinu na taj način da u tablicu Vidljivost_t upisuje geometriju presjeka, definiranu kao 2D poligon, pohranjen u tipu podatka SDO_GEOMETRY, površinu poligona, vrijeme računanja procedure za predmetnu zgradu, broj objekata koji je sudjelovao u izradi upita, te `gr_id`, jedinstveni identifikator građevine.

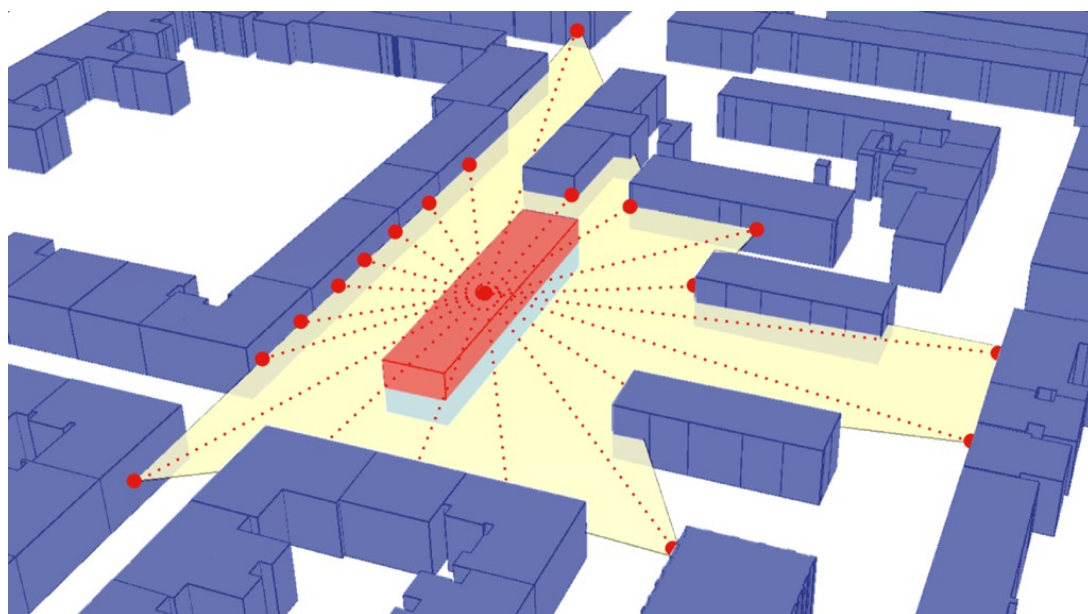


Slika 49. Dijagram aktivnosti procedure „Vidljivost“

Geometrija presjeka određuje se ispitivanjem na kojoj se udaljenosti od građevine za koju se izvodi računanje se nalazi prva prepreka pod nekim smjernim kutom, uz horizontalnu vizuru. Tako se zakretanjem promatranih presjeka obilazi cijeli krug i bilježe točke prepreke slobodne vizure najbliže točki gledišta, koje zajedno zatvaraju poligon vidljivosti (Slika 50 i Slika 51, poligoni popunjeni žutom bojom).

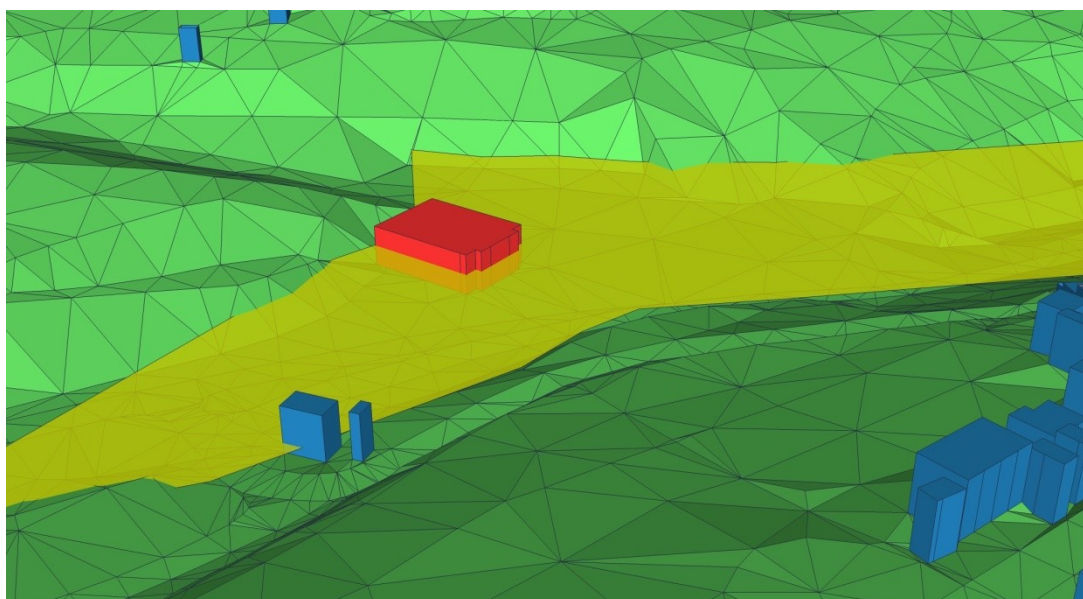


Slika 50. Primjer izračunatog poligona vidljivosti – 2D prikaz



Slika 51. Primjer izračunatog poligona vidljivosti – 3D prikaz

Prepreke slobodnoj horizontalnoj vizuri u urbanim područjima su većinom zgrade ili druge građevine, kako je zbog veće preglednosti i prikazano u prethodnim slikama. No, izrađena procedura u određivanje poligona vidljivosti uvodi i presjek horizontalne vizure s terenom (Slika 52, poligon popunjen žutom bojom), u bazi predstavljenim uz pomoć DMT-a, izrada kojega je opisana u poglavlju 5.1.2.

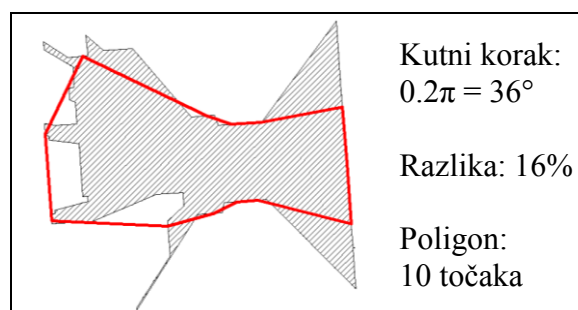


Slika 52. Poligon vidljivosti omeđen terenom

Navedena metoda izračuna zahtijeva prethodno određivanje kutnog koraka, odnosno zakreta, za koji će se zakretati smjer u kojemu se određuje udaljenost od točke gledišta do prepreke, odnosno maksimalne udaljenosti od točke gledišta koja se razmatra. Procedura definira točku gledišta, kojom se uopćava pogled iz građevine za koju se poligon određuje, kao točku težišta 3D tijela kojime je predstavljena građevina u modelu. O odabiru kutnog koraka i maksimalne udaljenosti direktno ovisi točnost određivanja poligona vidljivosti.

Pri odabiru kutnog koraka analizirane su varijante određivanja poligona vidljivosti za nekoliko odabranih građevina na testnom području. Manji kutni korak omogućava točniji izračun i oblik poligona vidljivosti, uz povećanje broja točaka poligona, a time i vremena potrebnog za izračun procedure. Odabran je kutni korak od 0.1π (18°), odnosno poligon vidljivosti definiran s 20 točaka. Tablica 9 prikazuje posljedice odabira veličine kutnog koraka na pojedinačnom primjeru iz testnog područja, te razliku površine i oblika izračunatog poligona vidljivosti (crveno) i njegove prave vrijednosti (sivo).

Tablica 9. Poligon vidljivosti u ovisnosti o izboru kutnog koraka



	<p>Kutni korak: $0.1\pi = 18^\circ$</p> <p>Razlika: 13%</p> <p>Poligon: 20 točkaka</p>
	<p>Kutni korak: $0.05\pi = 9^\circ$</p> <p>Razlika: 2%</p> <p>Poligon: 40 točkaka</p>
	<p>Kutni korak: $0.025\pi = 4.5^\circ$</p> <p>Razlika: 1%</p> <p>Poligon: 80 točkaka</p>

Zbog primjenjene metode, maksimalna udaljenost od točke gledišta koja se razmatra postavljena je na 500 metara, zbog relativno malog testnog područja, na kojemu bi, u slučaju prevelike postavljene maksimalne vrijednosti, za većinu upita granice padale izvan testnog područja. Veliki postotak izgrađenosti u urbanim područjima dodatno opravdava izbor kraće vrijednosti zbog rijetkih slučajeva dulje slobodne vizure od navedenog. Razlog izbora metode izračuna u kojoj je potrebno odrediti maksimalnu duljinu vizure je brže izvođenje procedure upotrebom kombinacije ugrađenih prostornih upita, koji koriste podatke prostornog indeksa.

Analizom podataka utvrđeno je kako su pojedine građevine u brdovitijem predjelu katastarske općine zakinite u izračunu poligona vidljivosti odabirom maksimalne udaljenosti od 500 metara, te postoje slobodne vizure dulje od 500 metara, kršeći pretpostavku postavljenu prije izračuna. U izradi detaljnijih procedura određivanja poligona vidljivosti, za izbjegavanje spomenutog, potrebno je primijeniti drugu metodu izračuna ili ispitati maksimalne moguće vrijednosti prije izračuna. Statističke pokazatelje treba uzeti s dozom opreza, dijelom i zbog nerealnih podataka o poligonu vidljivosti zgrada i građevina na rubovima katastarske općine. Navedene građevine, zbog nedostataka podataka o zaklanjanju vizure građevinama iz susjednih općina, imaju maksimalnu vidljivost u smjeru u kojemu nedostaju podaci.

Na osnovi određenih svih poligona vidljivosti na testnom području (Slika 53), moguće je dodijeliti vrijednost čimbenika, te ga koristiti u daljnjem vrednovanju na taj način da njime umanjujemo, odnosno uvećavamo vrijednost nekretnina, na osnovi pripadnog poligona vidljivosti.



Slika 53. Tematski prikaz površine poligona vidljivosti u m²

5.4.2.1.1.2 Analiza vremena izračuna poligona vidljivosti

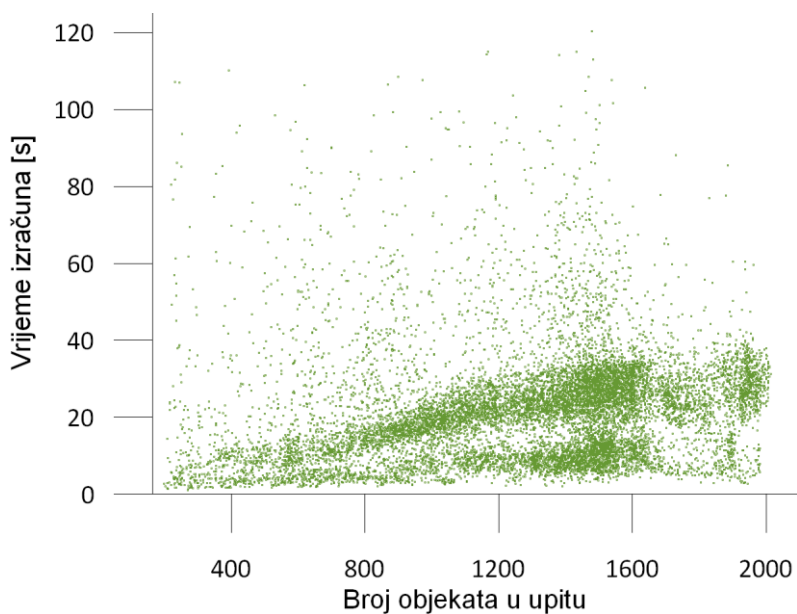
Analiza poligona vidljivosti najkompleksnija je procedura izrađena u okviru ovog rada. Za razliku od ostalih analiza, većina kojih koristi samo u prostorno relacijsku bazu ugrađene funkcije, te se vrijednosti čimbenika izračunavaju gotovo trenutno, izvršavanje procedure, odnosno izračun poligona vidljivosti kompleksan je zadatak koji zahtijeva određeno vrijeme. Prilikom određivanja svakog poligona vidljivosti u bazu je zapisan i podatak o vremenu potrebnom za izračun, te je moguće provesti analizu u svrhu boljeg uvida u upotrebljivost predložene metode i korištenih parametara pri izračunu poligona vidljivosti.

Potrebno je naglasiti kako su vremena izvođenja procedure samo pokazatelj reda veličine mogućih vrijednosti, odnosno samo se relativni međuodnosi mogu razmatrati, jer su mjerena na računaru čija primarna namjena nije samo posluživanje Oracle prostorno relacijske baze podataka. Testno računalo opremljeno je dvojezgrenim procesorom takta 2,5 GHz, 3 GB radne memorije, s Microsoft Windows XP operativnim sustavom. Jednostavnim upitima moguće je odrediti statističke pokazatelje izračuna (Tablica 10).

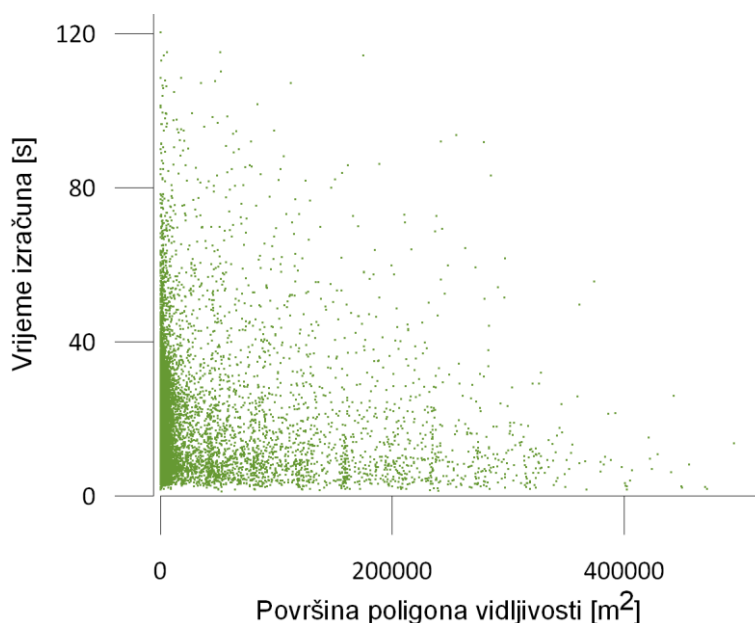
Tablica 10. Statistički pokazatelji izračuna poligona vidljivosti

	Minimum	Maksimum	Aritmetička sredina	Medijan
Površina [m²]	2	521872	25631	2094
Vrijeme izračuna [s]	1,1	120,4	21,7	20,6

S pomoću prikaza vremena potrebnih za izračunavanje procedure (Slika 54 i Slika 55) moguće je zaključiti kako vrijeme potrebno za izračun raste obrnuto proporcionalno površini poligona vidljivosti (Slika 55), te kako se ne vidi jasna ovisnost vremena potrebnog za izračun s brojem objekata koji ulaze u svaki pojedini upit (Slika 54). Dodatna vizualna kontrola potvrđuje navedeno, jer građevine s manjim poligonom vidljivosti većinom su okružene većim objektima, odnosno preprekama vizuri.



Slika 54. Prikaz ovisnosti brzine izračuna o broju objekata

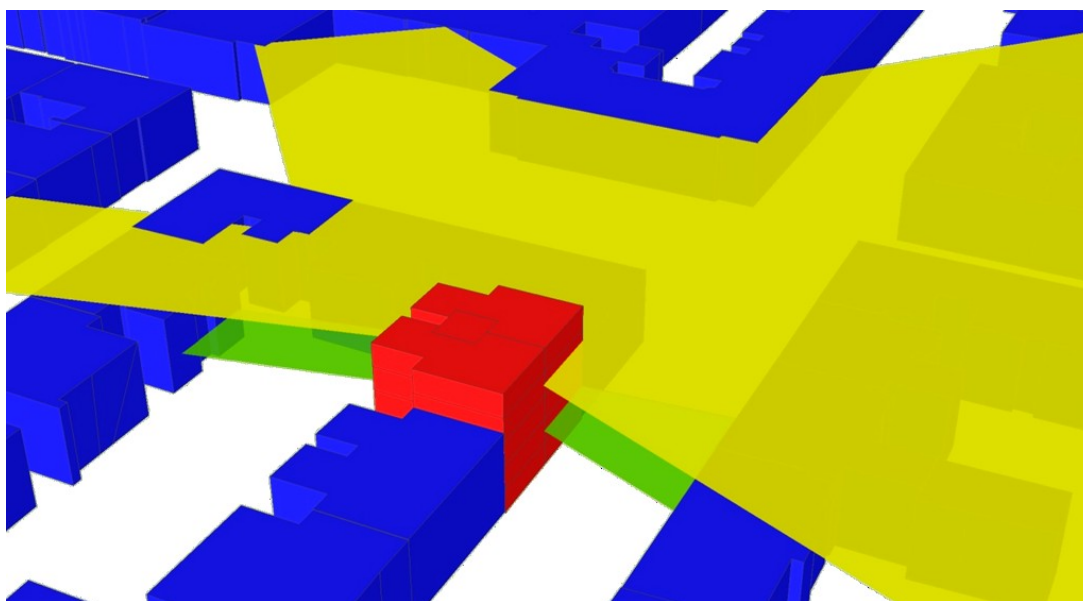


Slika 55. Prikaz ovisnosti brzine izračuna o površini poligona vidljivosti

Metoda korištena za izračun je upotrebljiva uz prethodno razmatranje potrebnog kutnog koraka, odnosno maksimalne udaljenosti pri izračunu poligona vidljivosti, o kojima direktno ovisi točnost određivanja poligona. Jednostavnost predložene metode omogućuje relativno brzo izvođenje procedure i izračun, odnosno pohranu podataka o geometriji poligona vidljivosti za veliko područje, ali nije prikladna za egzaktni izračun poligona vidljivosti, koji ovom metodom nije ni moguć.

5.4.2.1.1.3 Poligon vidljivosti posebnih dijelova nekretnine

Za izračun realnijih podataka predloženom metodom, potrebno je detaljnije modelirati građevine, odnosno zasebno modelirati dijelove nekretnine prema planu posebnih dijelova. Time se omogućuje detaljnije isticanje kvantitativne vrijednosti poligona vidljivosti izračunatog za svaki posebni etažni dio nekretnine (Slika 56), nasuprot jednog za cijelu građevinu. Navedeno je moguće ostvariti bez promjene predloženog pristupa izračuna poligona vidljivosti, zbog neovisnosti o modelu podataka u smislu predstavljanja nekretnina geometrijskim modelima, te ga je moguće primijeniti i na navedenim, detaljnije modeliranim i realnijim modelima podataka.

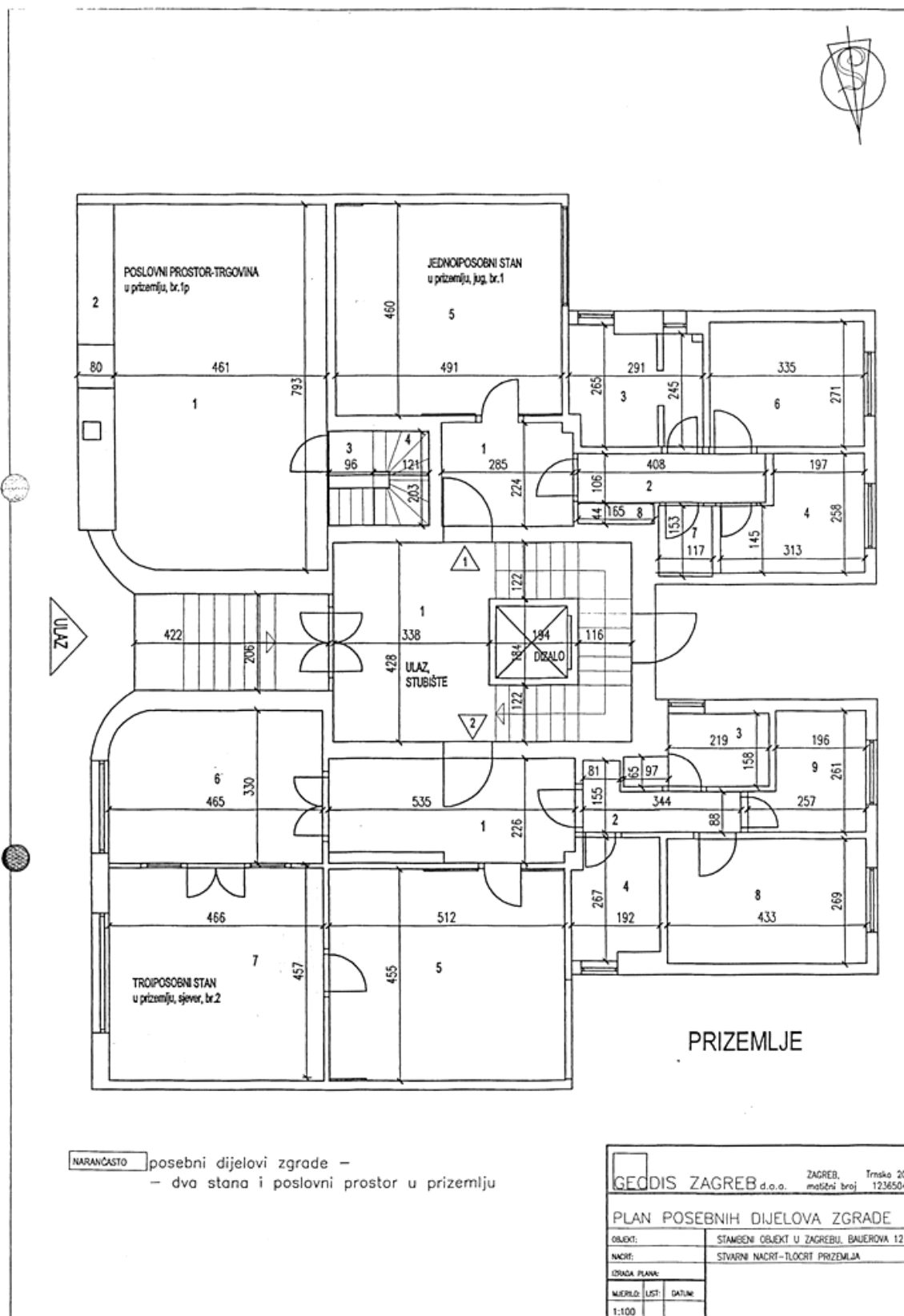


Slika 56. Poligoni vidljivosti posebnih dijelova nekretnine

Trenutna zakonska regulativa dopušta nekoliko načina za reguliranje suvlasničkih odnosa i upis istih u Zemljišne knjige. Najbolji je svakako uspostava vlasništva nad posebnim dijelom nekretnine – etažno vlasništvo. Dugotrajan i kompliciran postupak uspostave doveo je do trenutne situacije u kojoj je etažno vlasništvo evidentirano samo za mali dio, većinom novije izgrađenih, zgrada. Trenutna praksa izrade elaborata posebnih dijelova nekretnine, nastala kao rezultat nepostojanja detaljnijih pravilnika, ne zahtjeva jednoznačno trodimenzionalno određivanje granica protezanja posebnog dijela nekretnine. Na osnovi elaborata uspostave posebnih dijelova nekretnine i podataka katastarskog plana moguće je izraditi jednoznačni trodimenzionalni model granica protezanja posebnih dijelova nekretnine, no sam postupak je dugotrajan i nije ga moguće automatizirati.

Slika 57 prikazuje dio grafičkog dijela elaborata uspostave posebnih dijelova nekretnine – tlocrt prizemlja zgrade, iz kojega je vidljiva nemogućnost jednoznačnog položajnog i visinskog određivanja granica protezanja stvarnih prava. Na osnovi navedenog elaborata u okviru ovog rada izrađen je model posebnih dijelova zgrade (Slika 56) za koje su prethodno opisanom procedurom određeni poligoni vidljivosti iz kojih je vidljivo kako je na ovaj način moguće istaknuti i kvantitativno izraziti pojedinačne karakteristike posebnih dijelova nekretnine.

Uvođenje predloženog modela omogućava i ostvarivanje tehničkih preuvjeta za pravedniju raspodjelu zajedničkih režijskih troškova zgrade, na osnovi određivanja udjela u zajedničkim troškovima sukladno procijenjenoj vrijednosti svakog posebnog dijela nekretnine, a ne tlocrtnoj površini.



Slika 57. Dio grafičkog dijela elaborata uspostave posebnih dijelova nekretnine

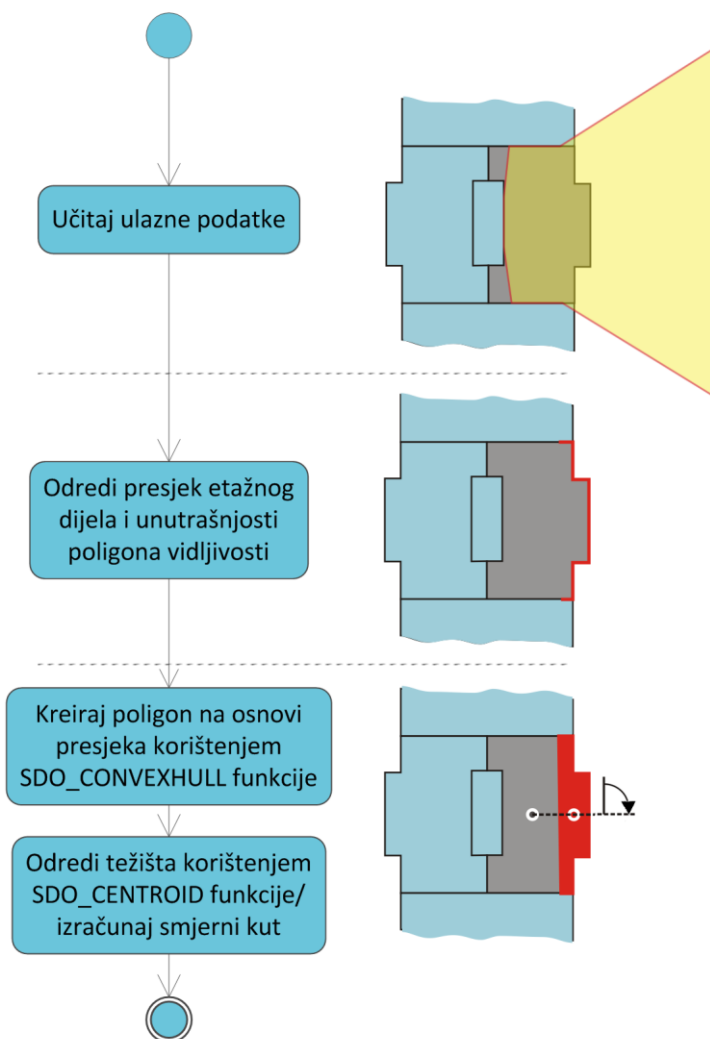


5.4.2.2 Položaj posebnog dijela nekretnine unutar zgrade

Trodimenzionalno modeliranje posebnih dijelova nekretnine sukladno planu posebnih dijelova omogućuje i određivanje kvalitete položaja svakog posebnog etažnog dijela – primjerice kata na kojemu se posebni etažni dio nalazi i njegove orijentacije stranama svijeta.

U ovisnosti o namjeni prostora, položaju i stvarnoj upotrebi etažnih dijelova, moguće je odrediti različito bodovanje ovih karakteristika. Npr. prizemlje koje je idealno za poslovni prostor ujedno je i razlog manje poželjne karakteristike za položaj stana. Kat na kojemu se nalazi posebni etažni dio moguće je odrediti prostornim upitom, odnosno odrediti koliko se katova nalazi ispod, a koliko iznad, uz uzimanje u obzir visine okolnog terena kao indikatora suterena ili podrumskih prostorija.

Primjer procedure koja na osnovi poligona vidljivosti i kombinacije funkcija ugrađenih u prostorno relacijsku bazu podataka određuje orijentaciju prikazuje Slika 58. Procedura obuhvaća određivanje presjeka granice posebnog dijela nekretnine (na slici poligon sive boje) s unutrašnjošću pripadajućeg poligona vidljivosti (poligon žute boje), određivanje poligona na osnovi dobivenog presjeka (poligon crvene boje), izračun težišta posebnog dijela nekretnine i težišta poligona presjeka (na slici prikazani kružićima), te konačnog izračunavanja smjernog kuta koji predstavlja orijentaciju posebnog dijela nekretnine.



Slika 58. Dijagram aktivnosti i prikaz procedure određivanja orijentacije posebnog dijela nekretnine

Najjednostavniji način izračuna orijentacije bio bi određivanje orijentacije najdulje stranice posebnog etažnog dijela koji se nalazi s vanjskog dijela zgrade, no to podrazumijeva nepostojanje ikakvih istaka ili lomova. Prethodno navedeni način zaobilazi ovaj problem, no ostaje problem dvostruko orijentiranih etažnih dijelova, kod kojih se presjek poligona vidljivosti i granica etažnog dijela sastoji od dva dijela, na suprotnim krajevima etažnog dijela. Time izračun korištenjem predloženog načina nije moguć, jer zbroj svih težišta presjeka ne pada u smjeru očekivane orijentacije etažnog dijela, te je potrebno proceduru izračuna nadopuniti dodatnim provjerama, koje bi ovisno o vrsti presjeka koristile prikladnu metodu određivanja orijentacije.

U izradi procedure u okviru doktorskog rada, zbog implementacije u Oracle prostornoj bazi i ograničenja koja proizlaze iz izbora načina izračuna poligona vidljivosti, na sljedeći način je određen presjek unutrašnjosti poligona vidljivosti s granicom posebnog etažnog dijela:

```
select g.kc_broj, g.idgradj, sdo_geom.sdo_centroid(
sdo_geom.sdo_convexhull(
sdo_geom.sdo_intersection(sdo_geom.sdo_buffer(v.geom,-
0.2,0.01),sdo_util.polygontoline(g.geom),0.1), 0.01), 0.01)
presjek from gradjevina g, vidljivost v where
g.idgradj=v.idgradj;
```

Daljnje određivanje orijentacije obuhvaća izračun težišta presjeka i težišta etažnog dijela, te određivanje smjernog kuta, koji predstavlja konačnu vrijednost orijentacije etažnog dijela. Izrađena procedura nije korištena u daljnjem postupku izračuna vrijednosti čimbenika zbog ograničenja modela izrađenog u okviru rada, odnosno modeliranja samo jedne testne zgrade prema elaboratu posebnih dijelova nekretnine. No, predložena metoda određivanja poligona vidljivosti primjenjiva je i u slučaju postojanja modela posebnih etažnih dijelova za cijelo područje modela.

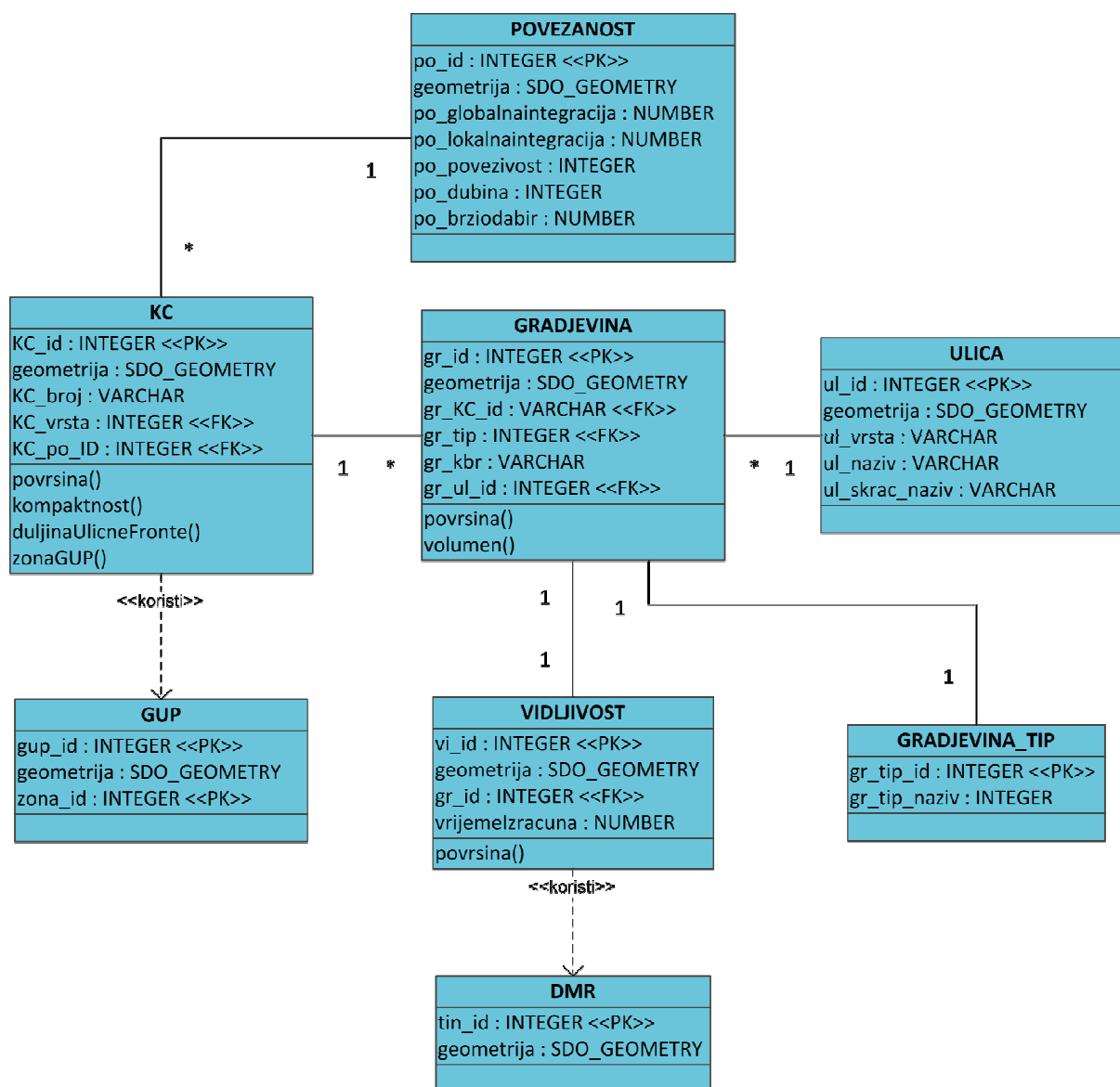
5.5. Integracija rezultata analiza čimbenika vrednovanja

U prethodnim poglavljima opisane su metode i postupci određivanja vrijednosti čimbenika vrednovanja nekretnina, te su svakoj nekretnini na testnom području pridruženi podaci o vrijednosti svakog pojedinog čimbenika koji je razmatran u radu. Daljnji korak u izradi ekspertnog sustava masovnog vrednovanja uključuje određivanje „težina“ kojima vrijednosti pojedinih čimbenika utječu na vrijednost nekretnina. Te težine potrebno je odrediti za svaku zonu namjene zasebno.

U okviru praktičnog dijela rada razvijen je vlastiti model podataka za potrebe određivanja čimbenika vrednovanja. Testna implementacija izrađena je u Oracle prostornoj bazi podataka, te je za integraciju rezultata dovoljno izraditi relativno jednostavan pogled na relacije povezane jedinstvenim identifikatorima, detaljnije opisanim u sljedećem poglavlju.

5.5.1. Cjeloviti model podataka

Logička struktura podataka i pripadajućih identifikatora za cjeloviti model podataka sustava masovnog vrednovanja razvijenog u okviru rada prikazuje Slika 59. Osnovna klasa je KC, u kojoj su pohranjeni podaci o katastarskim česticama testne općine, te klasa GRADJEVINA u kojoj su pohranjene zgrade i druge građevine.



Slika 59. Dijagram klasa modela vrednovanja

Svaka klasa u modelu ima svoj jedinstveni identifikator, koji služi kao veza prema ostalim klasama, te je konzistentnost podataka osigurana korištenjem stranih ključeva u kombinaciji s upotrebom pripadajućih ograničenja (engl. *constraint*). Iz slike je vidljivo kako ne postoji direktna veza između klase KC i klasâ DMR i GUP, te je veza ostvarena korištenjem prostornih upita.

5.5.2. Uspostava ekspertnog testnog sustava

Na osnovi podataka o vrijednostima razmatranih čimbenika vrednovanja moguće je uspostaviti ekspertni sustav, odnosno odrediti utjecaj čimbenika na vrijednost nekretnine. To je ujedno i jedini način uspostave sustava masovnog vrednovanja u uvjetima nedostatka realnih podataka o transakcijama nekretnina. Nedostatak ovog pristupa je direktna ovisnost sustavom određene vrijednosti o iskustvu i poznavanju tržišta eksperta koji određuje pravila vrednovanja i utjecaj čimbenika.

Analizirane su sve nekretnine koje se nalaze unutar M1 zona (mješovita zona upotrebe prostora – pretežno stambena namjena) na testnom području (Slika 60), no sličan sustav vrednovanja moguće je uspostaviti i za ostale zone namjena.



Slika 60. Položaj i identifikatori M1 zona obuhvaćenih analizom

Za sve nekretnine (2858 katastarskih čestica) određeni su statistički pokazatelji (Tablica 11) na osnovi kojih je moguće klasificirati nekretnine prema vrijednosti čimbenika, te im dodijeliti određeni pozitivan ili negativan utjecaj na vrijednost nekretnine.

Tablica 11. Statistički pokazatelji čimbenika vrednovanja unutar M1 zone

Naziv čimbenika	Opis	Minimum	Maksimum	Prosječna vrijednost	
1	povezanost	utjecaj faktora globalne integracije	0.2610	0.5344	0.4185
2	ulična fronta	duljina ulične fronte	0.00	427.2	15.4
3	kompaktnost	kompaktnost katastarske	0.74	6247.36	272.04

čestice					
4	poligon vidljivosti	površina poligona vidljivosti	40	366297	16621

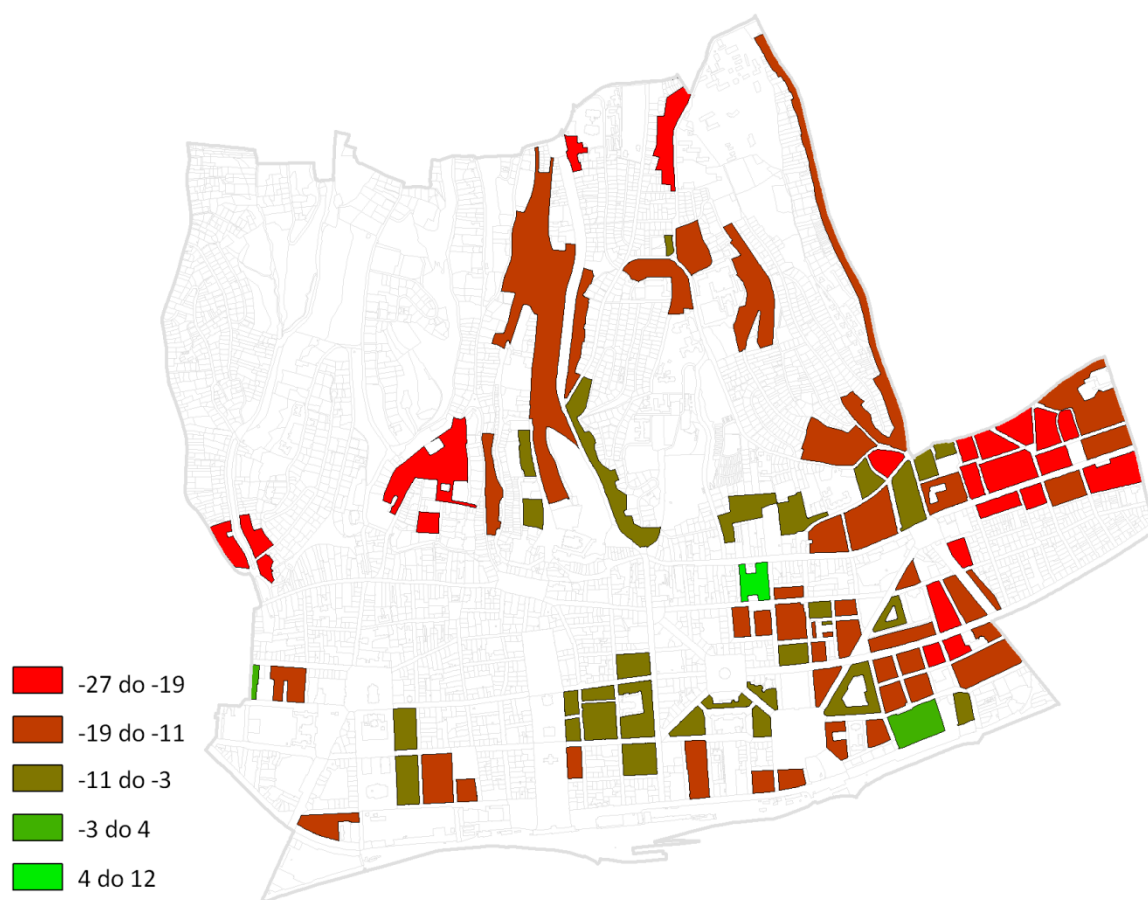
Nakon određenih statističkih pokazatelja, kao mogući primjer upotrebe prethodno određenih čimbenika vrednovanja obavljena je klasifikacija nekretnina (Tablica 12), te su nekretninama pridruženi pozitivni, odnosno negativni utjecaji na vrijednost. Rasponi vrijednosti svakog pojedinog čimbenika rastavljeni su u pet razreda, većinom prema metodi jednakih intervala razreda.

Tablica 12. Klasifikacija vrijednosti čimbenika

Naziv čimbenika	-10%	-5%	0	5%	10%
1 povezanost	0.261 - 0.315	0.316 - 0.370	0.371 - 0.425	0.426 - 0.479	0.480 - 0.534
2 ulična fronta	0.0 m - 3.0 m (-20%)	3.0 m - 15.0 m	15.0 m - 40.0 m	40.0 m - 84.9 m	85.0 m - 427.2 m
3 kompaktnost	0.74 - 55.97	55.98 - 190.50	190.51 - 279.10	279.11 - 392.30	392.31 - 6247.36
4 poligon vidljivosti	40 m ² - 1250 m ²	1250 m ² - 1662 m ²	16622 m ² - 146543 m ²	146544 m ² - 219794 m ²	219795 m ² - 366297 m ²

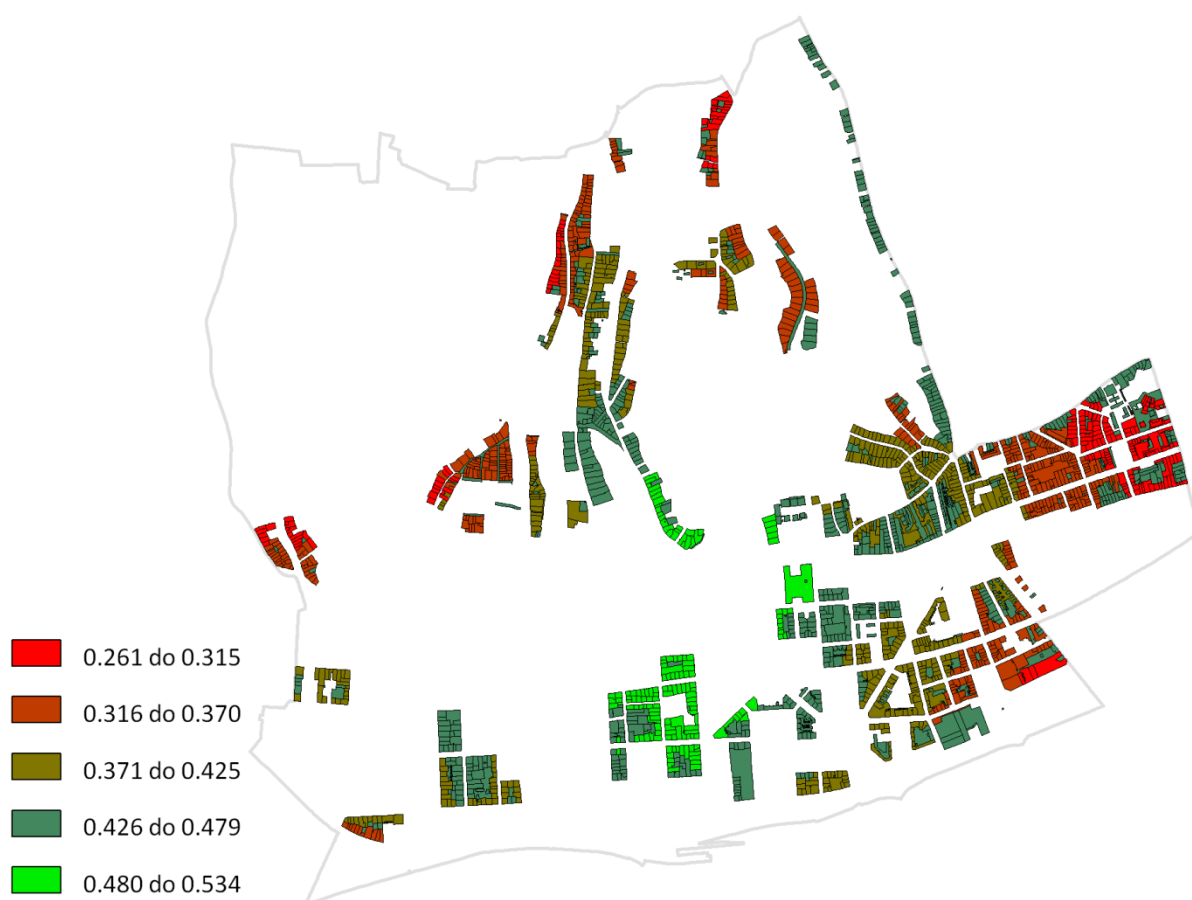
Razrede je moguće odrediti i drugim metodama (Lapaine 1999), te u ovisnosti o određenim vrijednostima čimbenika i postojanju kritičnih vrijednosti odabrati metodu kojom postizemo maksimalnu homogenost vrijednost čimbenika unutar pojedinog razreda. Osim metodom klasifikacije, na klasifikacijom određene rezultate izravno utječemo i odabirom broja razreda, te uspostavi ekspertnog sustava masovnog vrednovanja svakako mora prethoditi istraživanje o utjecaju pojedinih čimbenika na vrijednost nekretnina na nekom području.

Zbrajanjem svih utjecaja na vrijednost za svaku nekretninu unutar pojedine zone moguće je odrediti prosječnu vrijednost nekretnine unutar zone. No, većina određenih vrijednosti čimbenika vrijedi samo za pojedinačnu nekretninu, te ovim načinom nije moguće odrediti trend, odnosno kvantitativno vrednovati sve nekretnine unutar jedne zone (Slika 61).



Slika 61. Tematski prikaz zbirnih vrijednosti čimbenika (u %) unutar M1 zona

Pojedini čimbenici, primjerice čimbenik povezanosti, odnosno faktor globalne integracije (Slika 62), u sebi sadrže svoju prostornu komponentu, te je moguće odrediti trend prostornog rasprostiranja. Na slici su nekretnine s većim faktorom globalne integracije, odnosno kvalitetnijom prostornom povezanošću prikazane zeleno, a one s lošijom prostornom povezanošću crvenim tonovima.



Slika 62. Tematski prikaz vrijednosti globalne integracije nekretnina unutar M1 zone

Kvalitetnije uspostavljeno vrednovanje može uključivati vrednovanje ostalih podataka o nekretninama, trenutno nedostupnih u postojećim sustavima zemljišne administracije, primjerice tipu građevine, stanju i opremi, te godini izgradnje i zadnje adaptacije. Prikupljanje tih i ostalih podataka koji bitno utječu na vrijednost nekretnine moguće je obaviti prilikom svake transakcije nekretninama, te time dobiti kvalitetan izvor za kalibraciju modela vrednovanja. Time bi bilo moguće odrediti stupanj korelacije svakog pojedinog čimbenika, te odrediti utjecaj na konačnu vrijednost nekretnine.

Pregled postignutih rezultata

U ovom poglavlju dan je pregled postignutih rezultata, zaključak i preporuke za daljnja istraživanja.

6. Pregled postignutih rezultata

Cilj ove disertacije bio je proučiti mogućnosti primjene postojećih prostornih podataka službenih sustava zemljišne administracije za potrebe automatskog masovnog vrednovanja nekretnina u urbanim područjima. U radu je po prvi puta primijenjeno automatizirano određivanje objektivnih pokazatelja čimbenika vrednovanja nekretnina na velikom broju podataka, temeljeno na trodimenzionalnom vektorskom modelu prostora, uz upotrebu kombinacije topološki strukturiranih podataka pohranjenih u prostornu bazu podataka i vlastitih PL/SQL procedura.

Obavljena je analiza stanja postojećih prostornih podataka (poglavlje 4), na osnovi kojega je izrađen postupak prevođenja postojećih prostornih podataka u trodimenzionalni vektorski model, te pohranu istoga u prostornoj bazi podataka. Analiza stanja odgovorila je na pitanja o mogućnostima poboljšanja trenutnih modela upisnika podataka o nekretninama i njihovim posebnim dijelovima, odnosno granicama protezanja stvarnih prava, a i svih, sa vrednovanjem povezanih, prostorno georeferenciranih infrastrukturnih sustava.

Proučavanjem svjetskih i europskih sustava masovnog vrednovanja (poglavlje 2.4.2), te postojećeg stanja vrednovanja nekretnina u Hrvatskoj (poglavlje 2.5), određeni su čimbenici vrednovanja nekretnina koje je moguće odrediti na osnovi postojećih podataka testnog sustava.

U radu su korištenjem vlastitih PL/SQL procedura nad prostornih podacima pohranjenima u testnoj implementaciji sustava masovnog vrednovanja određene vrijednosti sljedećih čimbenika vrednovanja nekretnina:

- utjecaj korištenja i namjene prostora (poglavlje 5.3.1):
 - Modelirani grafički podaci o podjeli na zone namjene dijela GUP-a Grada Zagreba, svakoj nekretnini pridružen je podatak o zoni namjene unutar koje se nalaze.
- utjecaj prostorne povezanosti (poglavlje 5.3.2):
 - Određena kvaliteta položaja pomoću integracije podataka dobivenih vrednovanjem urbanog prostora na osnovi analize gradske mreže prometnica, predstavljenih u obliku aksijalnih mapa, Space Syntax metodom.
- utjecaj duljine ulične fronte (poglavlje 5.4.1.3):
 - Određena vrijednost duljine ulične fronte – širine izlaza nekretnine na javnoprometnu površinu. Prethodno obavljeno razvrstavanje katastarskih čestica u svrhu identifikacije čestica javnoprometne površine.
- utjecaj oblika katastarske čestice – relativna kompaktnost (poglavlje 5.4.1.2):

- Svakoj nekretnini pridružena vrijednost relativne kompaktnosti kao mjere iskoristivosti i pogodnost za gradnju na katastarskoj čestici.
- utjecaj površine poligona vidljivosti (poglavlje 5.4.2.1):
 - Uvedena površina poligona vidljivosti kao mjera kvalitete pogleda, odnosno percepcije otvorenosti prostora oko nekretnine.
 - Predstavljen algoritam za određivanje poligona vidljivosti korištenjem funkcionalnosti raspoložive u sustavima za upravljanje prostornim bazama podataka (poglavlje 5.4.2.1.1.1).
 - Obavljena mjerenja brzine izvođenja PL/SQL procedure za određivanje poligona vidljivosti (poglavlje 5.4.2.1.1.2).

Na osnovi cjelovitog modela (poglavlje 5.5.1), s određenim vrijednostima čimbenika vrednovanja za sve nekretnine unutar testnog područja, kreirana je testna implementacija sustava masovnog vrednovanja nekretnina. Sustav je zasnovan na funkcionalnosti sustava za upravljanje prostornom bazom podataka (Oracle 11g). Uviđena je nužnost prikupljanja vrijednosti čimbenika vrednovanja koji nisu obuhvaćeni u službenim sustavima zemljišne administracije, ponajprije podataka o tehničkim karakteristikama građevina, većinom u domeni građevinske struke, bez kojih nije moguće kvalitetno vrednovanje nekretnina.

7. Zaključak

Rad daje detaljan uvid u mogućnosti primjene analiza prostornih podataka službenih upisnika u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina u urbanim područjima. Sustavi masovnog vrednovanja postoje već dulji niz godina, te se razlikuju od zemlje do zemlje u ovisnosti o gospodarskoj moći i planovima razvoja države. Tehnološki napredak omogućio je automatsko određivanje čimbenika vrednovanja nekretnina, te funkcioniranje potpuno automatiziranih sustava vrednovanja. U Hrvatskoj trenutno ne postoji sustav masovnog vrednovanja nekretnina, niti se podaci o transakcijama nekretninama sustavno prikupljaju u svrhu osnivanja jednog takvog sustava. Kroz istraživanje u okviru rada izvedeni su sljedeći zaključci:

Na osnovi teorijskog razmatranja postojećih svjetskih i europskih sustava masovnog vrednovanja nekretnina, ustanovljena je nepobitna višestruka korisnost ovakvih sustava. Uvidom u postojeće stanje prostornih podataka u Hrvatskoj, te izrađenom analizom, utvrđeno je kako stanje prostornih podataka nije zadovoljavajuće, te je za uspostavu sustava masovnog vrednovanja potrebno pojedine podatke manualno obraditi, topološki strukturirati i remodelirati. Za očekivati je kako će inicijative za uspostavu i poboljšanje infrastrukture prostornih podataka kroz standardizaciju i izradu metapodataka olakšati ovaj zadatak. Uspostavu analitičke funkcionalnosti nad pojedinim prostornim podacima (podacima prostornog planiranja) i dalje uvelike otežava praksa izrade digitalnih prostornih podataka bez stroge topološke strukturiranosti, te izborom razmjenskih formata koji zadržavaju funkcionalnost analognih podataka.

7.1. Izvorni znanstveni doprinos

U radu je po prvi puta primijenjeno automatizirano određivanje objektivnih pokazatelja čimbenika vrednovanja nekretnina na velikom broju podataka, temeljeno na trodimenzionalnom vektorskom modelu prostora, uz upotrebu kombinacije topološki strukturiranih podataka pohranjenih u prostornu bazu podataka i vlastitih PL/SQL procedura. Izrađene procedure omogućuju izvođenje složenih prostornih analiza u svrhu masovnog vrednovanja nekretnina, te automatizirano vrednovanje prema postavljenim pravilima, koje je do sada bilo nemoguće obaviti na ovaj način. Na osnovi izrađenog testnog modela, predložena je i klasifikacija katastarskih čestica prema prometnoj povezanosti.

Implementacijom testnog sustava dokazana je hipoteza kako je na osnovi postojećih podataka službenih upisnika prostornih podataka moguće uspostaviti automatizirane procedure određivanja vrijednosti čimbenika vrednovanja nekretnina. Navedeno je moguće kombinacijom pohrane topološki strukturiranih podataka i upotrebom PL/SQL procedura koje koriste SDBMS-om podržanu funkcionalnost. Uspostavom vlastitih procedura moguće je automatizirano odrediti objektivne pokazatelje čimbenika vrednovanja nekretnina na velikom broju podataka.

Detaljno je istražena mogućnost određivanja poligona vidljivosti definiranoga kao poligona na osnovi čije površine je moguće vrednovati otvorenost prostora oko nekretnine. Po prvi puta je ovaj postupak izrađen na osnovi trodimenzionalnog vektorskog modela prostora, na način da je automatiziranim postupkom svakoj nekretnini pridružen podatak o obliku i površini pripadnog poligona vidljivosti. Ujedno je izmjereno i pohranjeno vrijeme potrebno za



određivanje svakog pojedinog poligona vidljivosti, na osnovi kojega su izrađeni grafički prikazi, čijom analizom je moguće optimizirati predloženu proceduru.

7.2. Ograničenja

Testnim sustavom masovnog vrednovanja moguće je razmotriti mogućnosti uspostave korisničkih procedura određivanja objektivnih čimbenika vrednovanja nekretnina, no nije moguće odrediti utjecaj pojedinih čimbenika na vrijednost nekretnina na nekom području. Nedostupnost podataka o transakcijama nekretnina i podataka o tehničkim karakteristikama nekretnina onemogućava provjeru učinkovitosti uspostavljenog ekspertnog sustava masovnog vrednovanja.

Primijenjena metoda određivanja poligona vidljivosti, odnosno njegove površine kao objektivnog pokazatelja percepcije otvorenosti prostora oko nekretnine nije pogodna za egzaktno određivanje oblika poligona vidljivosti. Točnost određivanja poligona ovim načinom direktno je povezana s odabirom kutnog zakreta, čime je definiran i broj točaka kojima je definirana granica poligona vidljivosti. Jednostavnost primijenjene metode omogućuje smanjenje vremena određivanja poligona vidljivosti u slučaju manje zahtijevane točnosti određivanja površine poligona i potrebe određivanja poligona vidljivosti za veliki broj nekretnina.

7.3. Preporuke

Osnovica sustava vrednovanja u Hrvatskoj trebali bi se uspostaviti na temelju postojećih podataka sustava zemljišne administracije i sustava planiranja korištenja prostora. Jedna od glavnih odlika sustava svakako je ažurnost, te je potrebno odrediti minimalan skup podataka na osnovi kojih se mogu očekivati dovoljno kvalitetni podaci vrednovanja. Preopsežan skup podataka i pripadajućih postupaka prikupljanja vodi tromom i glomaznom sustavu koji je teško održavati ažurnim, što se može vidjeti i iz napuštenog sustava katastarskog klasiranja.

Osnovu geoinformacijskog sustava masovnog vrednovanja poželjno je zasnovati na SDBMS tehnologiji koja je dokazano najoptimalniji izbor u uvjetima određivanja čimbenika vrednovanja na osnovi velikog skupa podataka. Osim navedenoga, u SDBMS tehnologiju uključena podrška za analitičku funkcionalnost nad prostornim podacima omogućava bolje i učinkovitije zadržavanje konzistentnosti modela podataka, pomoću ugrađenih formalnih metoda provjere podataka.

Nepostojanje podataka o transakcijama te relativno slabo razvijeno tržište nekretnina uvjetuje ekspertni sustav (stručnjak ili tim stručnjaka postavlja pravila vrednovanja i ocjenjuje utjecaj pojedinih čimbenika) kao jedino moguće rješenje pri inicijalnoj uspostavi sustava masovnog vrednovanja nekretnina u Hrvatskoj. Uvođenjem sistematskog prikupljanja podataka o nekretnini prilikom svake transakcije omogućila bi se kalibracija sustava vrednovanja određivanjem stupnja korelacije postignute cijene i tehničkih karakteristika nekretnine. Time bi se nakon dovoljnog broja prikupljenih podataka mogla osigurati neovisnost sustavom određene vrijednosti nekretnine o nekvalitetno inicijalno procijenjenom utjecaju pojedinog čimbenika na vrijednost nekretnine.



7.4. *Daljnja istraživanja*

Sustav masovnog vrednovanja nekretnina, njegova uspostava i održavanje podataka opsežan je zadatak koji uključuje sudionike različitih profesija. Kvalitetni podaci sustava masovnog vrednovanja zahtijevaju podatke o tehničkim karakteristikama svakog pojedinačnog posebnog dijela nekretnine, zadatak čijeg je određivanja većinom na građevinskoj struci. U radu nije otvoreno pitanje analize troškova i koristi detaljnosti određivanja čimbenika vrednovanja nekretnina, odnosno određivanja optimalne razine ekonomičnosti prikupljanja podataka.

8. Literatura

- AIC (2008): Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice, Appraisal Institute of Canada, Ottawa.
- Arens, C. A. (2003): Maintaining Reality: Modelling 3D spatial object in a Geo-DBMS using a 3D primitive. Master thesis, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Department of Geodesy, Delft.
- Bagdonavicius, A., Ramanauskas, R. (2004): Introducing a Computerised Market Value-Based Mass Appraisal System for Real Property Taxation in Lithuania. FIG Working Week 2004, Athena, Grčka, 22. – 27. svibnja, 2004.
- Bahrs, E., Rust, I. (2003): Notwendigkeit und Konsequenzen einer aktualisierten Bodenschätzung in der Landwirtschaft aus betriebswirtschaftlicher Sicht, Tagungsband der GeWiSoLa, – Jahrestagung zum Thema Perspektiven in der Landnutzung – Regionen, Landschaften, Betriebe – Entscheidungsträger und Instrumente, vol 8.
- Barańska, A. (2004): Criteria of Database Quality Appraisal and Choice Stochastic Models in Prediction of Real Estate Market Value, Proceedings of the FIG Working Week 2004, Atena.
- Belaj, V., Rajčić, D. (2008): Procjena vrijednosti nekretnina s pravnog stajališta, Hrvatsko graditeljstvo pred izazovom europskih integracija / Simović, V. (ur.), Hrvatski savez građevinskih inženjera, Cavtat, 717-728.
- Benjamin, J. D., Guttery, R. S., Sirmans, C. F. (2004): Mass Appraisal: An Introduction to Multiple Regression Analysis for Real Estate Valuation. Journal of Real Estate Practice and Education, Vol. 7, No. 1, 65-78.
- Bilsen, A. (2008): Mathematical Explorations of Urban and Regional Design, PhD thesis, Delft University of Technology, Netherlands.
- Borst, R. A., Rosiers, F., Renigier, M., gonzalez, M. A. S., Kauko, T., d'Amato, M. (2008): Technical Comparison of the Methods Including Formal Testing of Accuracy and Other Modelling Performance Using Own Data Sets and Multiple Regression Analysis / Kauko, T. (ur.) Mass Appraisal Methods: An International Perspective for Property Valuers, Wiley-Blackwell and RICS Research, London, 261-279.
- Cetl, V. (2003): Uloga katastra u nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka, magistarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Cetl, V. (2007): Analiza poboljšanja infrastrukture prostornih podataka, doktorska disertacija, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Cetl, V., Roić, M. (2005): Opisivanje geoinformacija metapodacima. Geodetski list, br. 2, 149-161.
- Chen, T. K., Abdul-Rahman, A., Zlatanov, S. (2008): 3D Spatial Operations for Geo-DBMS - Geometry VS. Topology. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 37, Beijing.
- Chica-Olmo, J. (2007): Prediction of Housing Location Price by a Multivariate Spatial Method: Cokriging. Journal of Real Estate Research, Vol. 29, No. 1, 91-114.

- Cichocinski, P. (2008): Application of Advanced Topological Rules in the Process of Building Geographical Databases Supporting the Valuation of Real Estates. FIG Working Week 2008 Stockholm, Sweden 14-19 June 2008, Stockholm.
- Coors, V., (2003): 3D GIS in Networking environments, Computer, Environment and Urban Systems, Vol. 27, No. 4, 345–357.
- Čarapar, I. (2007): Real Estate Valuation in Croatia: Current Trends and Tendencies, Magistarski rad, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Dale, P. F., McLaughlin, J. D. (1999): Land Administration, Oxford University Press, Oxford.
- De Floriani, L. Magillo, P. (2003): Algorithms for Visibility Computation on Terrains: a Survey, Environment and Planning B – Planning and Design, Vol. 30, No. 5, 709–728.
- DGU (2007): Specifikacije za vektorizaciju katastarskih planova koji se izrađuju CAD/GIS software-ima, verzija 2.9.2, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU (2008): Nacionalna infrastruktura prostornih podataka u Republici Hrvatskoj. Republika Hrvatska, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DiSano J. (1999): Sustainable Development as a Global Trend. UN-FIG Conference on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development, Melbourne, Australia.
- Državni zavod za statistiku (2009): Statističke informacije 2009. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
- Eichenbaum, J. (1989): Incorporating location into computer-assisted valuation, Property Tax Journal, Vol. 8, No. 2, 151-169.
- European Commission (2006): Directive 2006/48/EC of The European Parliament and of the Council of 14 June on relating to the taking up and pursuit of the business of credit institutions. Brussels.
- Faber, R. (1991): Simulation of real market value: an experience, Proceedings of the International conference on property taxation and its interaction with land policy, Cambridge.
- Färnkvist, O. (2002): Property taxes and mass valuation in Sweden. Proceedings of the UN ECE Working Party on Land Administration Workshop, Moskva.
- Friedman, J. P., Harris, J. C., Lindeman, J. B. (2004): Dictionary of Real Estate Terms, Sixth Edition, Barron's, New York.
- Gall, J. (2006): Future of Value Maps in European Context. Shaping the Change XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13.
- Geraci, M. E. (ur.) (2001): The Appraisal of Real Estate, 12th edition. Appraisal Institute, Chicago.
- Gerardy, T. (1975.): Praxis der Grundstücks bewertung, Verlag Moderne Industrie, Minhen.
- González, M. A., Soibelman, L., Formoso, C. T. (2005): A new approach to spatial analysis in CAMA. Property Management, Vol. 23, No. 5, 312-327.
- Hamid, A. I. (1999): GIS-MRA Techniques in Property Valuation: A Framework for Implementation. Buletin Geoinformasi, Vol. 3, No. 1, 63-79.

- IAAO (2007): Standard on Ratio Studies. International Association of Assessing Officers, Kansas City.
- ISO (2008): ISO/WD 19152.3, Geographic information – Land Administration Domain Model, radna verzija dokumenta.
- IVSC (2007): International Valuation Standards, Eight Edition, International Valuation Standards Council (IVSC), London.
- Jiang, B., Claramunt, C. (2002): Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban MorphologyBin, Blackwell Publishers Ltd, USA.
- Jukić T (2000): Prostorno planiranje i urbanizam, interna skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Kalbro, T. (2000): Compulsory Purchase And Restrictions on Land Use: Principles of Compensation in Swedish Law, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Kauko, T., d'Amato, M. (ur.) (2008): Mass Appraisal Methods: An International Perspective for Property Valuers, Blackwell Publishing, Singapur.
- Kertscher, D. (2002): On the Way to a Valuation-GIS / Valuation Information System. FIG XXII International Congress Washington, D.C.USA, April 19-26.
- Kertscher, D. (2004): Digital Purchase Price Collections – The German Way to Provide Transparency for the Real Estate Markets, Proceedings of the FIG Working Week 2004, Atena.
- Kolbe, T. H., Gröger, G. (2003): Toward Unified 3D City Models, Proceedings of ISPRS Commission IV Workshop: "Challenges in Geospatial Analysis, Integration and Visualization II", 8-9. September 2003, Stuttgart.
- Kolbe, T. H., Gröger, G., Plümer, L. (2005): CityGML – Interoperable Access to 3D City Models, Proceedings of the International Symposium on Geo-information for Disaster Management / Oosterom, Zlatanova, Fendel (eds.), 21 – 23. March 2005, Delft.
- Koomen, E., Dekkers, J., Koetse, M., Rietveld, P., Scholten, H. (2005): Valuation of metropolitan open space; presenting the research framework, 45th Congress of the European Regional Science Association, August 23–27, 2005. Amsterdam.
- Kothuri, R., Godfrind, A., Beinat, E. (2007): Pro Oracle Spatial for Oracle Database 11g. Springer-Verlag, New York.
- Krtalić, V. (2004): Sustavi planiranja korištenja zemljišta: povijesni prikaz, postojeće stanje, prijedlog mogućeg oblikovanja hrvatskoga sustava planiranja korištenja zemljišta, Novi informator, Zagreb.
- Krtalić, V. (2007): Načela procjene tržišne vrijednosti nekretnina, Hrvatsko društvo sudskih vještaka, Zagreb.
- Kryvobokov, M. (2004): Urban land zoning for taxation purposes in Ukraine. Property Management, 22(3), 214-229.
- Kryvobokov, M. (2006): Mass valuation of urban land in Ukraine: from normative to a market-based approach. Doktorska disertacije, Department of Real Estate and Construction Management, Royal Institute of Technology, Štokholm.
- Kvasnička, P., Matešić, L., Šurjak, D. (1998): Procjena vrijednosti nekretnina / Josipović, T. (ur.) Prodaja nekretnina, Hrvatska gospodarska komora, Zagreb, 79-175.

- Lake I. R., Lovett A. A., Bateman I. J., Day B. (2000): Using GIS and large-scale digital data to implement hedonic pricing studies, *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 14, No. 6, 521–541.
- Lapaine, M. (1999): Određivanje granica razreda metodama aritmetičkog i geometrijskog niza, *Geodetski list*, 3, 197-208.
- Larsson, G. (1997): *Land Management: Public Policy, Control and Participation*. The Swedish Council for Building Research, Štokholm.
- Ledoux, H., Meijers, M. (2009): Extruding building footprints to create topologically consistent 3D city models. / *Urban and Regional Data Management (UDMS 2009)*, CRC Press, 39-48.
- LeSage, J., Pace, R. K. (2009): *Introduction to spatial econometrics*, CRC Press, Berlin.
- Lovrinčević, D. (2010): *Analiza prometne povezanosti nekretnina u k.o. Centar*, diplomski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Lovrinčević, Ž., Vizek, M. (2008): Determinante cijena nekretnina u republici Hrvatskoj i potencijalni učinci liberalizacije tržišta nekretnina. *Ekonomski pregled*, Vol. 59, No. 12, 723-740.
- Mastelić Ivić, S. (2008): *Procjena nekretnina*. Interna skripta, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Matijević, H. (2004): *Modeliranje podataka katastra*. Magistarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Matijević, H. (2006): *Modeliranje promjena u katastru*, doktorska disertacija, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Matijević, H., Mastelić Ivić, S., Cetl, V. (2006): Automatic Calculation of 3D Characteristics of a Cadastral Parcel for the Purposes of Mass Valuation, *Kartografija i Geoinformacije* 6.
- McCluskey, W., Anand, S. (1999): The application of intelligent hybrid techniques for the mass appraisal of residential properties. *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 17, No. 3, 218-238.
- McCluskey, W., Deddis, W. G., Lamont, I. G., Borst, R. A. (2000): The application of surface generated interpolation models for the prediction of residential property values. *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 18, No. 2, 162-176.
- McCluskey, W., Deddis, W., Mannis, A., McBurney, D., Borst, R. (1997): Interactive application of computer assisted mass appraisal and geographic information systems. *Journal of Property Valuation and Investment*, Vol. 15, No. 5, 448-465.
- McGill, G., Plimmer, F. (2004): *Land Value Taxation: An Investigation into Practical Planning and Valuation Problems*, Proceedings of the FIG Working Week 2004, Atena.
- Miller, N. G. (1982): Residential Property Hedonic Pricing Models: A Review / Sirmans C.F. (ur.), *Urban Housing Markets and Property Valuation*. Research in Real Estate Vol. 2, Jai Press Inc., Greenwich, CT, pp. 31–56.
- Molenaar, M. (1992): A topology for 3D vector maps. *ITC Journal*, No. 1, 25–33.



- Narodne novine (1981): Pravilnik o katastarskom klasiranju zemljišta, 16.
- Narodne novine (1982): Pravilnik o bonitiranju zemljišta, 47.
- Narodne novine (1984): Upute o načinu utvrđivanja građevinske vrijednosti ekspropriranih objekata, 20.
- Narodne novine (1996): Zakon o naknadi za imovinu oduzetu za vrijeme jugoslavenske komunističke vladavine, 92.
- Narodne novine (1996): Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, 91.
- Narodne novine (1996): Zakon o zemljišnim knjigama, 91.
- Narodne novine (1997): Zakon o porezu na promet nekretnina, 69.
- Narodne novine (1998): Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti stana, 66.
- Narodne novine (1999): Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti oduzetih poduzeća, 107.
- Narodne novine (1999): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 128.
- Narodne novine (2003): Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje naknade za oduzeto građevinsko zemljište i poslovni prostor, 204.
- Narodne novine (2003): Pravilnik o određivanju stvarnih troškova uporabe podataka državne izmjere i katastra nekretnina, 19.
- Narodne novine (2004): Pravilnik o mjerilima za utvrđivanje vrijednosti oduzetog poljoprivrednog zemljišta, šuma i šumskog zemljišta, 18.
- Narodne novine (2007): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 16.
- Narodne Novine (2007): Zakon o prostornom uređenju i gradnji, 76.
- Narodne novine (2008): Pravilnik o registru prostornih jedinica, 37.
- Narodne novine (2008): Pravilnik o topografskoj izmjeri i izradbi državnih karata, 109.
- Narodne novine (2009): Pravilnik o određivanju stvarnih troškova uporabe podataka dokumentacije državne izmjere i katastra nekretnina, 75.
- Nguyen, N., Cripps, A. (2001): Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. *Journal of Real Estate Research*, Vol. 22, No. 3, 313-336.
- OGC (1999): OpenGIS Simple Features Specification for SQL, OpenGIS Project Document 99-049, OpenGIS Consortium, Wayland.
- OGC (2008): OpenGIS City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard / Gröger, G., Kolbe, T. H., Czerwinski, A., Nagel, C. (ur.), Encoding Standard, OGC.
- Olmo, J. C. (1995): Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents. *Urban Studies*. Vol. 32, No. 8, 1331-1344.
- Oosterom, P. van, Lemmen, C. (2006): FIG Core Cadastral Domain Model Version 1.0, Proceedings of 23th International FIG Congress: Shaping the Change, October 8-13, Munich.
- Oracle (2009): Oracle Spatial Developer's Guide 11g Release 1, Oracle Corporation.

- Østensen, O. (2001): The expanding agenda of Geographic information standards. ISO Bulletin, July, p. 16.-21.
- Pahić, D., Magdić, I. (2006): e-Katastar – The browser of cadastral data. Proceedings of XXIII International FIG Congress, FIG International Federation of Surveyors, Muenchen.
- Peng, Z. R., Tsou, M. H. (2003): Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Penninga, F. (2008): 3D topography: A Simplicial Complex-based Solution in a Spatial DBMS, doctoral thesis, Delft University of Technology, Delft.
- Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A. (2002): Spatial databases With Application to GIS, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco.
- Roić, M., Medić, V., Fanton, I., (1999): Katastar zemljišta i zemljišna knjiga, skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Roić M., Kapović Z., Mastelić Ivić S., Cetl V., Matijević H., Ivšić I. (2002): Prevođenje katastarskih planova izrađenih u Gauss-Kruegerovoj projekciji u digitalni vektorski oblik, studija, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Roić M., Matijević H., Mađer, M. (2007): Mass valuation Using Quantified Spatial Characteristics of Cadastral Parcels, Proceedings from FIG Commission 3 Annual Meeting 2007., Atena.
- Roić, M., Fjalestad, J. B., Steiwer, F. (2008): Regionalna studija o katastru. Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Roos, H. (2006): The Use of Geographic Information Systems for Property Valuation and Tax Assessment. Shaping the Change XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13.
- Ross W. F., Brachman R., Holzner P. (1991.): Ermittlung des Bauwertes von Gebäuden und des verkehrswertes von Grundstücken, 26. Izdanje, Teodor Oppermann verlag, Hannover.
- Sander, H. A., Manson, S. M. (2007): Heights and locations of artificial structures in viewshed calculation: How close is close enough?, Landscape and Urban Planning, Vol. 82, No. 4, 257–270.
- Sarip, A. G. (2005): Integrating artificial neural networks and GIS for single-property valuation. Proceedings of the 11th Annual Conference of the Pacific Rim Real Estate, Melbourne.
- Seidel, C (2005): Transparency in the German real estate market – Results and problems, chances and new developments. FIG Commission 9, CIREA and HKIS Symposium – Property Valuers Fronting the Triple Bottom Lines of Economic, Environment and Social Conflicts, Xian, Kina, 16.-20. kolovoza 2005.
- Stoter, J., Oosterom, P. (2006): 3D Cadastre in an International Context: Legal, Organizational, and Technological Aspects, CRC Press – Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Šiško, D. (2009): Donji grad – georeferencirana statistika, tehničko izvješće projekta, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj grada, Zagreb.

- Šiško, D. (2009): Pilot projekt: Planirana namjena površina, tehničko izvješće projekta, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj grada, Zagreb.
- TEGoVA (2009): European Valuation Standards 2009, Sixth Edition, The European Group of Valuer's Associations, Belgija.
- Thibodeau, T., G., (2003): Marking Single-Family Property Values to Market. Real Estate Economics, Vol. 31, No. 1, 1–22.
- Tomić, H., Mastelić Ivić, S., Kapović, Z. (2010): Određivanje poligona vidljivosti kao čimbenika vrednovanja nekretnina u urbanom području na osnovi vektorskog 3D modela prostora, Kartografija i geoinformacije, Vol. 9, No. 13, 4-19.
- Tomić, H., Mastelić Ivić, S., Matijević, H. (2007): Globalna procjena nekretnina u realizaciji prostornih planova. Zbornik radova prvog kongresa o katastru u BiH / Lesko, I. (ur.). Geodetsko društvo Herceg-Bosne, 235-241.
- Tomić, H., Matijević, H., Mastelić Ivić, S., Rončević, A. (2006): Development of Land Valuation System, Proceedings of 23th International FIG Congress: Shaping the Change, Muenchen.
- Tomić, H., Roić, M., Mastelić Ivić, S. (2010): Vrednovanje zemljišta razvrstavanjem u klase / Četvrti hrvatski kongres o katastru s međunarodnim sudjelovanjem / Medak, D., Pribičević, B., Delak, J. (ur.). Zagreb : Hrvatsko geodetsko društvo. 357-370.
- Turner, A., Doxa, M., O'Sullivan, D., Penn, A. (2001): From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 28, No. 1, 103-121.
- UNECE (1996): Land Administration Guidelines. UNECE, Geneva.
- UNECE (2001): Land (Real Estate) Mass Valuation Systems for Taxation Purposes in Europe, Federal Land Cadastra Service of Russia, Moscow.
- UNECE (2005): LAND ADMINISTRATION IN THE UNECE REGION - Development trends and main principles, New York and Geneva.
- UNECE (2008): SPATIAL PLANNING - Key Instrument for Development and Effective Governance with Special Reference to Countries in Transition, New York and Geneva.
- Varga, M. (1994): Baze podataka – konceptualno, logičko i fizičko modeliranje podataka, Društvo za razvoj informatičke pismenosti, Zagreb.
- Verner, V. (1936): Pravilnik općine grada Zagreba za procjenu nekretnina, Tiskara Preradović, Zagreb.
- Vogels, M. (1996.): Grundstücks und Gebäudebewertung marktgerecht, 5. izdanje, Bauverlag GmbH, Wiesbaden i Berlin.
- Vries, P. de, Faber, R. (2009): Towards a Real Estate Monitoring Information System in Romania. The Romanian Economic Journal, Vol. 12, No. 32, 187-214.
- Weiss, P. (2004): Borders in cyberspace: Conflicting public sector information policies and their economic impacts. Proceedings of GSDI 7 Conference Bangalore, India.

- Williams, S (2009): Reforming Real Estate Markets for Financial Stability. UNECE - Promoting Competitive Knowledge Based Innovative Economies, 30. ožujka – 1. travnja 2009., Ženeva.
- Yang, P. P.-J., Putra, S. Y., Li W. (2007): Viewsphere: a GIS-based 3D visibility analysis for urban design evaluation, *Environment and Planning B: Planning and Design* Vol. 34, No. 6, 971–992.
- Yomralioglu, T., Nisanci, R. (2004): Nominal Asset Land Valuation Technique by GIS, *Proceedings of the FIG Working Week 2004*, Atena.
- Yomralioglu, T., Nisanci, R., Yildirim, V. (2007): An Implementation of Nominal Asset Based Land Readjustment, *Proceedings of the FIG Working Week 2007: Strategic Integration of Surveying Services*, Hong Kong.
- Yu, S.-M., Han, S.-S., Chai, C.-H. (2007): Modeling the value of view in high-rise apartments: a 3D GIS approach, *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 34, No. 1, 139–153.
- Zlatanova, S. (2000). “3D GIS for Urban Development.” PhD Thesis, ITC, The Netherlands.
- Željko, Ž. (2004): Prodaja nekretnina - procjena vrijednosti nekretnina, Hrvatska gospodarska komora, Zagreb.



Popis URL-ova

- URL 1. International Valuation Standards, Eight Edition.
<http://www.appraisal institute.org/store/p-101-international-valuation-standards-eighth-edition-2007.aspx>, 10. 02. 2010.
- URL 2. RICS Red Book: Royal Institution of Chartered Surveyors.
<http://www.rics.org/site/scripts/documents.aspx?categoryID=310>, 11. 02. 2010.
- URL 3. Uniform Standards of Professional Appraisal Practice, 2010-2011 Edition.
<http://www.uspap.org/2010USPAP/index.htm>, 11. 02. 2010.
- URL 4. Artificial neural network. http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network, 22.02.2010.
- URL 5. Petrović, I., Matuško, J.: Osnove neuronskih mreža – neuronsko upravljanje.
http://www.fer.hr/_download/repository/OIU_NN_slides_01.pdf, 24.02.2010.
- URL 6. Gutachterausschüsse für Grundstückswerte in Niedersachsen.
<http://www.gag.niedersachsen.de>, 02.03.2010.
- URL 7. Valuation Office Agency. <http://www.voa.gov.uk/>, 04.03.2010.
- URL 8. Hrvatska gospodarska komora: poslovanje nekretninama.
http://www2.hgk.hr/en/depts/trade/Nekretnine_2009.pdf, 11.03.2010.
- URL 9. Središnji državni ured za e-Hrvatsku, Hrvatski okvir za interoperabilnost elektroničke uprave. <http://www.e-hrvatska.hr/sdu/hr/eUprava/Interoperabilnost.html>, 17.03.2010.
- URL 10. DGU.GeoPortal <http://www.geo-portal.hr/>, 17.03.2010.
- URL 11. Hrvatski zavod za norme. <http://www.hzn.hr/>, 19.03.2010.
- URL 12. CityGML. <http://www.citygml.org/>, 12.04.2010.
- URL 13. Državni zavod za statistiku. <http://www.dzs.hr>, 13.05.2010.
- URL 14. Državna geodetska uprava. <http://www.dgu.hr>, 13.05.2010.
- URL 15. Interaktivna karta Zagreba. <https://e-uprava.apis-it.hr/gup/>, 13.05.2010.



Popis tablica

TABLICA 1. PROCJENITELJSKE NORME NA RAZLIČITIM NIVOIMA UPOTREBE	8
TABLICA 2. USPOREDBA METODA MASOVNE PROCJENE.....	20
TABLICA 3. USPOREDBA SUSTAVA MASOVNOG VREDNOVANJA	27
TABLICA 4. KOEFICIJENTI ZA IZRAČUN KORISNE POVRŠINE	28
TABLICA 5. ŽAKONSKA REGULATIVA ZA SPECIFIČNE SLUČAJEVE PROCJENE VRIJEDNOSTI NEKRETNINA	29
TABLICA 6. TIPOVI ZGRADA (ZG_K_TIP) U MODELU PODATAKA GUKGZ.....	60
TABLICA 7. POLOŽAJNI ČIMBENICI.....	66
TABLICA 8. ČIMBENICI INDIVIDUALNOG VREDNOVANJA NEKRETNINA	72
TABLICA 9. POLIGON VIDLJIVOSTI U OVISNOSTI O IZBORU KUTNOG KORAKA	81
TABLICA 10. STATISTIČKI POKAZATELJI IZRAČUNA POLIGONA VIDLJIVOSTI	84
TABLICA 11. STATISTIČKI POKAZATELJI ČIMBENIKA VREDNOVANJA UNUTAR M1 ZONE	92
TABLICA 12. KLASIFIKACIJA VRIJEDNOSTI ČIMBENIKA.....	93

Popis slika

SLIKA 1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	3
SLIKA 2. PIRAMIDA INFRASTRUKTURE TRŽIŠTA NEKRETNINA	9
SLIKA 3. POSTUPAK POJEDINAČNE PROCJENE NEKRETNINA	11
SLIKA 4. PODJELA REGRESIJSKIH VARIJABLI U HEDONISTIČKOM PRISTUPU	17
SLIKA 5. PRIMJER GRAFA OVISNOSTI UMJETNE NEURONSKE MREŽE – ANN	17
SLIKA 6. POSTUPAK IZRAČUNA NOMINALNE VRIJEDNOSTI GIS METODOM (YOMRALIOGLU I DR. 2007)	19
SLIKA 7. WEB SERVIS ZA PREGLED KARTE VRIJEDNOSTI (URL 6).....	23
SLIKA 8. RAZVOJ SUSTAVA MASOVNOG VREDNOVANJA U NJEMAČKOJ (KERTSCHER 2002)	24
SLIKA 9. INDEKS OVISNOSTI CIJENE NEKRETNINE KROZ GODINE (URL 6).....	24
SLIKA 10. FINANCIRANJE I KORIŠTENJE INFORMACIJA JAVNOG SEKTORA U SAD-U (WEISS 2004)	28
SLIKA 11. ZAPISNIK O BODOVANJU STANA (NN 20/87)	31
SLIKA 12. PROSJEČNE CIJENE PRODANIH NOVIH STANOVA U KUNAMA PO GODINAMA	34
SLIKA 13. BROJ PROVEDENIH KUPOPRODAJA NEKRETNINA U HRVATSKOJ PO GODINAMA (URL 8)	34
SLIKA 14. ORGANIZACIJA NIPP-A U HRVATSKOJ (DGU 2008)	37
SLIKA 15. DGU GEOPORTAL (URL 10).....	38
SLIKA 16. METAKATASTARSKI PORTAL (CETL 2007).....	38
SLIKA 17. STRUKTURA PROSTORNOG OBJEKTA (MATIJEVIĆ 2004)	39
SLIKA 18. PRIMJER MREŽNOG MODELA VEKTORSKIH PODATAKA	41
SLIKA 19. PRIJELAZ IZ „ŠPAGETI“ MODELA U TOPOLOŠKI MODEL	42
SLIKA 20. KREIRANJE 3D TIJELA GEOMETRIJSKO-TOPOLOŠKIM MODELOM (KOLBE I GRÖGER 2003)	43
SLIKA 21. PRIMJER OSTVARIVANJA VEZE U RELACIJSKOJ BAZI PODATAKA	43
SLIKA 22. DIJAGRAM KLASA SDO_ GEOMETRY TIPRA PODATKA (KOTHURI I DR. 2007)	45
SLIKA 23. MODEL 9-PRESJEKA: RELACIJE DVAJU 3D TIJELA	46
SLIKA 24. ORGANIZACIJA PROSTORNIH PODATAKA R-STABLO HIJERARHIJOM.....	48
SLIKA 25. DIJAGRAM KLASA JEZGRE LADM-A (ISO 2008).....	50
SLIKA 26. INTERNET GIS GRADA ZAGREBA (URL 15)	55
SLIKA 27. OVISNOST VRIJEDNOSTI ZEMLJIŠTA O NAMJENI PROSTORA (KALBRO 2000)	55
SLIKA 28. NEUSKLAĐENOSTI NAMJENA IZ PLANOVA RAZLIČITIH MJERILA (ŠIŠKO 2009).....	56
SLIKA 29. VEZA RELACIJA KC I GRADJEVINA	60
SLIKA 30. MODELIRANJE ZGRADA NA OSNOVI PODATAKA DKP-A	62
SLIKA 31. PRIKAZ DIJELA GOTOVOG MODELA – ZGRADA KINA EUROPA, VARŠAVSKA ULICA	62
SLIKA 32. TIN, STEPENASTI RSG I TRIANGULIRANI RSG (DE FLORIANI I DR. 2003)	63
SLIKA 33. DIGITALNI MODEL OBJEKATA	64
SLIKA 34. DIGITALNI MODEL TERENA.....	64
SLIKA 35. MODELIRANJE DMT-A TESTNOG PODRUČJA	65
SLIKA 36. PRIKAZ DIJELA CJELOVITOG MODELA	66
SLIKA 37. PRIKAZ KORIŠTENJA I NAMJENE PROSTORA ZA K.O. CENTAR	67
SLIKA 38. IZRADA AKSIJALNIH LINIJA	68
SLIKA 39. TEMATSKI PRIKAZ VRIJEDNOSTI GLOBALNE INTEGRACIJE AKSIJALNIH LINIJA	69
SLIKA 40. VEZA PODATAKA PROSTORNE POVEZANOSTI NA KLASU KC.....	70
SLIKA 41. TEMATSKI PRIKAZ VRIJEDNOSTI GLOBALNE INTEGRACIJE KATASTARSKIH ČESTICA	71
SLIKA 42. TEMATSKI PRIKAZ UDALJENOSTI U METRIMA OD ODABRANIH TOČAKA UTJECAJA NA VRIJEDNOST	72
SLIKA 43. TEMATSKI PRIKAZ RELATIVNE KOMPAKTNOSTI KATASTARSKIH ČESTICA	75
SLIKA 44. KATASTARSKE ČESTICE S VRIJEDNOŠĆU APSOLUTNE KOMPAKTNOSTI MANJOM OD 0,25	76
SLIKA 45. DULJINA ULIČNE FRONTE.....	76
SLIKA 46. TEMATSKI PRIKAZ DULJINA ULIČNIH FRONTI U METRIMA	77
SLIKA 47. 2D I 3D POLIGON VIDLJIVOSTI (BILSEN 2008)	78
SLIKA 48. UZDUŽNI PRESJEK TERENA I PRIPADAJUĆA VIDLJIVOST HORIZONTALNE VIZURE	79
SLIKA 49. DIJAGRAM AKTIVNOSTI PROCEDURE „VIDLJIVOST“	79
SLIKA 50. PRIMJER IZRAČUNATOG POLIGONA VIDLJIVOSTI – 2D PRIKAZ	80
SLIKA 51. PRIMJER IZRAČUNATOG POLIGONA VIDLJIVOSTI – 3D PRIKAZ	80
SLIKA 52. POLIGON VIDLJIVOSTI OMEĐEN TERENOM	81
SLIKA 53. TEMATSKI PRIKAZ POVRŠINE POLIGONA VIDLJIVOSTI U M ²	83
SLIKA 54. PRIKAZ OVISNOSTI BRZINE IZRAČUNA O BROJU OBJEKATA	84
SLIKA 55. PRIKAZ OVISNOSTI BRZINE IZRAČUNA O POVRŠINI POLIGONA VIDLJIVOSTI.....	85



SLIKA 56. POLIGONI VIDLJIVOSTI POSEBNIH DIJELOVA NEKRETNINE	86
SLIKA 57. DIO GRAFIČKOG DIJELA ELABORATA USPOSTAVE POSEBNIH DIJELOVA NEKRETNINE	87
SLIKA 58. DIJAGRAM AKTIVNOSTI I PRIKAZ PROCEDURE ODREĐIVANJA ORIJENTACIJE POSEBNOG DIJELA NEKRETNINE.....	89
SLIKA 59. DIJAGRAM KLASA MODELA VREDNOVANJA	91
SLIKA 60. POLOŽAJ I IDENTIFIKATORI M1 ZONA OBUHVACENIH ANALIZOM	92
SLIKA 61. TEMATSKI PRIKAZ ZBIRNIH VRIJEDNOSTI ČIMBENIKA (U %) UNUTAR M1 ZONA	94
SLIKA 62. TEMATSKI PRIKAZ VRIJEDNOSTI GLOBALNE INTEGRACIJE NEKRETNINA UNUTAR M1 ZONE	95



Popis kratica

AIC	Kanadska udruga procjenitelja (engl. <i>Appraisal Institute of Canada</i>)
ANN	Umjetna neuronska mreža (engl. <i>Artificial Neural Network</i>)
BLUE	Najbolja linearna nepristrana ocjena (engl. <i>Best Linear Unbiased Estimates</i>)
CAD	Računalno potpomognut dizajn (engl. <i>Computer Aided Design</i>)
CAMA	Računalno podržan sustav masovnog vrednovanja (engl. <i>Computer-Assisted Mass Appraisal</i>)
COD	Koeficijent disperzije (engl. <i>Coefficient of Dispersion</i>)
CROTIS	Topografsko informacijski sustav Republike Hrvatske, model topografskih podataka
CSM	Metoda tržišne usporedbe (engl. <i>Comparable Sales Method</i>)
DBMS	Sustav upravljanja bazom podataka (engl. <i>Database Management System</i>)
DKP	Digitalni katastarski plan
DMR	Digitalni model reljefa (engl. <i>Digital Elevation Model</i>)
EVS	Europske norme vrednovanja (engl. <i>European Valuation Standards</i>)
GINS	Geoinformacijski neuronski sustav (engl. <i>Geo-Information Neural System</i>)
GIS	Geografski informacijski sustav (engl. <i>Geographic Information System</i>)
GUP	Generalni urbanistički plan
GWR	Regresija s geografskom raspodjelom težina (engl. <i>Geographically Weighted Regression</i>)
HABU	Najbolja uporaba (engl. <i>Highest and Best Use</i>)
IAAO	Međunarodna udruga procjenitelja (engl. <i>International Association of Assessing Officers</i>)
INSPIRE	Inicijativa i prijedlog Europske komisije za stvaranje infrastrukture za prostorni informacijski sustav u Europi (engl. <i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i>)
IPP	Infrastruktura prostornih podataka
ISO	Međunarodna udruga za normizaciju (engl. <i>International Organization for Standardization</i>)



IVS	Međunarodne norme vrednovanja (engl. <i>International Valuation Standards</i>)
IVSC	Vijeće za međunarodnu normizaciju vrednovanja (engl. <i>International Valuation Standards Council</i>)
LADM	Model područja upravljanja zemljištem (engl. <i>Land Administration Domain Model</i>)
LVRS	Ploha odjeka položajne vrijednosti (engl. <i>Location Value Response Surface</i>)
MBR	Minimalni obuhvatni pravokutnik (engl. <i>Minimum Bounding Rectangle</i>)
MLP	Višeslojni perceptron, vrsta umjetne neuronske mreže (engl. <i>Multilayer Perceptron</i>)
MRA	Višestruka regresijska analiza (engl. <i>Multiple Regression Analysis</i>)
NIPP	Nacionalna infrastruktura prostornih podataka
OGC	Međunarodna neprofitna udruga za standardizaciju u polju geoinformacija (engl. <i>Open Geospatial Consortium</i>)
OLS	Metoda najmanjih kvadrata (engl. <i>Ordinary Least Squares</i>)
PL/SQL	Oracle-ov proceduralni upitni jezik (engl. <i>Procedural Language/Structured Query Language</i>)
PPUO/G	Prostorni plan uređenja velikoga grada, grada, odnosno općine
RBF	Mreža kružne osnovice, vrsta umjetne neuronske mreže (engl. <i>Radial Basis Function Networks</i>)
RICS	Kraljevska organizacija geodeta Ujedinjenog Kraljevstva (engl. <i>Royal Institution of Chartered Surveyors</i>)
RICS	Kraljevska organizacija geodeta Ujedinjenog Kraljevstva (engl. <i>Royal Institution of Chartered Surveyors</i>)
RPJ	Registar prostornih jedinica
RSA	Analiza plohe odjeka (engl. <i>Response Surface Analysis</i>)
RST	Teorija približnih skupova (engl. <i>Rough Set Theory</i>)
SDBMS	Sustav za upravljanje prostornom bazom podataka (engl. <i>Spatial Database Management System</i>)
SDI	Infrastruktura prostornih podataka (engl. <i>Spatial Data Infrastructure</i>)



SOFM	karta samoorganizirajućih značajki, Kohonenova karta - vrsta umjetne neuronske mreže (engl. <i>Self-organizing Feature Map</i>)
SUGBP	Sustav za upravljanje geoprostornom bazom podataka
TEGoVA	Europska organizacija procjeniteljskih udruga (engl. <i>The European Group of Valuers' Associations</i>)
TIN	Nepravilna mreža trokuta (engl. <i>Triangulated Irregular Network</i>)
UNECE	Ekonomska komisija Ujedinjenih Naroda za Europu (engl. <i>United Nations Economic Commission for Europe</i>)
USPAP	Norma profesionalne procjeniteljske prakse (engl. <i>Uniform Standards of Professional Appraisal Practice</i>)
VIC	Centar utjecaja na vrijednost (engl. <i>Value Influence Center</i>)
WMS	Protokol za posluživanje geoinformacija putem Weba (engl. <i>Web Map Service</i>)

Životopis:



Hrvoje Tomić rođen je 20. lipnja 1979. godine u Puli. Školovanje je započeo 1985. godine u osnovnoj školi „Ivan Meštrović“ u Zagrebu. Godine 1993. upisuje se u Geodetsku tehničku školu u Zagrebu. Na osnovi odličnog uspjeha tijekom cijelog srednjoškolskog obrazovanja i završnog rada oslobođen je polaganja ostalih dijelova završnog ispita-mature i stječe srednju školsku spremu, profil: geodetski tehničar 1997. godine.

Na Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje se 1997. godine. Tijekom studiranja honorarno je radio u privatnim tvrtkama na poslovima inženjerske geodezije i geodetske izmjere, te kao predavač iz predmeta Računarstvo i ZIS u Geodetskoj tehničkoj školi. Sudjelovao je na stručnoj praksi „Jarun 2001“, organiziranoj od strane fakulteta. Diplomirao je 28. veljače 2003. godine, diplomskim radom koji je izradio pod vodstvom prof. dr. sc. Siniše Mastelić Ivića, s temom rada: „Prostorno orijentirana baza sliva Cetine“.

Od lipnja 2004. zaposlen je na Geodetskom fakultetu, Zavodu za inženjersku geodeziju i upravljanje prostornim informacijama u svojstvu asistenta. Od imenovanja do danas organizira i obavlja vježbe iz sljedećih kolegija: Uređenje zemljišta, Geodetski radovi u hidrotehnici, Komasačije i Procjena nekretnina. Aktivno je sudjelovao na studentskim praksama usmjerenja Inženjersku geodeziju i upravljanje prostornim informacijama, 2004. godine u Bolu na Braču, te 2009. godine u Kutini.

Do sada je kao autor i koautor objavio veći broj znanstvenih i stručnih članaka u domaćim i stranim časopisima, te zbornicima radova. Sudjelovao je na izradi znanstvenog projekta: Podrška evidenciji i upravljanju preobrazbe Katastra zemljišta u Katastar nekretnina (voditelj: prof. dr. sc. Miodrag Roić), te dva znanstvenostručna projekta: Prikupljanje podataka o zgradama i drugim građevinama (voditelj: prof. dr. sc. Miodrag Roić) i Homogenizacija katastarskog plana (voditelj: prof. dr. sc. Miodrag Roić).

Uspješno radi na stručnim poslovima vezanima uz upravljanje prostornim informacijama, te primijenjenoj geodeziji: probna ispitivanja mostova, vijadukata, nadvožnjaka i ostalih građevinskih konstrukcija. Piše i govori engleski i njemački jezik, član je Hrvatskog geodetskog društva.