

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Ненад М. Вишњевац

**РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОДАКА ЗД
КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ**

докторска дисертација

Београд, 2019

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Nenad M. Višnjevac

**DEVELOPMENT OF 3D REAL ESTATE
CADASTRE DATA MODEL**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

Ментор: Проф. др Бранислав Бајат, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду,
Грађевински факултет.

Чланови комисије: В. проф. др Рајица Михајловић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду,
Грађевински факултет.

В. проф. др Жељко Цвијетиновић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду,
Грађевински факултет.

Доц. др Младен Шошкић, дипл. инж. геод.
Универзитет у Београду,
Грађевински факултет.

В. проф. др Анка Лисец, дипл. инж. геод.
Универзитет у Љубљани,
Факултет за грађевинарство и геодезију.

Датум одбране: _____

Развој модела података 3Д катастра непокретности

Сажетак

Катастар непокретности у Србији се заснива на 2Д катастарским плановима и процедурама које не подржавају недвосмислену регистрацију и приказивање комплексних 3Д ситуација и сложених објеката. Ове потешкоће су посебно изражене у урбаним срединама. Циљ ове докторске дисертације је да истражи на који начин се могу превазићи потешкоће катастра непокретности у Србији када је реч о регистрацији комплексних 3Д ситуација.

Истраживање је засновано на претпоставци да се регистрација и приказивање 3Д комплексних ситуација може успешно моделирати и имплементирати применом модерних ГИС технологија и технологија за визуелизацију и складиштење 3Д података. Полазна претпоставка такође подразумева да је могуће развити оптималан модел података 3Д катастра непокретности за Србију. Овакав модел би омогућио превазилажење потешкоћа при регистрацији 3Д ситуација.

На основу анализе досадашњих истраживања у свету, међународних стандарда, сагледавања садашње праксе катастра непокретности у Србији, закона, и осталих правних аката предложен је концепт 3Д катастра непокретности за Србију. Предложени концепт 3Д катастра настоји да укључи постојеће катастарске податке и процедуре у што већој мери како би прелаз ка 3Д катастру непокретности био што једноставнији и економски оправдан.

На основу дефинисаног концепта 3Д катастра за Србију, развијен је концептуални и логички модел података. Током процеса развоја модела података такође је вођено рачуна о међународним стандардима, међународним искуствима и пракси.

У оквиру практичног дела рада, предложени модел података је тестиран на основу садашњих катастарских података и података (техничке документације) које достављају геодетске организације.

Креирани су подаци који су дефинисани предложеним моделом података (укључујући 3Д геометрију објеката и посебних делова). Подаци су ускладиштени

у MongoDB (NoSQL database) бази података и приказани уз помоћ Cesium JavaScript библиотеке. Такође, приказани су и упити над 3Д катастарским подацима.

На крају рада приказане су смернице за даље истраживање и развој.

Кључне речи:

3Д катастар, катастар непокретности, катастар у Србији, модел података, хибридни модел

Научна област:

Геодезија

Ужа научна област:

Пример и уређење земљишне територије

Земљишни информациони системи

УДК број:

528.3(043.3)

007:528.9]:004(043.3)

007:912]:004(043.3)

Development of 3D real estate cadastre data model

Abstract

The real estate cadastre in the Republic of Serbia is based on 2D cadastral maps and procedures that do not support unequivocal registration and visualization of complex 3D property situations and complex objects, especially in urban areas. The aim of this doctoral dissertation is to research how the difficulties of 3D complex situations registration in Serbia can be overcome.

The study is based on the assumption that the registration and visualization of 3D complex situations can be successfully modeled and implemented by using modern GIS technologies, technologies for visualizing and storing 3D data. The initial assumption also considers that it is possible to develop an optimal 3D cadastre data model for Serbia. This model would provide overcoming difficulties in the registration of 3D situations.

Based on the analysis of previous international research, international standards, review of the current cadastral practice in Serbia, laws, and other legal acts, the concept of 3D real estate cadastre for Serbia is proposed. The proposed concept of 3D cadastre includes the use of existing cadastral data and procedures to make the transition simple and economically justified as possible.

Based on the suggested 3D cadastre concept for Serbia, a conceptual and logical data model has been developed. In the course of the data modeling process, international standards, experience, and practice were considered.

Within the case study, the proposed 3D real estate cadastre data model was tested based on data from the current cadastre system and data (technical documentation) currently provided by surveying agencies.

Data defined by the proposed data model were created (including 3D geometry of buildings and building units), stored into MongoDB (NoSQL database) and visualized by using Cesium JavaScript library. Various data queries were also presented within case studies.

The instructions for future research and development are given at the end of the study.

Keywords:

3D Cadastre, Real Estate Cadastre, Serbian Cadastral System, Data Model, Hybrid model

Scientific field:

Geodesy

Scientific subfield:

Survey and land territory management

Land information systems

UDC number:

528.3(043.3)

007:528.9]:004(043.3)

007:912]:004(043.3)

Садржај

1	УВОД.....	1
1.1	Предмет истраживања.....	2
1.2	Преглед досадашњих истраживања.....	5
1.3	Полазне хипотезе истраживања.....	9
1.4	Циљеви и задаци истраживања.....	10
1.5	Реализација истраживања.....	11
1.6	Садржај рада.....	13
2	РАЗВОЈ 3Д КАТАСТРА У СВЕТУ.....	16
2.1	Потреба за 3Д катастром.....	16
2.2	Ниво развоја 3Д катастра у свету.....	19
2.3	Стандарди и директиве од значаја за развој 3Д катастра.....	24
2.3.1	LADM - ISO 19152 стандард.....	24
2.3.2	ISO 19XXX серија стандарда.....	27
2.3.3	OGC стандарди.....	30
2.3.4	INSPIRE директива.....	31
2.4	Технички аспект 3Д катастра.....	32
2.4.1	Приступи за развој 3Д катастра.....	32
2.4.2	Складиштење 3Д катастарских података.....	33
2.4.3	Приказивање 3Д катастарских података.....	36
2.5	Закључак.....	37
3	КАТАСТАРСКИ СИСТЕМ У СРБИЈИ.....	38
3.1	Историјат катастра у Србији.....	38
3.2	Катастар непокретности.....	40
3.3	Катастар водова.....	45
3.4	Национална инфраструктура геопросторних података.....	48
3.5	Постојећи начин уписа 3Д ситуација.....	49

3.5.1	Упис земљишта и приказ рељефа	50
3.5.2	Упис објеката и посебних делова објеката	50
3.5.3	Упис подземних објеката.....	52
3.5.4	Упис тунела.....	55
3.5.5	Упис других грађевинских објеката	57
3.5.6	Примери уписа 3Д ситуација.....	60
3.5.6.1	Теразијски тунел и зграда на почетку Теразијског тунела	60
3.5.6.2	Подземна железничка станица „Вуков споменик” и железнички тунел.....	64
3.5.6.3	Надвожњак на почетку Новог железничког моста преко Саве и објекти испод њега	66
3.6	Закључак.....	69
4	КОНЦЕПТ 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ У СРБИЈИ	70
4.1	Основни концепт	71
4.1.1	Интеграција описних и просторних података	72
4.1.2	Преузимање и прикупљање података из других извора.....	73
4.1.3	3Д катастар непокретности и процена вредности непокретности.....	74
4.1.4	Коришћење 3Д катастра непокретности за друге потребе	75
4.2	Концепт уписа земљишта	76
4.3	Концепт уписа објеката и посебних делова објеката.....	77
4.4	Концепт уписа подземних објеката	79
4.5	Концепт уписа тунела	80
4.6	Концепт уписа других грађевинских објеката.....	80
4.7	Концепт уписа водова	81
4.8	Преглед предложених приступа за развој 3Д катастра.....	82
4.9	Закључак.....	85
5	РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОДАТАКА 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ	86
5.1	Методологија	86
5.2	Концептуални модел	89
5.2.1	Основна класа „Ималац права”	90
5.2.2	Основна класа „Стварно право”.....	91

5.2.3	Основна класа „Непокретност”	92
5.2.3.1	Катастарске парцеле	93
5.2.3.2	Објекти	95
5.2.3.3	Посебни делови објекта	98
5.2.3.4	Подземни објекти	103
5.2.3.5	Остали надземни објекти	105
5.2.3.6	Водови	106
5.2.4	Класа „Лист непокретности“	109
5.2.5	Модел података и LADM стандард	110
5.2.6	Остали садржај 3Д катастра непокретности	112
5.2.7	Обједињени модел на концептуалном нивоу	114
5.3	Логички модел	116
5.3.1	Група класа „Ималац права”	116
5.3.1.1	Класа „Ималац права”	116
5.3.1.2	Класа „Група ималаца права”	117
5.3.1.3	Класа „Члан групе”	118
5.3.2	Група класа „Стварно право”	118
5.3.2.1	Класа „Право”	119
5.3.2.2	Класа „Терет”	120
5.3.2.3	Класа „Хипотека”	121
5.3.2.4	Класа „Правни основ”	122
5.3.3	Група класа „Непокретности”	123
5.3.3.1	Класа „Парцела”	125
5.3.3.2	Класа „Део парцеле”	127
5.3.3.3	Класа „Објекат”	128
5.3.3.4	Класа „Посебан део објекта”	131
5.3.3.5	Класа „Водови”	133
5.3.3.6	Класа „Објекат водови”	135
5.3.3.7	Класа „Тачкасти елемент вода”	136
5.3.4	Група класа „Геометрија”	137
5.3.4.1	Класа „Тачка”	138
5.3.4.2	Класа „Линија”	138
5.3.4.3	Класа „Површ”	139
5.3.4.4	Класа „Пример непокретности”	140

5.3.5	Класа „Листа непокретности”	141
5.4	Закључак	141
6	ВЕРИФИКАЦИЈА ДЕФИНИСАНОГ МОДЕЛА ПОДАТАКА	143
6.1	Основни захтеви	144
6.2	Земљиште	146
6.3	Објекти и посебни делови објекта	146
6.4	Подземни објекти	148
6.5	Тунели	148
6.6	Други грађевински објекти	149
6.7	Водови	150
6.8	Експеримент	151
6.8.1	Приступ за тестирање модела - методологија	152
6.8.2	Тест 1	155
6.8.2.1	Подаци	157
6.8.2.2	Упис у базу података	159
6.8.3	Тест 2	162
6.8.3.1	Подаци	164
6.8.3.2	Упис у базу података	167
6.8.4	Тест 3	174
6.8.4.1	Подаци	175
6.8.4.2	Упис у базу података	178
6.8.5	Тест 4	180
6.8.5.1	Подаци	181
6.8.5.2	Упис у базу података	184
6.8.6	Закључак	187
7	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	189
7.1	Преглед извршених истраживања и добијених резултата	190
7.2	Научни допринос рада	192
7.3	Смернице за даља истраживања	193
8	ЛИТЕРАТУРА	194
9	ПРИЛОЗИ	204

ПРИЛОГ 1: Група класа које дефинишу стварна права и имаоце права	205
ПРИЛОГ 2: Група класа које дефинишу непокретности.....	206
ПРИЛОГ 3: Група класа које дефинишу геометрију и премер непокретности	207
ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности	208
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	209
ИЗЈАВЕ.....	210

1 УВОД

Урбанизација је током последњих сто година донела велике промене у животној средини и најчешће резултира са густо насељеним урбаним подручјима. Као резултат тога, простор изнад и испод површине земље се све више користи за изградњу објеката и комплексних конструкција. Ове промене су проузроковале већи значај власништва на непокретностима. Традиционални катастарски системи се суочавају са много проблема у представљању комплексних конструкција на 2Д плановима као и ситуација где су поседи испреплетани на више нивоа. Због тога 2Д катастарски планови не могу послужити као основа за регистрацију ових ситуација. Потребан је систем који ће омогућити једноставну регистрацију и представљање свих могућих ситуација у 3Д простору. У оквиру ове дисертације, овакав систем ће се називати „3Д катастар непокретности”.

3Д катастар непокретности се може дефинисати на више начина, у зависности од правног оквира државе и тога да ли је у потпуности примењен 3Д приступ или нека врста хибридног приступа. Једна од дефиниција 3Д катастра непокретности (Stoter, 2004) је:

„3Д катастар непокретности је јавни регистар који служи за регистровање и приказивање стварних права не (само) на 2Д парцелама него (и) на 3Д поседима.”

Ова дефиниција је веома свеобухватна и може се користити за дефинисање 3Д катастарског модела развијеног у овој дисертацији.

У оквиру докторске дисертације користи се неколико термина повезаних са 3Д катастром:

3Д посед (или **3Д парцела**) је (ограђени) део простора на коме одређено лице полаже стварна права. У контексту 3Д катастра непокретности, 3Д посед је просторна јединица која се налази изнад или испод површи земље или другог 3Д

поседа. 3Д посед не мора бити експлицитно ограђен, као стан или тунел, то може бити и простор дефинисан испод или изнад традиционалне 2Д парцеле.

Традиционални катастарски системи у великом броју случајева немају проблем са дефинисањем неограђених 3Д поседа јер се у већини случајева право се просеже све докле ималац права има интерес, док друга лица могу да користе простор изнад и испод 2Д катастарске парцеле све док не угрожавају права власника. Због тога су ограђени 3Д поседи које формирају комплексне 3Д ситуације много интересантнији из перспективе 3Д катастра непокретности.

3Д комплексне ситуације (3Д ситуације) су ситуације у којима се два или више 3Д поседа налазе један изнад другог или када формирају преклапајуће и испреплетане структуре. Стварна права се региструју на 3Д простору (3Д парцели), тако да су различита лица имаоци права на различитим деловима простора.

Циљ овог истраживања је да се фокусира на катастар непокретности Републике Србије, тако да предложени и развијени модел 3Д катастра непокретности у оквиру ове дисертације узима ову чињеницу као полазну основу. Због тога резултати овог истраживања не могу бити аутоматски примењени на катастарске системе других земаља, али могу бити добра основа и, уз одређене измене, могу бити корисни за друге земље са сличним катастарским и правним системима.

1.1 Предмет истраживања

Предмет истраживања у оквиру ове докторске дисертације је развој модела података 3Д катастра непокретности заснованог на проширењу постојећег 2Д и 2.5Д катастра непокретности. Истраживање обухвата дефинисање концепта, садржаја и модела података новог и савременог 3Д катастра непокретности као јединственог јавног регистра непокретности. Тај регистар треба да представља најважнији део националне инфраструктуре геопросторних података (НИГП, енгл. National Spatial Data Infrastructure - NSDI). Истраживање се базира на

концептима који су до сада у свету разрађени и усвојени када је реч о развоју 3Д катастра и прокламованим стандардима и директивама.

Под поменутиим развојем новог, 3Д катастра непокретности подразумева се дефинисање оптималног, основног садржаја података и креирање модела података у информатичком смислу, заснованом на остваривом концепту у техничком и организационом смислу.

Практичан рад и тестирање модела се базира на садашњем катастру непокретности у Републици Србији који се концептуално може сврстати у 2.5Д катастар непокретности и који је дефинисан као „универзални” катастар, односно јавни регистар у који се уписују све непокретности и сва права на њима.

Садржај и модел података новог 3Д катастра непокретности се анализира са аспекта оправданости његовог устројавања, коришћења и одржавања, као и стварања правних и организационо-техничких основа као предуслова за његову имплементацију и одрживост.

Приликом развоја садржаја и модела података 3Д катастра непокретности разматрала се могућност коришћења три врсте приступа чија је концепција већ прокламована (Stoter and Salzmann, 2003) и то: Модел 2D катастра са придруженим 3Д везама, Хибридни модел 3Д катастра и Потпуни 3Д катастар. Након анализирања могућности примене неког од поменутих приступа предложен је оптималан модел 3Д катастра непокретности који је тестиран на конкретном примеру његове примене и устројавања у Републици Србији.

Полазни корак истраживања је идентификација проблема који се јављају код регистрације просторно комплексних непокретности у 2Д катастру, како би се стекао детаљан увид у захтеве које је неопходно подржати имплементацијом новог концепта 3Д катастра непокретности. Примери из садашњег катастра непокретности у Републици Србији су слични примерима у европским, па и многим другим земљама у свету, с обзиром на то да многи катастарски системи имају сличне основне карактеристике. Поред наведеног, истраживање ће укључити искуства, проблеме и резултате досадашњих истраживања на пољу 3Д

катастра из земаља света и региона као и савремене трендове из области катастра, као што су Катастар 2014 (Kaufmann and Steudler, 1998) и Land Administration Domain Model (LADM). Истраживање се заснива на LADM стандарду јер он представља ISO 19152 (International Organization for Standardization) међународни стандард за земљишне информационе системе и покрива основне компоненте земљишне администрације укључујући елементе простора испод и изнад површине земље или воде. LADM-ом се дефинише неопходност представљања права на непокретностима у 3Д простору тј. неопходност формирања неког од облика 3Д катастра, као и да се просторне јединице, поред површи (2Д парцела), могу дефинисати и преко 3Д простора - "3Д парцеле" (Lemmen and van Oosterom, 2014; Lemmen et al, 2015). На основу овога се може закључити да је главни аспект истраживања усмерен ка развоју модела података 3Д катастра непокретности.

Решење овог проблема изискује истраживања која треба да обухвате и технички и правни аспект развоја и имплементације 3Д катастра непокретности. Технички аспект подразумева дефинисање модела података. Правни аспект подразумева сагледавање постојеће правне основе за катастар непокретности и дефинисање неопходних измена и допуне постојеће регулативе као предуслова за имплементацију 3Д катастара непокретности. Истраживање у дисертацији више ће се фокусирати на технички аспект.

Са развојем географских информационих система као и технологија за прикупљање, регистровање, снимање, мерење и презентацију 3Д података, отворила се могућност за превазилажење техничких и технолошких проблема који су спречавали ранију имплементацију система који би одговарали дефиницији 3Д катастра непокретности. Коришћењем просторних база података и библиотека за 3Д визуелизацију данас је могуће складиштити, претраживати и приказивати, тј. ефикасно управљати 3Д катастарским подацима (Višnjevac et al, 2017). Аутори у истраживању (Breunig and Zlatanova, 2011) наглашавају да просторне базе података још увек не подржавају чување тополошких компоненти 3Д модела, на шта је потребно обратити пажњу приликом развоја логичких и физичких компоненти модела 3Д катастра непокретности. Од осталих публикованих стандарда треба поменути CityGML (Gröger and Plümer, 2012), као

веома користан формат за визуелизацију и размену података у 3Д простору укључујући и тополошке везе између 3Д ентитета (Li et al, 2016).

1.2 Преглед досадашњих истраживања

Значајна интересовања и научна истраживања о 3Д катастру почела су почетком 2000-тих година (Tekavec et al, 2018), док је прва међународна радионица из 3Д катастра одржана новембра 2001. године у Делфту, Холандија. Радионица је подржана од стране комисија број 3 и 7 Међународног савеза геодета (FIG - франц. Fédération Internationale des Géomètres). У оквиру радионице разматрана су веома важна концептуална питања везана за 3Д катастар као што су: „Шта се подразумева под термином 3Д катастар?“, „Да ли је 3Д катастар потпуно нови концепт?“ или „Које су користи од развоја 3Д катастра?“ и истакнута је потреба за даљим научним истраживањем у овој области.

После ове прве међународне радионице уследила је израда неколико докторских дисертација (Stoter, 2004; Paulsson, 2007; Aien, 2013) које су покриле различите аспекте 3Д катастра. Такође су у наредним годинама, у оквиру FIG-иних радних недеља и конгреса организоване сесије посвећење 3Д катастру (подстакнуте од стране FIG-ине радне групе за 3Д катастар од 2002. до 2006. године). На FIG-ином конгресу у Сиднеју 2010. године одлучено је да се поново формира радна група за 3Д катастар како би се поспешила даље истраживања и развој ове области (van Oosterom, 2013). Након тога су радионице из 3Д катастра одржаване 2011., 2012., 2014., 2016. и 2018. године. Више информација о активностима FIG-е се може пронаћи на интернет адреси радне групе за 3Д катастар (FIG joint commission 3 and 7 Working Group on 3D Cadastres, 2019).

У радовима (Aien et al, 2011; van Oosterom and Dimoroulou, 2018) истакнута су три аспекта развоја 3Д катастра: технички, правни и институционални.

Под техничким аспектом 3Д катастра сматрају се пре свега модели, технологије и методе који се користе за развој 3Д катастра. Захваљујући својој универзалности, технички аспект 3Д катастра је до сада највише истражен у научној литератури

(Paasch et al, 2016). Управо захваљујући развоју технологија које омогућују прикупљање, приказивање и обраду 3Д података подстакнуто је и истраживање везано за моделе 3Д катастра и методе имплементације.

У почетку истраживања на подручју 3Д катастра, три врсте модела, тј. три приступа за развој 3Д катастарских представљени су у литератури (Stoter and Salzmann, 2003) и они се могу посматрати у контексту потреба, коришћених технологија и економичности имплементације. Предложене врсте модела су: катастар са 3Д везама, хибридни модел и потпуни 3Д катастар.

У оквиру досадашњих истраживања у неколико земаља у свету представљени су применљиви модели. Тако је на примеру Пољске (Bydłosz, 2016) приказано увођење нових 3Д објеката као саставних класа модела пољског катастра. Други пример је истраживање које се односи на случај Руске Федерације (van Oosterom et al, 2012) где је предложено коришћење 3Д полиедара (креираних уз помоћ равних површи) и 3Д кривих са пречником (за потребе приказивања водова).

У оквиру истраживања везаног за Немачку (Gruber et al, 2014) представљан је катастарски стандард под називом „The German AAA” који је у складу са ISO и OGC (Open Geospatial Consortium) стандардима и подразумева укључење 3Д просторних података у постојећи модел.

За Јужну Кореју (Park et al, 2009) је предложен модел који користи тачке, линије, криве, површи и пуна тела за приказивање 3Д грађевинских објеката. Цео модел представља обједињавање израђених модела за све карактеристичне непокретности на терену.

Једно од опширнијих истраживања која се односе на моделе 3Д катастра јесте истраживање које се односи на случај Аустралије (Aien, 2013; Aien et al, 2012). У овом истраживању представљен је 3Д катастарски модел (3DCDM-3D Cadastral Data Model) који је предвиђен за регистрацију стварних права уз помоћ 3Д геометрија, али и да обезбеди приказивање тих 3Д геометрија који се могу користити и за друге примене као што је урбано планирање. 3DCDM модел је имплементиран као GML шема и развијен је на основу ISO 191XX стандарда.

Остала релевантна истраживања када је реч о моделима 3Д катастра су: (Aien et al, 2017; Zhang et al, 2016; Thompson et al, 2016; Zulkifli et al, 2015a; Guo et al, 2012; van Oosterom et al, 2006), итд.

Више истраживања у техничком аспекту може се објаснити пре свега различитим правним системима али и различитим социјалним и културним навикама које су утицале на различите концепте катастарских система па зато аутори (Paasch et al, 2016) наглашавају да, са обзиром на разноликост националних правних система, не постоји јединствено решење за 3Д катастар. Штавише, аутори (Ho et al, 2013) истичу да вероватно главна препрека ка иновацијама у 3Д катастру нису проблеми у техничком и правном аспекту, него управо у различитим социјалним и културним навикама.

Један од главних закључака друге међународне радионице из 3Д катастра (Vanut, 2011) јесте да је неопходно више истраживања везано за правни аспект 3Д катастра, као и да је неопходно дефинисати јасније препоруке шта 3Д катастар треба да садржи и начин на који треба да функционише, како би се мотивисао развој и правног аспекта. Слични закључци се могу пронаћи и у радовима са четврте међународне радионице из 3Д катастра (Paulsson and Paasch, 2011; Paasch and Paulsson, 2014) где се наводи да, поред интересантних истраживања везаних за правни аспект 3Д катастра, ипак и даље постоји велика потреба за додатним истраживањима у овој области.

Досадашња истраживања везано за правни аспект 3Д катастара углавном се везују за следеће категорије (Paasch and Paulsson, 2014):

- Опис потреба за 3Д парцелама (3Д поседима),
- Израда националне законске регулативе за 3Д поседе,
- Имплементација националне законске регулативе за 3Д поседе,
- Студије посебних карактеристичних случајева 3Д поседа,
- Практичне примене или дефиниције концепата 3Д поседа,
- Регистрација 3Д поседа,
- Моделирање 3Д поседа,
- Стандардизација 3Д поседа.

У другом истраживању (Ho et al, 2013) набројана су питања на која се досадашња литература углавном фокусира. То укључује:

- Концепт 3Д поседа, његов правни статус и класификација придружених права (Paulsson, 2007; Paulsson, 2008),
- Законодавни оквир потребан за регистрацију 3Д поседа (Stoter and Zevenbergen, 2001; Huml, 2001),
- Ограничења када је у питању законодавство које се односи на 3Д катастар (Huml, 2001; Aien et al, 2011; Tan and Hussin, 2012),
- Утицај јавног права на приватна права (Navratil, 2012; Kitsakis and Dimoroulou, 2017)
- Заједничка имовина - степенице, ходници, лифт, итд. (Paulsson, 2012).

Институционални аспект 3Д катастра се може назвати и организациони аспект (Aien, 2013). Тако да је веома битно сагледати које реформе су неопходне са организационог становишта за потпуну имплементацију 3Д катастра (Ho and Rajabifard, 2012).

У свету нема много истраживања које се баве институционалним аспектом у 3Д катастру, тј. начином организације која би успешно подржала имплементацију 3Д катастра. То су пре свега истраживања која се односе на анализу постојећег институционалног аспекта у одређеним земљама (Vučić et al, 2017; Nakos, 2016; Ho and Rajabifard, 2012).

Истраживање (van der Molen, 2003) бави се питањем зашто је институционални аспект важан за катастар, функционалностима самог катастра и дефинише одређене препоруке што се тиче даљег развоја.

Може се закључити да недостаје довољно истраживања када је реч о институционалном аспекту 3Д катастра и да је истраживања у том смеру свакако потребно спровести пре имплементације 3Д катастра непокретности.

1.3 Полазне хипотезе истраживања

Полазно питање ове докторске дисертације је да ли се и на који начин садашњи катастар непокретности у Србији може унапредити како би се превазишле потешкоће приликом регистрације комплексних 3Д ситуација. На основу тога разрађене су и дефинисане полазне хипотезе.

Полазна (прва) хипотеза при изради овог рада је да садашњи катастар непокретности, са 2Д катастарским плановима, није адекватан за регистровање и приказивање свих 3Д комплексних ситуација.

Друга хипотеза је да се регистрација и приказивање 3Д комплексних ситуација и комплексних објеката може успешно моделирати и имплементирати применом модерних ГИС технологија и технологија за визуелизацију и складиштење 3Д података. На тај начин би се уз помоћ развијеног модела података 3Д катастра непокретности омогућила недвосмислена и јасна регистрација комплексних 3Д ситуација и њихово приказивање чиме би се отклониле потешкоће које има тренутни катастар непокретности приликом регистрације и приказивања комплексних 3Д ситуација.

Трећа хипотеза је да је могуће развити оптимално решење за модел података 3Д катастра непокретности у смислу обезбеђивања економичног успостављања, управљања и одржавања система 3Д катастра непокретности. Све то наравно, уз услов да предложено решење модела података мора такође да обезбеди и захтевану функционалност система, а пре свега могућност регистровања и приказа и најкомплекснијих ситуација када је реч о положају и међусобним просторним односима непокретности и права на њима. Ова хипотеза ослања се на чињеницу да се развојем модерних техника за прикупљање података, као што су ГПС и методе ласерског снимања, створила могућност да се на јефтинији и економичнији начин прикупи велика количина просторних података.

1.4 Циљеви и задаци истраживања

Основни циљ истраживања у оквиру овог рада је дефинисање и реализација концепта новог 3Д катастра, који ће представљати основ за унапређење постојећег 2Д катастра. Дакле, циљ је израда модела података 3Д катастра непокретности који би служио као основ за регистровање, чување и одржавање података о непокретностима (земљиште, објекти и посебни делови објеката), као и података о стварним и другим правима на њима. Из наведеног „оквирног” циља произилазе следећи парцијални циљеви истраживања:

- Анализа потешкоћа 2Д катастра и потреба његовог нужног унапређења,
- Анализа садашњих концепата катастарских реформи и стандарда у свету,
- Теоријско дефинисање новог концепта 3Д катастра,
- Дефинисање потреба које треба да задовољи нови 3Д катастар,
- Дефинисање садржаја новог 3Д катастра,
- Модел података новог 3Д катастра,
- Предлог методолошког приступа за увођење 3Д катастра,
- Анализа пратеће законско-правне регулативе.

Наведени циљеви су планирани тако да покрију основни предмет истраживања и олакшају његову реализацију. Из дефинисаних циљева проистичу следећи задаци истраживања:

- Идентификација проблема представљања сложених непокретности и просторно преклопљених и испреплетаних објекта и поседа у катастру непокретности Републике Србије,
- Представљање постојећих катастарских система и јавних регистара о непокретностима у свету у контексту 3Д катастра,
- Представљање концепта решења идентификованих проблема са развојем 3Д катастра непокретности,
- Дефинисање организације новог концепта 3Д катастра у Републици Србији ради успешне имплементације, дугорочног и оптималног одржавања,
- Развој модела података 3Д катастра непокретности,

- Верификација предложеног модела података на стварним катастарским подацима.

1.5 Реализација истраживања

Реализација овог истраживања се базира на следећим методама истраживања које се могу поделити према циљевима и задацима истраживања:

- Методе анализе и синтезе ради утврђивања постојећег стања у катастру непокретности Републике Србије када је реч о комплексним 3Д ситуацијама,
- Компаративна метода истраживања ради упоређивања проблема, искустава и решења из области 3Д катастра непокретности у свету и земљама из региона,
- Анализа потреба које 3Д катастар треба да задовољи,
- Моделирање,
- Експериментална верификација предложених решења,
- Хипотетичко-дедуктивне методе ради дефинисања неопходних измена у правном аспекту катастра непокретност.

Приликом реализације истраживања такође су коришћене следеће методологије и алати:

- UML језик (Unified Modeling Language) за потребе развоја и приказивања модела података,
- MongoDB база података за потребе имплементације и тестирања предложеног модела података,
- JSON (JavaScript Object Notation) документи као основ за конвертовање предложеног модела података у физички модел,
- Cesium JavaScript библиотека за потребе приказивања података 3Д катастра непокретности у оквиру интернет претраживача,

- REST (Representational State Transfer) API и JSONP метода за размену података између MongoDB базе података и апликације базиране на Cesium JavaScript библиотеци,
- HTML језик (Hyper Text Markup Language) за потребу описа корисничке апликације базиране на Cesium JavaScript библиотеци,
- JavaScript језик за потребе процесирања података на страни корисника.

Детаљнији описи коришћене методологије и алата могу се пронаћи у поглављима 5.1 и 6.8.1.

Током реализације истраживања коришћени су следећи извори података:

- еКатастар - дигитална база података катастра непокретности (еКатастар, 2018). База еКатастар је коришћена за добијање података о непокретностима и података о правима на непокретностима,
- ГеоСрбија - национална инфраструктура геопросторних података (ГеоСрбија, 2018). Национална инфраструктура геопросторних података је коришћена за преглед дигиталног катастарског плана и ортофотоа. Упоредње дигиталног катастарског плана и ортофотоа је вршено за потребе утврђивања фактичког стања на терену и приказаних непокретности на катастарском плану. Подаци дигиталног катастарског плана су коришћени и за упис парцела у оквиру експерименталног дела рада,
- Извештај о затеченом стању објекта је коришћен за потребе креирања 3Д геометрије објекта у оквиру експерименталног дела рада,
- Етажни елаборат и скице посебних делова објекта по етажама су коришћене за креирање 3Д геометрије посебних делова објекта,
- Вертикални пресеци зграде преузети из архитектонског пројекта су такође коришћени за креирање 3Д геометрије посебних делова објекта,
- Топографски план је коришћен за одређивање висинских тачака терена,
- Геодетски снимак је коришћен за потребе одређивања основе подземног објекта,

- Скица гасоводне мреже је коришћена за потребе одређивања геометрије водова.

Више детаља о коришћеним подацима код примера уписа 3Д ситуација се може пронаћи у поглављу 3.5.6. Коришћени подаци су додатно описани за сваки тест пример у оквиру експерименталног дела рада (поглавље 6.8).

1.6 Садржај рада

Ова докторска дисертација је подељена у неколико логичких целина, тако да је сходно томе подељена у следећа поглавља:

1. Увод,
2. Развој 3Д катастра у свету,
3. Катастарски систем у Србији,
4. Концепт 3Д катастра непокретности у Србији,
5. Развој модела података 3Д катастра непокретности,
6. Верификација дефинисаног модела података,
7. Закључна разматрања,
8. Литература,
9. Прилози.

У оквиру поглавља 1 (овог поглавља) дата су уводна разматрања, описан је предмет истраживања као и побројани циљеви и методе истраживања. Такође, дат је преглед досадашњих истраживања у оквиру техничког, правног и институционалног аспекта 3Д катастра.

У другом поглављу приказане су потребе за 3Д катастром, као и ниво развоја 3Д катастра у свету кроз представљање анкете резултата спроведе од стране Међународног савеза геодета и радне групе за 3Д катастар. Такође, приказани су усвојени стандарди и широко прихваћене студије о модерним аспектима катастра које такође позитивно утичу на сагледавање потреба и начина имплементације модерног 3Д катастра непокретности. Поглавље се детаљно бави и техничким

аспектом 3Д катастра, а посебно приступима за развој 3Д катастра, начинима складиштења и приказивања 3Д катастарских података.

Поглавље 3 се бави анализом катастра непокретности Републике Србије у контексту будућег развоја 3Д катастра. Такође, у оквиру овог потпоглавља дата је хронологија развоја катастарског система у Србији, као и опис тренутног катастра непокретности, катастар водова и националне инфраструктуре геопросторних података. Приказана је пракса и потешкоће регистрације и приказивања комплексних 3Д ситуација са обрађеним примерима.

У оквиру поглавља 4 представљен је концепт развоја 3Д катастра непокретности за Републику Србију, тј. дата је анализа потреба и захтева које треба да задовољи 3Д катастар непокретности за Републику Србију. Дата је дискусија предложених концептуалних модела тј. приступа у научној заједници. Предложени приступи су сагледани са становишта потреба 3Д катастра непокретности у Републици Србији.

Поглавље 5 се састоји од два главна потпоглавља која се баве концептуалним моделом и логичким моделом. На основу дефинисаног концепта 3Д катастра непокретности у Србији дат је предлог концептуалног модела (поглавље 5.2). Предложени концептуални модел је даље разрађен у оквиру поглавља 5.3.

У оквиру поглавља 6 извршена је верификација дефинисаног модела података. Под верификацијом дефинисаног модела података сматра се преглед испуњености захтева дефинисаних у оквиру концепта развоја 3Д катастра непокретности. Прегледом испуњености захтева указано је на делове модела података који испуњавају одређене захтеве. Такође за потребе верификације предложеног модела извршена је имплементација модела података у MongoDB бази података која је тестирана са четири тест примера у оквиру којих су објекти, посебни делови објекта, подземно склониште и гасоводна мрежа уписани у базу са 3Д геометријом.

Поглавље 7 садржи закључна разматрања, преглед извршених истраживања, научни допринос и смернице за даља истраживања.

Поглавље 8 садржи коришћену литературу док се у поглављу 9 налазе 4 прилога која детаљно приказују дефинисани модел података 3Д катастра непокретности.

2 РАЗВОЈ 3Д КАТАСТРА У СВЕТУ

Потреба за регистрацијом комплексних 3Д ситуација је одувек постојала, али како су урбана подручја постајала све више изграђена и комплексна, потешкоће за регистрацију 3Д ситуација су се повећавале. Постоји неколико врста катастарских система који се примењују у различитим земљама у зависности од правног система, културног наслеђа, географије, начина коришћења земљишта, итд. Због тога је скоро немогуће дати дефиницију постојећих катастарских система која ће бити свеобухватна и сажета у исто време, јер не постоје два катастра која су иста (Williamson, 1985).

Различити катастарски системи (модел) условљавају различите приступе, могућности и методе за регистрацију 3Д ситуација. Управо због тога, циљ овог поглавља јесте да прикаже карактеристике 3Д катастра, катастарске системе у свету у контексту 3Д катастра и стандарде који одређују 3Д катастар.

Ово поглавље има четири главна потпоглавља. Потпоглавље 2.1 приказује потребе за 3Д катастром. Потпоглавље 2.2 даје преглед катастарских система у свету у контексту 3Д катастра, и преглед анкете о катастарским системима у свету када је реч о регистрацији и приказивању комплексних 3Д ситуација. Потпоглавље 2.3 приказује стандарде и директиве од значаја за развој 3Д катастара. Потпоглавље 2.4 се бави техничким аспектом 3Д катастра, а посебно приступима за развој 3Д катастра, начинима складиштења и приказивања 3Д катастарских података.

2.1 Потреба за 3Д катастром

Током последњег века, земљиште у урбаним подручјима је постало веома искоришћено што резултира преклапајућим и испреплетаним конструкцијама, тако да се комплексне 3Д ситуације све чешће појављују. Садашњи катастарски системи се суочавају са доста проблема да региструју и прикажу ове комплексне 3Д ситуације. Ово превасходно произилази из чињенице да је основна просторна

јединица 2Д парцела (FIG, 1995). То значи да се све непокретности, изнад и испод површине земље, морају пројектовати на 2Д парцелу што резултира нечитким катастарским плановима са превише детаља.

Овај тренд повећања густо насељених урбаних подручја је проузроковао већи значај власништва на непокретностима, и начин на који су људи повезани са земљиштем (Stoter, 2004). На садашњим плановима непокретности су приказане са 2Д границама. Упркос томе, право се увек односило на одређени простор, јер би коришћење непокретности било немогуће ако би се право односило само на површ земље (Paulsson, 2007; Stoter, 2004). То значи да се катастар непокретности са правног гледишта одувек односио на 3Д простор. На основу овога може се поставити питање да ли традиционални катастар може подржати регистрацију и приказивање свих комплексних ситуација или га је потребно проширити у 3 димензије.

Добар пример ових ситуација су објекти са више етажа и посебним деловима које је немогуће приказати у 2Д катастарским системима (Navratil, 2011). Садашњи катастарски планови 2Д катастра не могу се користити као основа за приказ комплексних непокретности, и то посебно објеката са више спратова или објеката који се налазе у нивоу испод и изнад других објеката, јер долази до преклапања њихових просторних граница и начина коришћења на различитим просторним нивоима из погледа 2Д структурирања простора.

У оквиру досадашњег научног истраживања широм света приказани су разни проблеми са којима се суочавају данашњи катастарски системи када је реч о регистрацији комплексних 3Д ситуација, тако да се бројни примери могу пронаћи у доступној литератури (Aien, 2013; Stoter, 2004; Marcin, 2012; Drobež et al, 2017).

Прегледом литературе може се закључити да у већини катастарских система постоје слични мотиви за све већи интерес за 3Д катастром, а то је повећање густо насељених урбаних подручја које резултирају у повећаном броју преклопљених непокретности, комплексних конструкција, зграда изнад путева, тунела, водова итд. Додатни бенефит за катастарске системе широм света, без обзира на садашњу праксу, јесте што се на основу 3Д катастра и 3Д модела градова може унапредити

процена пореза и тржиште непокретности (Navratil and Fogliaroni, 2014) а исто тако и просторно планирање, 3Д анализе у ГИС-у и навигација (Tekavec and Lisec, 2018).

Сличне ситуације се јављају и у катастру непокретности Републике Србије, где многи комплексни објекти, као што су тунели и подземни објекти, нису приказани на катастарском плану (види поглавље 3.5). Примери непотпуног приказивања, као што су тунели, подземни пролази, подземна склоништа, итд. могу се уочити прегледом дигиталног катастарског плана на сајту ГеоСрбија (ГеоСрбија, 2018). Неки од сличних комплексних ситуација нису приказани на дигиталном катастарском плану али су регистровани у бази података катастра непокретности, док неки од њих, као што је Теразијски тунел у Београду, нису регистровани, ни у бази података катастра непокретности, нити су приказани на дигиталном катастарском плану.

Полазећи од побројаних проблема може се закључити да је неопходно проширити постојећи 2Д катастар у правцу 3Д катастра непокретности, како би се омогућила ефикасна регистрација и приказивање података и стварних права у 3Д простору. Овакав проширени систем не би био искључиво везан за катастарску парцелу приказану у 2Д равни, као што је то сада случај (Aien et al, 2013).

Иако је регистрација и упис права на објектима и посебним деловима објеката могућа и у садашњем систему катастра непокретности, њихово описивање и приказивање је веома отежано.

Поред комплексних 3Д ситуација (укључујући водове, тунеле, подземне објекте, зграде изнад пута, итд.) и потешкоћа које има садашњи катастар непокретности да их региструје и прикаже, постоје два фактора која утичу на растући интерес за 3Д катастром (Stoter, 2004):

- развој технологија, као што су просторне базе података (DBMS који подржавају 3Д објекте, тј. просторне типове података са 3Д геометријом) и 3Д ГИС-а је омогућио чување и управљање 3Д катастарских података. Технологије за 3Д визуализацију омогућавају потпуну примену 3Д катастра непокретности. Такође, данас постоје напредне методе за масовно

прикупљање 3Д просторних података (GNSS, ласерско скенирање, итд.) које омогућавају брзо и једноставно прикупљање просторних података на комплексним конструкцијама. Ове могућности су подстакле и омогућиле развијање технолошког аспекта 3Д катастра.

- значајно повећање вредности непокретности. Као пример може се навести повећање вредности непокретности у периоду од 1985. до 2008. за више од 200% у Холандији, Великој Британији, Белгији, Шпанији и Ирској док су Француска, Шведска, Канада, Аустралија, Норвешка, Данска, итд. имале повећање од 60 до 130% у истом периоду (Goodhart and Hofmann, 2008). Све ове непокретности су представљене на 2Д плановима, без обзира на чињеницу да се, из правног угла, катастарска регистрација увек односила на 3Д простор, тако да се високи трошкови имплементације 3Д катастра могу оправдати високим вредностима непокретности.

На основу ових фактора, може се уочити потреба и могућност развоја 3Д катастра тј. потреба за јавном катастарском регистрацијом која региструје и даје увид у права и ограничења у 3Д простору.

2.2 Ниво развоја 3Д катастра у свету

Развој данашњих катастарских система базиран је на студији „Катастар 2014” (Kaufmann and Steudler, 1998) која представља студију о модерном катастру непокретности. Катастар непокретности представљен студијом „Катастар 2014” подразумева алате за адекватан и једноставнији упис непокретности и права на њима. Може се закључити да је за имплементацију једног оваквог модерног катастра неопходна подршка модерних информационих технологија (Kaufmann, 2002).

Иако „Катастар 2014” не спомиње експлицитно 3Д катастар, он увиђа неопходност модернизације традиционалних катастарских система и њихову трансформацију у модерније системе који ће се ослањати на информационе технологије. У оквиру студије се дефинише шест начела (Kaufmann and Steudler, 1998), а посебно прва четири начела треба узети у обзир приликом разматрања 3Д

катастра непокретности и његове имплементације. Начела која дефинише „Катастар 2014” су:

- **Начело 1:** Катастар 2014 ће приказати целовиту законску ситуацију непокретности, укључујући јавна права и ограничења. Ово начело је са становишта 3Д катастра веома битно, јер поред могућности регистрације и приказивања 3Д ситуација, неопходно је обезбедити приказ и целовите законске ситуације непокретности.
- **Начело 2:** Одвајање планова од регистра биће укинута. У традиционалним катастарским системима, када није било подршке информационих технологија, а уместо тога се користила „оловка” и „папир” било је неопходно раздвојити графички приказ података од самог регистра тј. базе катастра непокретности. У модерном катастру који користи информациони технологије, укључујући 3Д катастар непокретности, овакво раздвајање графичких и алфа-нумеричких података биће превазиђено.
- **Начело 3:** Катастарски планови ће нестати - биће уведено моделирање. Катастарски планови представљају једну врсту модела, али због примењене технологије се не могу користити на флексибилан начин. То се превазилазило израдом планова у више размера, али у модерном катастру то ће бити превазиђено коришћењем модела и модерних технологија. Ово начело такође налази примену у 3Д катастру кроз моделирање непокретности у 3Д простору.
- **Начело 4:** Катастар са „папиром и оловком” ће нестати. Слично као начело 2 и начело 3, ово начело дефинише превазилажење недостатака традиционалних катастарских система кроз примену модерних технологија, што свакако проналази примену и у 3Д катастру непокретности.
- **Начело 5:** Катастар 2014 ће већим делом бити приватизован. Ово начело се базира на претпоставци да се јавни системи понашају мање флексибилно и оријентисано ка странкама него приватне организације. Флексибилност се може боље остварити преко приватних организација али је неопходно задржати учешће јавног сектора ради контроле и задржавања сигурности.

- **Начело 6:** Катастар 2014 ће имати покривене трошкове. Катастарски системи захтевају знатне инвестиције али земљиште документовано и обезбеђено катастарским системом представља вишеструку инвестицију. Трошкови рада се морају бар делимично повратити од оних који имају корист.

Више о катастарским реформама у односу на студију „Катастар 2014“ се може пронаћи у раду (Mihajlović et al, 2011).

Посматрајући визију Катастра 2014 и њена начела може се закључити да су основни концепти Катастра 2014 интегрисани у LADM стандард и да LADM стандард наставља да промовише ова начела и након 2014 године.

Поред модерних аспеката катастра, дефинисаних студијом „Катастар 2014“, на данашње катастарске системе утичу историјски, правни и организациони аспекти у различитим државама.

Постоји неколико заступљених катастарских система у свету. Најчешће заступљени системи су: француски, немачки и Торенсов/енглески систем и разне мешавине ових система који су се најчешће ширили путем колонизације и ширења европских утицаја. Док у неким земљама постоји један катастарски систем, у другим земљама се користе мешовити приступи или се у различитим деловима земље користе различити системи.

Са становишта 3Д катастра и регистрације комплексних 3Д ситуација, различити катастарски системи који се користе у свету имају сличне потешкоће у решавању проблема које намећу потребу за 3Д катастром. Разлог се огледа превасходно у томе што се за регистрацију користе 2Д катастарски планови а као основна просторна јединица се користи 2Д катастарска парцела.

Може се закључити да се на потребе за 3Д катастром може посматрати глобално без обзира на разлике у катастарским системима, јер сви катастарски системи имају сличне мотиве и потешкоће приликом регистрације и приказивања комплексних 3Д ситуација. Иако су мотиви веома слични јасно је да ће само

решење и имплементација 3Д катастра увелико зависити од катастарског система који се користи али и социјалних и друштвених навика које превладавају.

У оквиру Међународног савеза геодета (FIG) и радне групе за 3Д катастар, 2010. и 2014. године извршене су међународне анкете о 3Д катастру које су истраживале: начин приказивања 3Д ситуација, приказ објеката и посебних делова објеката, висинску представу, упис права и терета, коришћење катастарских планова и основне статистичке податке о катастарским системима. У анкетама је учествовало преко 40 земаља из разних делова света, а међу њима и Република Србија.

Резултати ових анкета могу се пронаћи на следећем линку: <http://www.gdmc.nl/3DCadastres/participants/> који се налази у оквиру интернет адресе Радне групе за 3Д катастар (FIG joint commission 3 and 7 Working Group on 3D Cadastres, 2019). Такође, преглед и анализа резултата ових анкета дата је на FIG радној недељи 2011. године (van Oosterom et al, 2011) и на радионици за 3Д катастар одржаној 2014. године (van Oosterom et al, 2014). У оквиру ових радова наглашене су неке од заједничких тачака у контексту 3Д катастра. Могу се издвојити следећи закључци:

- У већини катастарских система у свету неопходно је 3Д посед свести на 2Д раван и регистровати у оквиру граница 2Д парцеле. Овакав приступ отежава регистрацију и приказивање непокретности и ситуација у којима се право полаже испод или изнад неколико катастарских парцела.
- У већини анкетираних земаља не постоје експлицитна правила која би се односила на регистрацију простора испод или изнад површи земље који није материјално дефинисан неком конструкцијом. Само се у неким земљама као што је Канада и Аустралија спомиње могућност регистрације права на „празном простору” изнад или испод земље (van Oosterom et al, 2011).
- На основу анализе анкета из 2010. године (van Oosterom et al, 2011) јасно је закључено да ни у једном катастарском систему не постоји јасно дефинисана 3Д парцела и такав начин уписа. Опис 3Д поседа се може

пронаћи на катастарским плановима, пропратној техничкој документацији и правним документима.

- Што се тиче зграда, у већини катастарских система користе се етажне скице где се за сваки спрат приказују границе непокретности али се ови подаци не могу пронаћи на самом катастарском плану.
- Такође, закључак је да се не очекује велики напредак у регистрацији комплексних 3Д ситуација у кратком временском року, тј. до 2014. године када је извршена нова анкета.

На основу нових анкета 2014. године (van Oosterom et al, 2014) утврђено је да не постоји консензус како треба да изгледа 3Д парцела, тј. да ли треба да буде јединствена или се може састојати од више делова. До 2014. године, ипак је у неколико земаља урађен значајан напредак за четири године, тј. за временски период између две анкете. Тако, на пример, неке земље као што: Аустралија, Кина, Немачка, Малезија, Шведска, Тринидад и Тобаго приказују 3Д информације на катастарским плановима. Такође, неке од земаља као што је Костарика користе податке о зградама који су резултат ВІМ моделирања (енгл. ВІМ - Building Information Modelling) за потребе ажурирања база података катастра непокретности.

Већина земаља није попунила део анкете који се односи на очекивања о стању 3Д катастра 2018. године. Углавном су одговорили да не очекују промене и да је тешко проценити да ли ће бити неког напретка. Земље као што су: Аустралија, Кина, Данска, Хрватска, Финска, Мађарска, Израел, Малезија, Пољска, Сингапур, Швајцарска, Тринидад и Тобаго одговориле су да се очекује развој 3Д могућности у катастарској бази података као једног од главних предуслова за имплементацију 3Д катастра непокретности (van Oosterom et al, 2014).

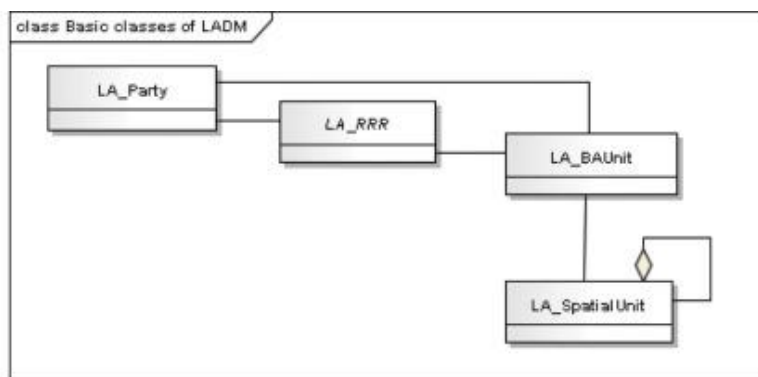
2.3 Стандарди и директиве од значаја за развој 3Д катастра

Као и у већини других области, међународни стандарди и директиве у области 3Д катастра представљају веома битан чинилац приликом развоја и имплементације. Стандарди повећавају сигурност и омогућавају рационализацију процеса на тај начин што се обезбеђује да сервис и методе које се користе одговарају стварним потребама. Такође, поред званично усвојених стандарда постоје и широко прихваћене студије о модерним аспектима катастра које такође позитивно утичу на сагледавање потреба и начина имплементације модерног 3Д катастра непокретности. Са становишта 3Д катастра најбитнији стандарди су LADM – ISO 19152 стандард, INSPIRE директива и студија „Катастар 2014“. FIG публикација под називом „Cadastre 2014 and Beyond“ (Steudler, 2014) пружа добар преглед и увид у достигнућа студије „Катастар 2014“. Дат је преглед утицаја „Катастра 2014“ на националне катастарске системе и унапређења у међународној научној заједници. Описана је улога LADM стандарда у развоју катастарских система. Такође, битно је нагласити и серију стандарда ISO 19XXX и OGC стандарде које дефинишу разне аспекте просторних података. У наставку овог поглавља дати су прегледи и описи ових стандарда.

2.3.1 LADM - ISO 19152 стандард

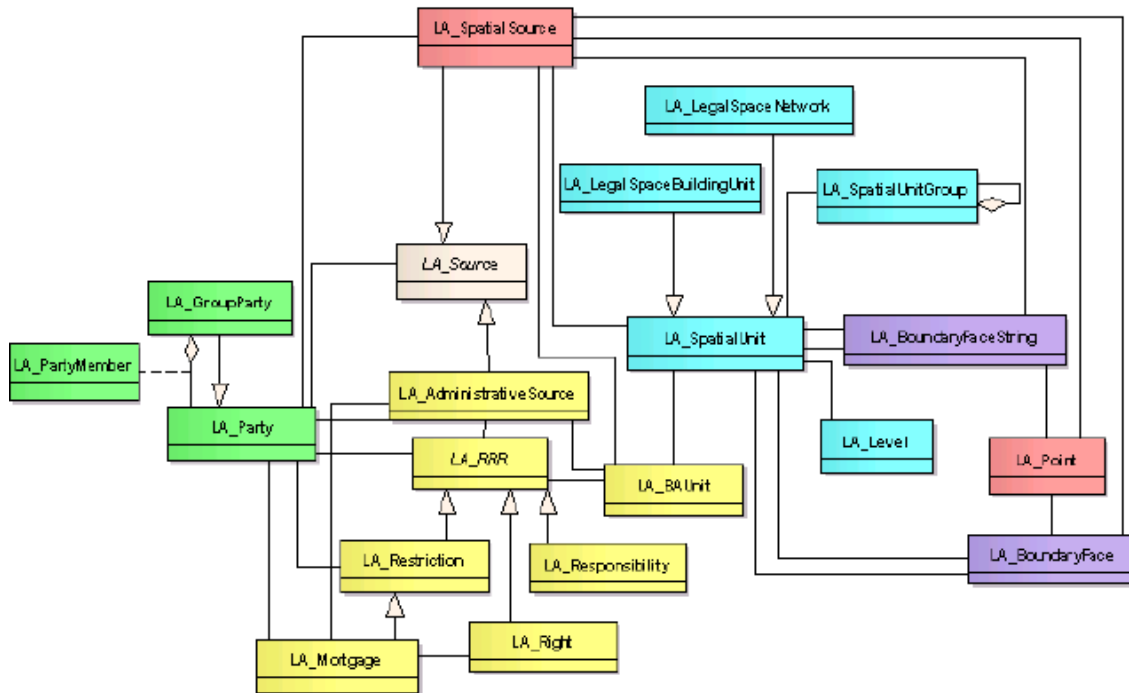
LADM је стандард међународне организације за стандардизацију који дефинише област земљишне администрације. Развијен је да стимулише развој софтверских апликација и да убрза имплементацију одговарајућих система земљишне администрације, а све због подршке одрживом развоју. LADM покрива основне компоненте земљишне администрације укључујући компоненте над водом и земљиштем, и елементе изнад и испод површине земље (Lemmen and van Oosterom, 2013). Предвиђа регистрацију права и пружа основни концепт модерног катастарског система. Катастарски систем базиран на LADM стандарду представља просторну основу националне инфраструктуре геопросторних података.

Стандард пружа апстрактан, концептуалан модел са основним класама за странке (људе и организације), основне административне јединице, права (права, одговорности и ограничења) и непокретности (парцеле, делови зграда и водови) укључујући подкласу за премер и приказивање (геометрија и топологија) (Lemmen et al, 2015; ISO, 2012). Слика 2.1 илуструје основне класе LADM стандарда.



Слика 2.1 : Основне класе LADM стандарда (Lemmen et al, 2015)

Детаљнији приказ класа дат је на Слика 2.2 у виду UML дијаграма.



Слика 2.2 : UML дијаграм LADM модела (Lemmen et al, 2015)

Део UML дијаграма који се односи на странке (лица) је приказан зеленом бојом (Слика 2.2). Главна класа је класа LA_Party и њена варијанта LA_GroupParty, такође постоји и опциона придружена класа LA_PartyMember. Лице је особа или организација која има улогу у трансакцији. Организација може бити компанија, општина, држава или црквена заједница. LA_PartyMember је странка регистрована и идентификована као саставни део групе странке (Lemmen et al, 2015).

Жутом бојом на UML дијаграму је приказан део који се односи на права и администрацију (Слика 2.2.) и састоји се од класе за право, одговорности и ограничења укључујући припадајуће подкласе, и класе за основну административну јединицу.

Део UML дијаграма који се односи на непокретности је приказан плавом бојом са припадајућим класама за приказ и преглед података (Слика 2.2). Непокретност може бити представљена као текст (описног карактера), тачка (или више тачака), линија (или више линија), преко површи или преко јединствене запремине простора (Lemmen et al, 2015). Са становишта 3Д катастра битна је могућност, коју предвиђа LADM стандард, да се просторне јединице могу представљати у 3Д простору, тј. као јединствене запремине простора што предвиђа имплементацију 3Д катастра непокретности. То је дефинисано и у оквиру захтева који се дефинишу LADM стандардом (Lemmen et al, 2015) где је дефинисано да је потребно омогућити развој поморског катастра и представљање права у 3Д простору – тј. развој 3Д катастра.

У оквиру рада (Lemmen et al, 2015) дат је преглед мотивације за израду LADM стандарда, као и захтева и циљева за развијање самог стандарда. Тако су дефинисани следећи циљеви LADM стандарда:

- Успостављање заједничке онтологије. Ово омогућава комуникацију између укључених особа (менаџера, професионалаца и истраживача) унутар једне земље али и између различитих земаља;
- Подршка развоју софтверских апликација за земљишну администрацију, а посебно модела података као најбитнијег дела;
- Олакшавање размене и преузимање катастарских података;

- Подршка за управљање квалитетом података у земљишној администрацији. Сама употреба стандарда доприноси избегавању неконзистентности између података који се чувају у различитим организацијама, јер се може избећи дуплирање података.

Постоји низ истраживања везано за LADM стандарда у контексту 3Д катастра. Најчешће су то истраживања која се односе на могућа будућа проширења постојећих катастарских система у правцу 3Д катастра а у складу са LADM стандардом: (Felus et al, 2014; Griffith-Charles and Edwards, 2014; Budisusanto et al, 2013). Такође, постоје и истраживања која се, поред проширења постојећих катастарских система, баве и катастром у контексту LADM стандарда и 3D топологије (Ying et al, 2011; Zulkifli et al, 2015b).

2.3.2 ISO 19XXX серија стандарда

Међународна организација за стандардизацију - ISO представља највећу светску институцију за развој стандарда. ISO покрива широко подручје индустрије, од технологије и сигурности хране, до пољопривреде и здравства и на тај начин има утицаја у свим аспектима друштва. До сада је, у оквиру ISO организације, објављено 21982 стандарда и пратећих документа (ISO, 2017).

Постоји посебно формиран технички комитет 211 - ISO/TC 211 задужен за стандарде у области дигиталних географских/просторних информација и њихов главни циљ јесте да успоставе структурирани сет стандарда за податке о објектима или појавама који су директно или индиректно повезани за локацијама у односу на Земљу (ISO/TC 211, 2019). Стандарди које овај комитет успоставља почињу са бројевима 19 и имају структуру 19XXX. Следећи стандарди су у надлежности овог техничког комитета:

- **ISO 19101** - референтни модел,
- **ISO 19103** - концептуална шема,
- **ISO 19104** - терминологија,
- **ISO 19105** - усаглашеност и тестирање,

- **ISO 19106** - профили,
- **ISO 19107** - просторна шема,
- **ISO 19108** - временска шема,
- **ISO 19109** - правила за апликативну шему,
- **ISO 19110** - методологија за каталогизацију функција,
- **ISO 19111** - просторно референцирање путем координата,
- **ISO 19112** - просторно референцирање путем географских показатеља,
- **ISO 19115** - метаподаци,
- **ISO 19116** - позиционирање,
- **ISO 19117** - симболи,
- **ISO 19118** - шифровање,
- **ISO 19119** - сервиси,
- **ISO 19120** - функционални стандарди,
- **ISO 19121** - растерски подаци,
- **ISO 19122** - квалификација и сертификација особља,
- **ISO 19123** - концептуална шема за просторне карактеристике покривача,
- **ISO 19125** - приступ једноставним подацима,
- **ISO 19126** - речници и регистри појмова,
- **ISO 19127** - геодетски регистар,
- **ISO 19128** - веб мап сервер интерфејс,
- **ISO 19129** - оквир за растерске и податке покривача,
- **ISO 19130** - геопозиционирање растерских података,
- **ISO 19131** - спецификација просторних података као производа,
- **ISO 19132** - сервиси базирани на локацији,
- **ISO 19135** - процедуре за регистрацију предмета,
- **ISO 19136** - GML - Geography Markup Language,
- **ISO 19137** - основни профил за просторну шему,
- **ISO 19139** - метаподаци - имплементација XML шеме,
- **ISO 19141** - шема за покретне појаве,
- **ISO 19142** - Web Feature Service,
- **ISO 19143** - филтрирање,

- **ISO 19144** - системи класификације,
- **ISO 19145** - регистар представљања географске тачке,
- **ISO 19146** - cross-domain речник,
- **ISO 19147** - трансфер чворови,
- **ISO 19148** - линеарно референцирање,
- **ISO 19149** - GeoREL,
- **ISO 19150** - онтологија,
- **ISO 19152** - LADM (Land Administration Domain Model),
- **ISO 19153** - Geospatial Digital Rights Management Reference Model,
- **ISO 19154** - свеобухватни јавни приступ,
- **ISO 19155** - идентификатор места,
- **ISO 19156** - посматрања и мерења,
- **ISO 19157** - квалитет података,
- **ISO 19158** - обезбеђивање квалитета снабдевања подацима,
- **ISO 19159** - калибрација и валидација растерских података и сензора,
- **ISO 19160** - адресни систем,
- **ISO 19161** - геодетско референцирање,
- **ISO 19162** - WKT (Well-known text) representation,
- **ISO 19163** - садржајне компоненте растерских података,
- **ISO 19165** - чување дигиталних података и метаподатака,
- **ISO 19166** - концептуално мапирање из BIM-а у GIS,
- **ISO 19167** - примена јавног приступа информацијама о квалитету ваздуха.

Већи део стандарда из ове серије не односи се директно на домен 3Д катастра непокретности, али с обзиром на то да 3Д катастар непокретности представља један сложен систем са просторним подацима потребно је обратити пажњу на ове стандарде да би имплементација, одржавање и коришћење 3Д катастра непокретности било успешно, економично и рационално.

2.3.3 OGC стандарди

OGC (Open Geospatial Consortium) је међународна непрофитна организација за стандардизацију која је базирана на добровољности. OGC конзорцијум окупља више од 525 чланица које чине владине организације, пословне организације, невладине организације, академске институције и научни институти. Стандарди су дефинисани консензусом и потпуно су доступни и бесплатни за све кориснике. OGC стандарди покривају широк спектар домена као што је подручје геонаука, 3Д модела, паметних градова (енгл. smart cities), локацијских сервиса, итд. (OGC, 2019).

Постоји више од педесет OGC стандарда. Следећи стандарди се могу довести у везу са прикупљањем, моделовањем, складиштењем, разменом и приказивањем катастарских података:

- 3D Tiles
- 3dP (3D Portrayal Service)
- ARML2.0 (Augmented Reality Markup Language)
- Catalogue Service
- CityGML
- Coordinate Transformation
- GeoAPI
- GML (Geography Markup Language)
- i3s (Indexed 3D Scene Layers)
- IndoorGML
- KML (Keyhole Markup Language)
- LandInfra/InfraGML
- LAS
- Location Services (OpenLS)
- Simple Features CORBA
- Simple Features OLE/COM
- Simple Features SQL
- Styled Layer Descriptor

- Symbology Encoding
- Web Feature Service
- Web Map Service
- Web Processing Service

Посматрајући из контекста 3Д катастра непокретности битно је нагласити стандарде као што је CityGML и KML који омогућавају складиштење и размену 3Д модела објеката. CityGML додатно дефинише начине описа 3Д ентитета који су саставни део градова тј. зграда, мостова, путева, итд. IndoorGML стандард се бави моделирањем унутрашњих делова објекта за потребе навигације.

2.3.4 INSPIRE директива

INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) директиву је покренула, развила и усвојила Европска унија 2007. године, у сарадњи са државама чланицама и прикљученим државама (INSPIRE, 2007). Државе чланице су у обавези да имплементирају директиву током успостављања националних инфраструктура геопросторних података.

У оквиру анекса директиве постоје дефинисани сетови просторних података а међу њима и „катастарске парцеле” и „зграде” (Bydłosz, 2012). Спецификација података за зграде (INSPIRE, 2013) дефинише основне профиле 2Д и 3Д зграда. 2Д зграде укључују различите геометријске представе зграда у 2Д или 2.5Д простору. Профили 3Д зграда садрже исти семантички садржај као и 2Д зграде али омогућавају и геометријску представу зграда у једном од четири нивоа детаљности (LOD – Levels of detail) имплементирана у CityGML-у.

Поред основних профила 2Д и 3Д зграда постоје и проширени профили за 2Д и 3Д зграде. Проширени профил за 2Д зграде представља семантичко проширење основног профила за 2Д зграде. Проширење се огледа у додатним атрибутима као што су материјал конструкције, званична површина или вредности, повезаност са водовима, али и повезаност са другим подацима (као што су катастарски подаци). Профил за 3Д зграде садржи проширење у виду богијег 3Д представљања на

различитим нивоима детаљности. Ово проширење омогућава представљање великог броја детаља и делова зграда као што су: зид, кров, прозори, врата, унутрашњи распоред просторија, различите текстуре у зависности од материјала, итд. Такође, у оквиру проширеног профила за 3Д зграде налазе се и сви семантички подаци који се налазе у проширеном профилу за 2Д зграде (INSPIRE, 2013).

С обзиром на то да ће 3Д катастар непокретности представљати један од главних делова националне инфраструктуре геопросторних података, потребно је узети у обзир и INSPIRE директиву приликом развоја и имплементације 3Д катастра непокретности. Ово посебно важи за државе чланице Европске Уније и прикључене државе.

2.4 Технички аспект 3Д катастра

У уводу ове докторске дисертације (поглавље 1.2) наглашено је да је у досадашњим истраживањима највише обрађен технички аспект 3Д катастра. Управо због те чињенице, у наставку је дат детаљнији преглед досадашњег развоја на техничком аспекту. У оквиру техничког аспекта обрађени су приступи за развој 3Д катастра, проблематика складиштења и приказивања 3Д катастарских података.

2.4.1 Приступи за развој 3Д катастра

У истраживању (Stoter and Salzmann, 2003) аутори су предложили три приступа, тј. три врсте модела за развој 3Д катастра. Ти приступи су катастар са 3Д везама, хибридни модел и потпуни 3Д катастар.

- **Катастар са 3Д везама** представља најједноставнији начин имплементације 3Д компоненте катастра. Модел представља једноставно проширење традиционалних 2Д катастарских модела са екстерним 3Д моделима комплексних 3Д ситуација, док се традиционални катастарски

планови допуњују информацијама да на одређеној локацији постоји комплексна 3Д ситуација. Систем функционише тако што се на основу обавештења да на локацији постоји комплексна 3Д ситуација отвара екстерни 3Д модел који додатно представља и описује комплексну 3Д ситуацију.

- **Хибридни модел** као што сам назив дефинише представља мешавину 2Д и 3Д приступа. Принцип се заснива на томе да се задржава регистрација и приказивање у 2Д простору али и да се 3Д ситуације региструју као 3Д објекти док се успоставља веза између 2Д парцела и 3Д објеката. У суштини, обезбеђен је 3Д приказ објеката, али се њихов правни статус и даље веже за 2Д парцелу као што је то случај у традиционалним катастарским системима.
- **Потпуни 3Д катастар** представља увођење потпуно новог концепта регистровања права у 3Д простору, где се целокупни простор дели на 3Д парцеле које се дефинишу као делови 3Д простора. Омогућава се регистрација 3Д права на деловима простора који представљају посебне ентитете и нису везани за традиционалне 2Д парцеле.

2.4.2 Складиштење 3Д катастарских података

У претходном поглављу (2.4.1) приказане су три могуће врсте приступа развоју 3Д катастра. На основу описа хибридног и потпуног приступа, може се закључити да су 3Д катастарски модели далеко комплекснији од традиционалних 2Д катастарских модела и да могу резултирати великим и комплексним сетовима података.

У истраживању (Stoter and van Oosterom, 2002) наглашено је да полазна тачка за складиштење и одржавање 3Д катастарских података треба да буде просторна базе података, јер се на тај начин може гарантовати конзистентност податка, како просторних, тако и описних текстуалних података. Ова чињеница је веома битна

за катастарске податке с обзиром на то да се у оквиру катастра региструју и стварна права и да се мора гарантовати њихова конзистентност.

Релационе базе података (RDBMS) чувају просторне и алфа-нумеричке податке и обезбеђују њихову конзистентност стриктно пратећи ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, and Durability) правила. Најпознатије релационе базе података, као што су Postgres/PostGIS, Microsoft SQL Server и Oracle обезбеђују просторне типове података и просторне функције потребне за катастарске податке. Међутим, подршка за управљање 3Д просторним подацима је обезбеђења тек у последње време (Schon et al, 2009). Oracle је почевши од верзије 11.1 обезбедио 3Д просторне типове за чување података у виду тачака, облака тачака, линија, полигона, површи и пуних тела. PostGIS такође подржава 3Д типове података као што су тачке, линије, површи, TIN и пуна тела.

Када је реч о тополошким односима, аутори (Breunig and Zlatanova, 2011) наводе да просторне базе података не обезбеђују чување и одржавање 3Д тополошких модела. То значи да је неопходно даље развијање релационих база података у погледу комплекснијих 3Д типова података, али и функционалности које би обезбедиле одржавање оваквих података у бази. Такође је, поред комплекснијих 3Д типова података и тополошких модела, потребно обезбедити и функционалности за анализу, конвертовање и валидацију оваквих података. На основу овога може се закључити да за сада не постоји релациона база података која у потпуности задовољава све захтеве 3Д катастра непокретности.

Поред релационих база података, постоје и NoSQL базе података. Ове базе представљају нови приступ који се заснива на BASE принципима: 1) Basically Available, 2) Soft State, и 3) Eventual consistency (Nayak et al, 2013; Chandra, 2015). NoSQL базе се не заснивају на стриктној шеми, и генерално не подржавају SQL језик за управљање подацима. У почетку су развијене за потребе компанија које раде са великим количинама података и real-time апликацијама, као што су Google, Yahoo и Facebook (Mohan, 2013), али су пронашле примену и у осталим областима, укључујући ту и 3Д катастар (Višnjevac et al, 2017).

Главне предности NoSQL база су флексибилност и модели података који нису стриктни, што омогућава складиштење различитих типова података и омогућава систему да се лако мења и еволуира. Катастарски модели су стриктно дефинисани и унапред познати али NoSQL базе се могу користити за лако складиштење 3Д катастарских података развијених у неким од XML шема, као што је CityGML захваљујући његовој могућности да складишти структуриране, полуструктуриране и неструктуриране податке. То значи да је могуће складиштити податке засноване на два или више модела у оквиру једне NoSQL базе, што може бити веома интересантно са становишта хибридних модела. Додатна погодност NoSQL база јесте могућност да подржи велике скупове података (енгл. big data) тако да немају потешкоће са складиштењем великих скупова 3Д катастарских података.

Са друге стране, NoSQL базе су још увек нови системи за разлику од релационих база података које имају вишедеценијску примену у разним областима (Nance et al, 2013). Међутим, највећи недостатак NoSQL база, са становишта 3Д катастра, јесте то што не користе ACID правила, већ уместо тога користе BASE принципе који су мање стриктни од ACID правила. Такође, када је реч о опоравку базе података, NoSQL базе зависе од backup фајлова (Mohamed et al, 2014).

Постоје стандарди, као што је CityGML (Gröger and Plümer, 2012) који су веома корисни за размену 3Д катастарских података, укључујући тополошке везе између различитих геометријских примитива (Li et al, 2016). Међутим, ови стандарди су и даље само XML шеме које се могу веома једноставно променити или оштетити што није прихватљиво са становишта конзистентности података, па се зато они не могу користити за складиштење 3Д катастарских података.

Приликом одабира начина складиштења 3Д катастарских података неопходно је обратити пажњу на историју промена и могућност спровођења дугих трансакција. Ови аспекти су веома битни са становишта 3Д катастра непокретности и треба их узети у обзир приликом одабира одређеног DBMS-а.

2.4.3 Приказивање 3Д катастарских података

Могућности за приказивање 3Д катастарских података су веома развијене, пре свега захваљујући развоју области које користе 3Д визуализацију, као што је индустрија видео игара у којој је 3Д визуелизација високо развијена. Поред технологија коју су настале за потребе видео игара, постоје разне библиотеке које омогућавају 3Д визуализацију просторних података. Један од бољих примера јесте Cesium библиотека (CesiumJS, 2019) која је пронашла примену у многим областима а може се користити и за потребе 3Д катастра непокретности (Višnjevac et al, 2017).

Код приказивања 3Д катастарских података, од саме технологије приказивања, битнији је приступ који дефинише на који начин и са којом детаљности треба преставити 3Д катастарске податке и које је захтеве потребно испунити. На ту тему објављено је неколико научних радова (Wang et al, 2012; Shojaei et al, 2013; Shojaei, 2014; Wang, 2015; Pouliot et al, 2016; Ying et al, 2016).

У овим истраживањима се углавном покушало доћи до решења које ће обезбедити представљање 3Д катастарских података на један једноставан, али што више свеобухватан начин, како би се обезбедила што боља функционалност система. Група аутора су у свом истраживању предложили прве кораке ка процени принципа визуелизације у 3Д катастру (Wang et al, 2012) Такође, покушали су да одреде могућности визуелних принципа за селектовање једног катастарског објекта поред другог. Један од главних недостатака, које су аутори навели, јесте да је тешко одредити коначну листу захтева нити је исте могуће проверити са корисницима без потпуне имплементације једног 3Д катастра са истинским 3Д подацима. Овакве захтеве и решења би требало проверити на конкретним случајевима, као што је упис и регистрација непокретности, коришћење катастра за потребе урбаног планирања, коришћење катастра за потребе планирања саобраћаја, итд. и тек на основу тога урадити валидацију предложених решења.

Аутори су у свом истраживању предложили скуп захтева које треба да задовољи интерактивни 3Д катастарски систем (Shojaei et al, 2013). У оквиру рада, захтеви су класификовани у три категорије, а на основу претходног истраживања и

сарадње са партнерима из праксе. Такође, у истраживању је у односу на идентификоване захтеве оцењено неколико система за 3Д приказивање. На основу ових анализа дизајниран је и имплементиран прототип система за 3Д приказивање података.

Група аутора у свом раду представила нову методу за приказивање кохерентног скупа 3Д геометрија за потребе примене у 3Д катастру (Ying et al, 2016).

Приказ досадашњих достигнућа и потребних будућих истраживања о приказивању 3Д катастарских података дат је у раду (Pouliot et al, 2016). Аутори су нагласили потенцијална истраживања и трендове ослањајући се, како на досадашња истраживања везано за приказивање података у 3Д катастру, тако и на истраживања из повезаних области.

Из ове области 3Д катастра одбрањене су две докторске дисертације (Shojaei, 2014) и (Wang, 2015) које се детаљно баве проблематиком и принципима приказивања 3Д катастарских података на интуитиван начин.

2.5 Закључак

Различити катастарски системи који постоје у свету имају сличне потешкоће када је реч о регистрацији комплексних 3Д ситуација. Ове потешкоће се заснивају на коришћењу 2Д катастарске парцеле као основне просторне јединице и приказивања катастарских података у 2Д равни.

Иако су потешкоће и мотиви за 3Д катастром веома слични начин имплементације 3Д катастра ће зависити о правног система и постојећег катастарског система у одређеној земљи.

Приликом развоја 3Д катастра непокретности веома су битни међународни стандарди и директиве: LADM - ISO 19152 стандард, остали ISO стандарди, OGC стандарди, INSPIRE директива и Катастар 2014. Ове стандарде је потребно узети у обзир приликом развоја и имплементација 3Д катастра непокретности као основног и саставног дела националне инфраструктуре геопросторних података.

3 КАТАСТАРСКИ СИСТЕМ У СРБИЈИ

Катастарски систем у Републици Србији се концептуално може сврстати у 2.5Д катастар непокретности и дефинисати као „универзални” катастар, односно јавни регистар у који се уписују све непокретности и сва права на њима.

Поглавље се бави анализом катастра непокретности Републике Србије у контексту 3Д катастра. Ово поглавље почиње са хронологијом развоја катастарског система (3.1) на територији Републике Србије, и наставља се описом тренутног катастра непокретности (3.2), катастра водова (3.3) и националном инфраструктуром геопросторних података (3.4) у Републици Србији. Поглавље 3.5 приказује садашњу праксу и потешкоће уписа и приказивања комплексних 3Д ситуација, док потпоглавље 3.5.6 садржи примере уписа комплексних 3Д ситуација.

3.1 Историјат катастра у Србији

Први подаци о непокретностима на територији Србије датирају још из времена српске средњовековне државе. Ови подаци имају углавном описни карактер и односе се на земљиште. Обично су то повеље са описом граница земљишта и природних објеката које владар поклања, углавном манастирима (Miladinović, 2004; Šarkić, 2013).

Након Првог (1804–1813) и Другог (1815–1817) српског устанка и обнове српске државе настала је Кнежевина Србија. Ово је омогућило стварање новог правног система, и прве кораке ка успостављању катастарског система (Bogdanović, 1987; Miladinović and Dugonjić, 2012).

После неколико деценија почетних корака на успостављању катастарског система први озбиљнији кораци су извршени од 1921. до 1925. године, када је катастарски премер извршен за неколико округа у северном делу земље.

Период од 1931. до 1941. године је најплоднији период са становишта катастарског премера. У овом периоду, премер је извршен за 60 градова и општина и 59 катастарских срезова. До 1941. године премер је извршен за 2887 катастарских општина, или 53% од укупног броја катастарских општина. Остали део Србије (2608 катастарских општина) је остао непремерен.

Након Другог светског рата, тј. од 1952. до 1956. године, извршен је попис земљишта за сва непремерена подручја, и посао је завршен за оне катастарске општине где је премер извршен пре рата али подаци нису обрађени. Од тада катастарски премер је систематски организован и извршен по средњорочним и годишњим плановима. До 1973. године остало је непремерено само 180 катастарских општина (279405 хектара) и то подручје је премерено од 1973. до 1977. године. После овога, интензивирали су се послови на обнови премера (Bogdanović, 1987). Подаци су за већину подручја уписивани у два регистра, катастар земљишта и земљишну књигу.

Током 1988. године, новим законом је дефинисан катастар непокретности као јединствени јавни регистар по први пут у историји Србији. До тада је катастар земљишта формиран за целу територију Србије. Такође је земљишна књига успостављена за 1287 катастарских општина, или 28% од укупног броја катастарских општинама, док се тапијски систем задржао у малом броју катастарских општина.

Период од 1988. до 1992. године је искоришћен за доношење закона и подзаконских аката, као и прописа и правила за успостављање катастра непокретности. У међувремену, процес успоставе катастра непокретности је започео у 13 одабраних катастарских општина.

Од 1992. до 2002. године, направљен је значајан напредак ка планирању и организацији активности везаних за успостављање катастра непокретности. Током 1992. године, завршено је успостављање катастра непокретности за две катастарске општине. До краја 2002. године, катастар непокретности је успостављен за 25% од укупног броја катастарских општина (Miladinović et al, 2012).

Током периода од 2002. до 2012. године остварени су значајни резултати. Катастар непокретности је успостављен за све катастарске општине, осим за 6 катастарских општина у којима је био актуелан процес комасације земљишта и за катастарске општине на територији аутономне покрајине Косова и Метохије. Због тога се 2012. година сматра као година када је успостављен катастар непокретности у Републици Србији (без Косова и Метохије).

Тренутно се катастарски систем у Републици Србији одржава од стране Републичког геодетског завода, који је законом одређен за послове одржавања катастра непокретности, катастра водова, регистрацију стварних права као и осталих послова повезаних са катастарском регистрацијом (РГЗ, 2018).

3.2 Катастар непокретности

Катастар непокретности садржи податке о земљишту, објектима и посебним деловима објеката као што су: станови, пословни простори, гараже, итд. и податке о власницима ових непокретности. Такође, катастар непокретности се користи за регистрацију стварних права као што су хипотеке и право коришћења. Катастар непокретности се може дефинисати као:

„Катастар непокретности је јавни регистар који садржи податке о непокретностима и стварним правима које се односе на ове непокретности.”

Стварна права се стичу, преносе, ограничавају и престају уписом у катастар непокретности. Основна просторна јединица у катастру непокретности јесте парцела, док је катастарска општина основна територијална јединица за коју се формира катастар непокретности.

По Закону о државном премеру и катастру (Службени гласник РС, 72/2009) катастар непокретности је јасно дефинисан и састоји се од три дела:

- елабората премера
- збирке исправа, и

- базе података катастра непокретности.

Елаборат премера представља скуп докумената и података насталих у поступку пројектовања и реализације катастарског, комасационог премера или постојећег премера, на основу којих се оснива или обнавља катастар непокретности. Елаборат премера се чува трајно.

Збирка исправа садржи оригинале или оверене копије докумената који су значајни за регистрацију стварних права на непокретностима. Да би се успоставило неко стварно право потребно је приложити валидни документ који потврђује то право. У оквиру базе катастра непокретности уписују се само важни делови ових докумената како би поједноставио преглед и одржала унапред дефинисана структура базе. На пример, у случају купопродајног уговора, у оквиру базе катастра непокретности чувају се само подаци да је стварно право уписано на основу уговора и основни подаци лица које је стекло право својине. Може се рећи да је збирка исправа додатак бази података катастра непокретности.

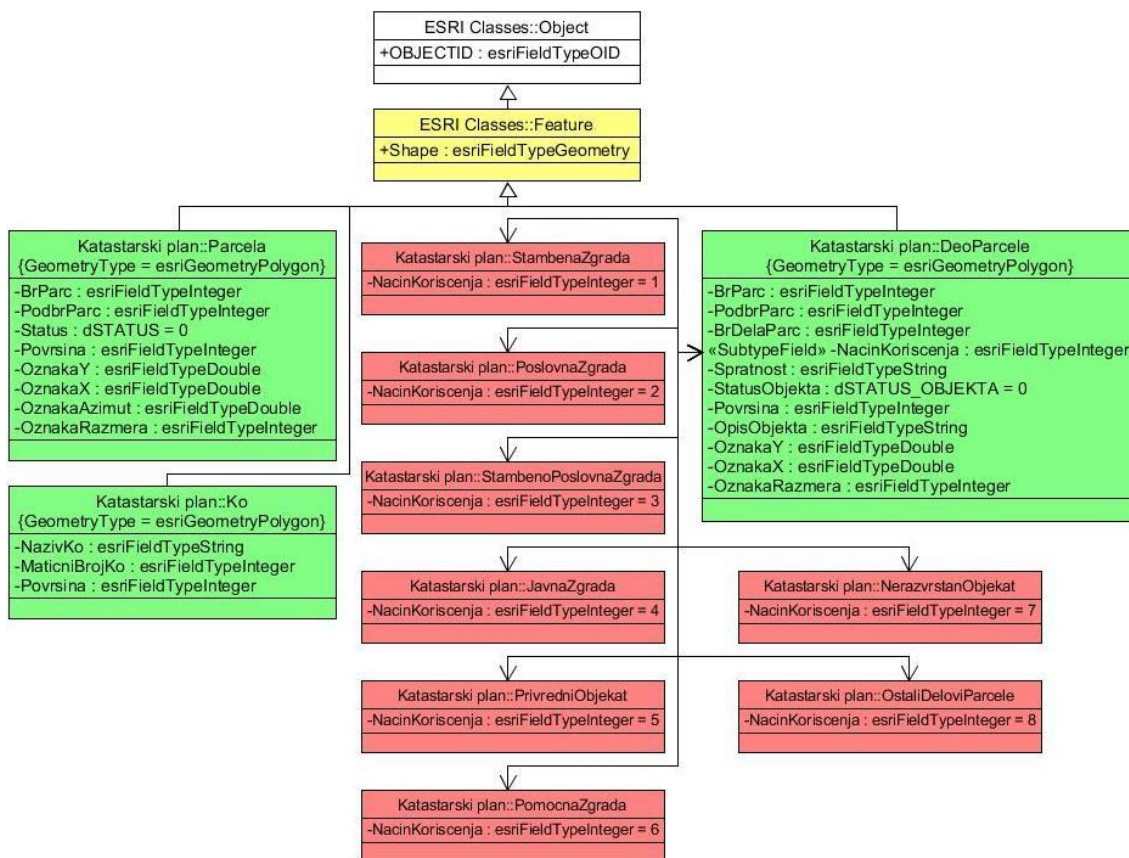
У складу са правном регулативом, стварна права се стичу, преносе, ограничавају и престају уписом у катастар непокретности. То значи да документ сам по себи не представља стицање стварног права. Уколико неко жели да провери стварна права на некој непокретности, довољно је да провери базу катастра непокретности, нема потребе за провером збирке исправа (Miladinović, 2004).

База података катастра непокретности се Законом о државном премеру и катастру (Службени гласник РС, 72/2009) дефинише као скуп геопросторних и других података о непокретностима, стварним правима и одређеним облигационим правима на њима. У садашњој пракси, просторни подаци о непокретностима и описни подаци о непокретностима (са подацима о правима и имаоцима права) се чувају у одвојеним сетовима података. Просторни подаци се чувају као део катастарског плана док се описни подаци о непокретностима и правима на њима чувају у структурираним табелама.

Катастарски план приказује просторне податке о облику и положају непокретности укључујући границе парцела, зграда и приказ начина коришћења.

Дигитални катастарски план је катастарски план у дигиталном облику. Почетак креирања дигиталног катастарског плана датира од 1992. године, да би до јула 2012. године дигитални катастарски план био креиран за 1781 катастарску општину, или 39,4% од укупног броја катастарских општина (Miladinović et al, 2012).

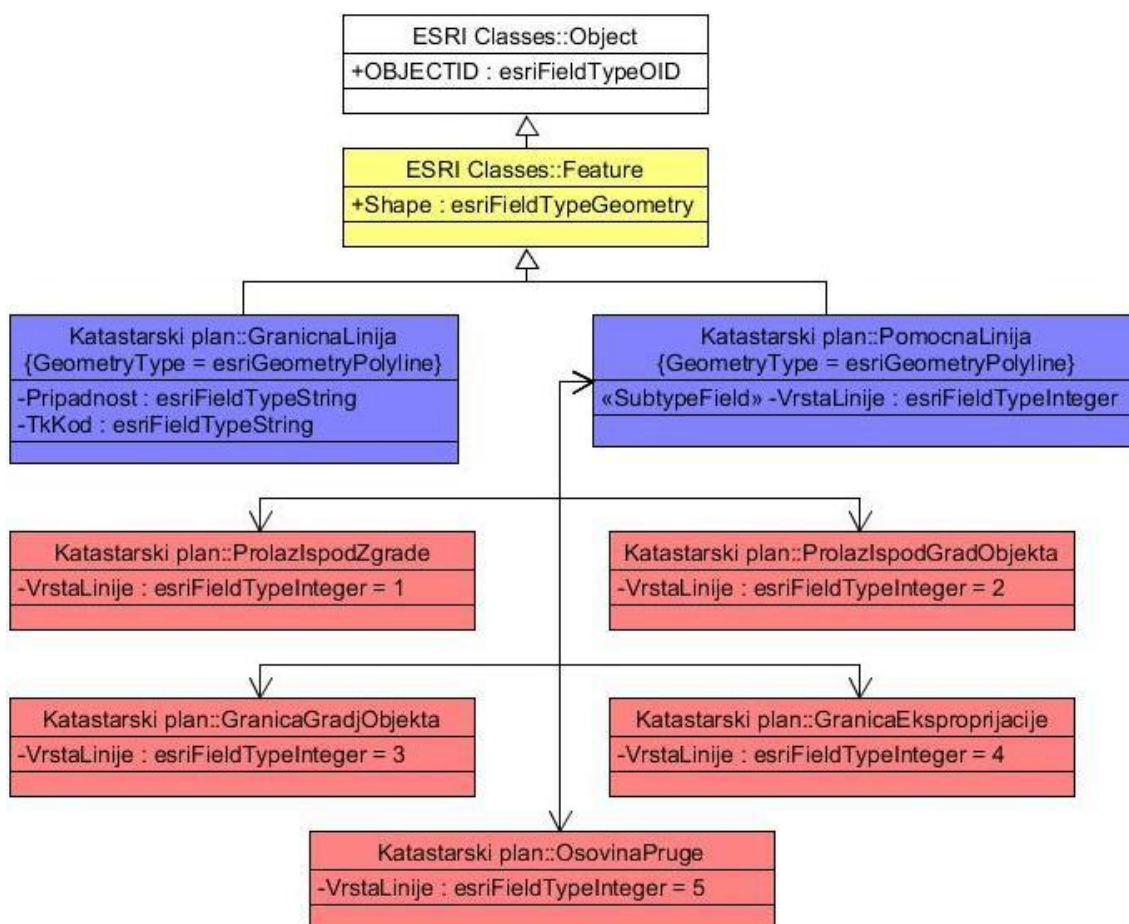
Основне класе објеката које се користе за представљање свих непокретности на дигиталном катастарском плану су тачка, линија, полигон (површ) и текст. Слика 3.1 приказује део UML класа дигиталног катастарског плана (дефинисаног од стране Републичког геодетског завода) који се односи на површинске типове података. Парцела као основна просторна јединица је представљена у виду полигона и садржи атрибуте као што је јединствени број и површина. Зграде и други грађевински су приказани уз помоћ полигона, и такође имају атрибуте као што су: јединствени број у оквиру парцеле, спратност, начин коришћења, површина, опис, итд.



Слика 3.1 : Део UML дијаграма дигиталног катастарског плана који се односи на површинске типове података

Поред парцела и посебних делова парцела, у оквиру дигиталног катастарског плана преко полигона се представљају и следеће класе: катастарске општине, статистички кругови, размера и подела на листове. Последње две класе су наслеђене на основу аналогног катастарског плана.

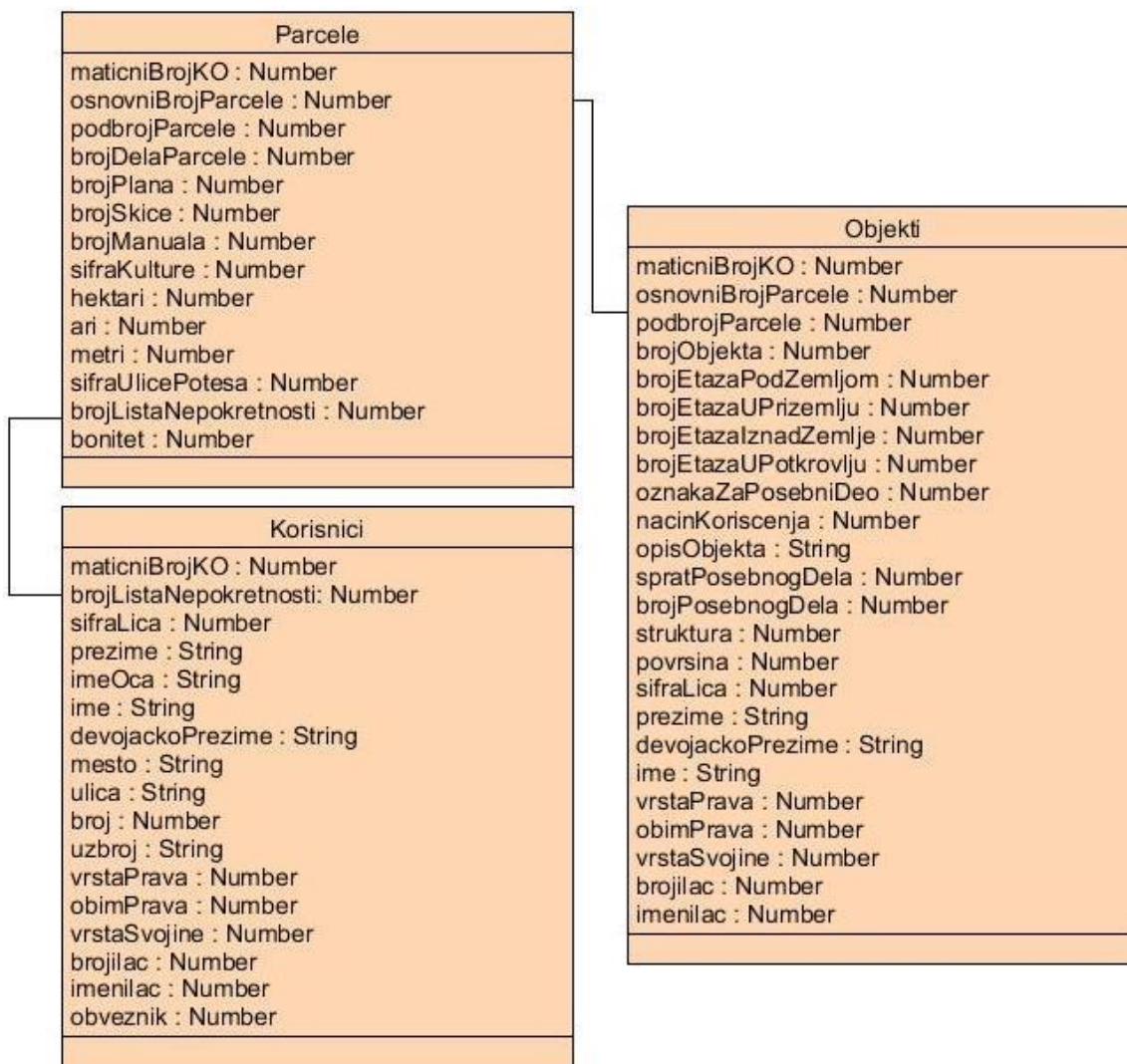
Линијски објекти се углавном користе за представљање граница. Постоје и помоћне линије које се користе за представљање различитих објеката, пруга, граница експропријације и пролазе испод зграда. Слика 3.2 приказује део UML дијаграма дигиталног катастарског плана који се односи на линијске типове података.



Слика 3.2 : Део UML дијаграма дигиталног катастарског плана који се односи на линијске типове података

Тачкасти објекти се користе за представљање међних тачака, позиције кућних бројева, назива итд. Називи, као текстуални објекти, се користе за приказивање кућних бројева, назива улица и тргова, потеса, спратности итд.

У поглављу 3.5 може се пронаћи неколико примера дигиталног катастарског плана који приказују подручја на коме се налазе комплексне 3Д ситуације и садрже претходно побројане типове објеката.



Слика 3.3 : Структуре табела за парцеле, кориснике и објекте

Табеле са описним подацима о непокретностима и правима на њима представљају интегрални део катастра непокретности. Садрже алфа-нумеричке податке о парцелама, корисницима, објектима и другим ентитетима. Слика 3.3 приказује поједностављене структуре три главне табеле за парцеле, објекте и кориснике. Корисник тј. ималац права је повезан са парцелом преко броја листа непокретности док је објекат повезан са парцелом преко броја и подброја парцеле. Табела за објекте чува податке о објектима и посебним деловима објеката

укључујући податке о имаоцима права. Подаци о имаоцима права се чувају у табели за објекте јер је могуће да ималац права над објектом или посебним делом објекта није исто лице као ималац права на парцели. Овакви случајеви су дозвољени у правном систему Републике Србије.

Уколико се структура табела упореди са моделом података дигиталног катастарског плана може се приметити да се један део података преклапа, тј. да долази до редувантности података. То су подаци који се односе на спратност, начин коришћења парцела и објеката, површине и итд. Табеле са описним подацима и дигитални катастарски план су одвојени регистри што је резултат техничких решења и утицаја претходних регистара (катастра земљишта и земљишне књиге) које су постојале пре успостављања катастра непокретности.

Приликом издавања података из катастра непокретности, подаци из базе катастра непокретности су организовани у листове. Оваква структура је такође наслеђена од катастра земљишта. Једна колекција листова припада имаоцу права (или имаоцима права) и формира један лист непокретности. У листовима се налазе подаци о парцелама и свим објектима и посебним деловима објеката који су изграђени на овим парцелама а које припадају одређеном имаоцу права или имаоцима права.

Лист непокретности се састоји од: *А листа* (садржи податке о парцелама), *Б листа* (садржи податке о стварним правима на земљиштем, тј. парцелама), *В листа* (садржи податке о стварним правима на објектима и посебним деловима објекта), *Г листа* (садржи податке о теретима).

3.3 Катастар водова

Катастар водова је регистар у коме се уписују графички, нумерички и описни подаци о водовима. Садржи податке о подземним и надземним водовима, укључујући инсталације и опрему за коју је потребна грађевинска дозвола (Miladinović, 2004). Поред ових података, у оквиру катастра водова уписују се и стварна права на водовима, тако да се катастар водова може дефинисати као:

„Катастар водова је јавни регистар који садржи податке о водовима и стварним правима које се односе на ове водове.”

Предмет уписа у катастар водова су водоводна мрежа, топловодна мрежа, канализациона мрежа, електроенергетска мрежа, телекомуникациона мрежа, гасоводна и дренажна мрежа. Као и у случају катастра непокретности, катастарска општина представља основну територију за коју се успоставља катастар водова. Катастар водова се успоставља на основу геодетског премера и техничке документације.

Катастар водова Републике Србије се састоји од три интегрална дела:

- елабората премера водова,
- збирке исправа, и
- базе података катастра водова

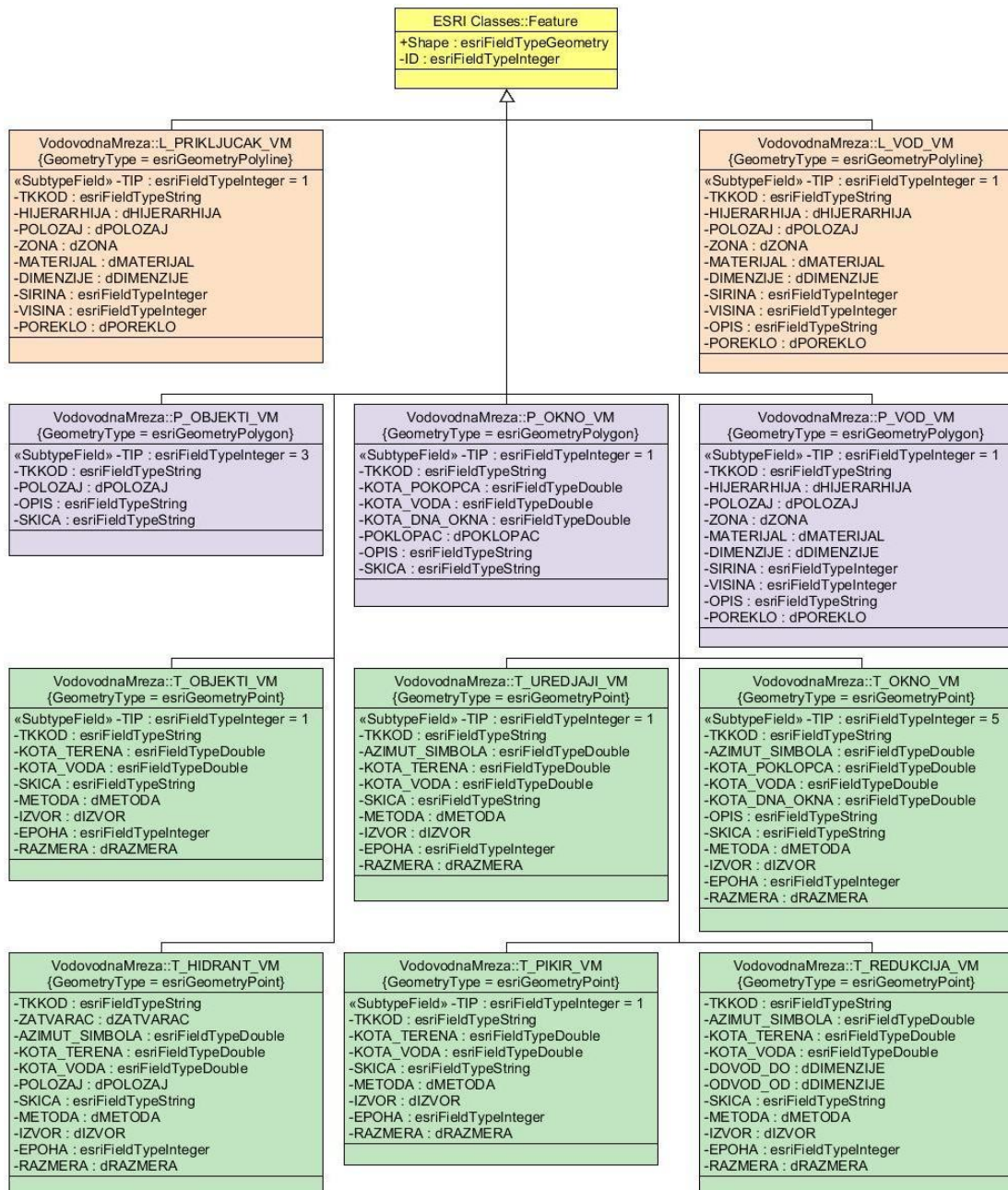
Елаборат премера водова представља сет документације и података креираних у поступку пројектовања и успостављања водова, укључујући документацију о водовима којом располажу државни органи, привредна друштва, предузећа и друге организације, на основу којих је основан катастар водова.

Збирка исправа, слично као код катастра непокретности, садржи оригинале или оверене копије докумената на основу којих се стичу, преносе или престају стварна права на водовима.

База података катастра водова је независни информациони систем, који није повезан са катастром непокретности, а који садржи податке о објектима водова.

Сви подаци су организовани у унапред дефинисане структуре података у зависности од врсте вода. Основне класе објеката које се користе за представљање свих појава су тачка, линија и полигон (површ). Слика 3.4 приказује поједностављени UML дијаграм за водоводну мрежу који садржи све три побројане основне класе објеката. Из модела се може видети да нема експлицитне информације на којој катастарској парцели се налази вод.

Класа тачке се користи за представљање свих појава које су мале и морају се представити преко симбола. На пример, тачка (симбол) се користи за представљање: водомера, бунара, стубова за пренос електричне енергије, телефонске говорнице, итд.



Слика 3.4 : Поједностављени UML дијаграм за водоводну мрежу

Линијски објекти се користе за представљање појава које су веома дугачке али немају довољну ширину да би се представиле помоћу полигона. То су пре свега цевоводи, канали, оптички каблови, итд.

Полигони се користе за представљање свих појава који имају довољну дужину и ширину да би се представили преко полигона. То може бити иста врста појава које се представљају путем тачака и линија али које имају довољну површину за приказ преко полигона. На пример, цевовод се представља преко линијског објекта, али ако има довољну ширину користиће се полигон. Неки од примера појава за које се користе полигони су: постројења за прераду воде, топлане, термоелектране, итд.

3.4 Национална инфраструктура геопросторних података

Национална инфраструктура геопросторних података представља инфраструктуру која садржи шири скуп података о животној средини, омогућавајући јавни приступ и могућност размене података између државних органа, како на националном нивоу, тако и када је реч о међународној сарадњи.

Законом о националној инфраструктури геопросторних података (Службени гласник РС, 27/2018) одређено је да се INSPIRE директива (поглавље 2.3.4) пренеси у национално законодавство Републике Србије. Такође, дефинисано је да су органи за управљање националном инфраструктуром геопросторних података Савет НИГП-а и радне групе. По дефиницији, председник Савета је директор Републичког геодетског завода. Остали чланови Савета су представници надлежних министарстава и других државних органа.

Дакле, поред чињенице да модерни катастар непокретности представља просторну основу за националну инфраструктуру геопросторних података, Републички геодетски завод има значајну улогу у организацији и управљању националном инфраструктуром геопросторних података, тј. Републички геодетски завод је носилац њене успоставе.

У оквиру успостављања националне инфраструктуре геопросторних података развијен је портал „Геосрбија” (www.geosrbija.rs). Портал омогућава јавни приступ просторним подацима, укључујући имплементирани сервисе за претраживање и преглед метаподатака. Подаци у оквиру портала су организовани у три групе тема геоподатака.



Слика 3.5 : Портал „Геосрбија“

Слика 3.5 приказује изглед портала „Геосрбија“. Портал омогућава преглед и претраживање великог сета просторних података и метаподатака разврстаних по темама и слојевима.

3.5 Постојећи начин уписа 3Д ситуација

Као што је описано у поглављу 3.2, катастар непокретности у Републици Србији садржи 2Д катастарске планове (или дигитални катастарски план) који као основну просторну јединицу имају парцелу са јединственим бројем. У оквиру базе катастра непокретности чувају се и описни подаци о непокретностима. Овако успостављен систем има низ потешкоћа да региструје и прикаже комплексне 3Д ситуације које су веома честа појава у густо насељеним урбаним подручјима. 3Д ситуације се могу класификовати на више начина, у зависности о различитих критеријума, али се могу поделити и на компоненте које ће се користити као основа за описивање начина регистрације 3Д ситуација (слична подела ће се користити и у осталим деловима овог рада).

Те компоненте су:

- Земљиште и рељеф,
- Објекти/посебни делови објеката,

- Подземни објекти,
- Тунели, и
- Други грађевински објекти (мостови, вијадукти, итд.)

У оквиру контекста ове докторске дисертације, термин рељеф се користи у смислу вертикалне представе терена, углавном у форми дигиталног модела терена или као сет тачака са информацијом о висини терена. Термин подземни објекти се користи за све конструкције које се налазе испод површи терена, као што су подруми, подземне гараже, подземна склоништа, итд. док се тунели посматрају као одвојена категорија. Под другим грађевинским објектима се сматрају све конструкције које се не могу класификовати у неку од претходно побројаних компоненти.

3.5.1 Упис земљишта и приказ рељефа

На катастарским плановима не постоји представљање рељефа тј. 3Д представа терена, већ само представљање поседа земљишта као катастарских парцела у 2Д простору. У оквиру базе катастра непокретности постоје само подаци о висини тачака геодетске основе. Другим речима, то значи да је скоро немогуће добити представу о терену само на основу катастарских планова и осталог садржаја базе катастра непокретности. Када је у питању катастар водова, ту се чувају подаци о висинама за уређаје, окна, тачке рачвања, итд. али се ово не може сматрати адекватном представом терена у висинском смислу.

3.5.2 Упис објеката и посебних делова објеката

Објекти се уписују у базу података катастра непокретности и приказују на катастарском плану. На катастарском плану се приказују као део парцеле укључујући опис који показује спратност објекта, и то представља једину информацију у висинском смислу. Слика 3.6 приказује примере приказивања објеката на дигиталном катастарском плану.



Слика 3.6 : Пример приказа објеката на дигиталном катастарском плану (ГеоСрбија, 2018)

Што се тиче посебних делова објекта, они се не приказују на катастарском плану и немогуће је имати увид у податке о њима увидом у катастарски план.

У оквиру базе катастра непокретности чувају се подаци о броју етажа објекта под земљом и изнад земље, као и број етажа у приземљу и поткровљу (Слика 3.3). Ово такође представља једину информацију у висинском смислу о објекту уписаном у катастар непокретности. Слична ситуација је и са посебним деловима објекта, за које се не чувају просторни подаци у оквиру базе катастра непокретности и једино просторно одређење јесте број спрата и број посебног дела у оквиру објекта.

На основу овога се може закључити да је немогуће утврдити 3Д карактеристике објеката и посебних делова објекта увидом у катастарски план и базу катастра непокретности као саставних делова катастра непокретности Републике Србије.

Више информација о 3Д карактеристикама објекта и посебних делова објекта тј. о облику, висини, површини итд. може се пронаћи у елаборату геодетских радова који се предаје приликом уписа објекта у катастар непокретности. Елаборат геодетских радова или геодетски елаборат израђује овлашћена геодетска организација и он се чува као део збирке исправа у оквиру катастра непокретности. То значи да геодетски елаборат представља документ на основу кога је извршен упис објекта у катастар непокретности и представља допуну

уписаних података. Као део збирке исправа, геодетски елаборат нема сврху просуђивања укњиженог стања у катастру непокретности, ту важност имају само подаци уписани у базу катастра непокретности.

Приликом израде геодетског елабората и снимања објеката, објекат се снима по контурним (ивичним) линијама, са најмање три тачке. Такође, приликом терестричких снимања мере се сви фронтови објекта. Уколико се део објекта, или цео објекат налази на стубовима, снимају се стубови и ортогонална пројекција контуре објекта на површ земље (Miladinović, 2004). Снимају се само објекти који имају темеље од чврстог материјала, што значи да се не снимају објекти као што су: бараке, кокошињци, киосци, итд.

Са становишта регистрације 3Д ситуација, интересантно је да се истурени делови објекта (у односу на основу) не снимају и не приказују уколико су издигнути више од четири метра и ако је растојање ортогоналне пројекције истуреног дела од основе објекта мање од два метра. Такође, степенице уз зграду, терасе и улази у подруме се снимају када су им димензије веће од 2 mm x R (Miladinović, 2004).

Посебни делови објекта се уписују на основу етажног елабората који се израђује за објекат. Етажни елаборат израђују геодетске организације и садржи у себи техничку документацију (скице по етажама) која представљају 3Д опис објекта.

3.5.3 Упис подземних објеката

Са становишта 3Д катастра и 3Д ситуација, подземни објекти се могу поделити на две врсте: подземни објекти које су саставни део другог објекта (подрум, гаража, итд.) и подземни објекти које представљају самосталне објекте (подземна склоништа, посебне подземне гараже, подземне железничке станице, итд.).

Подземни објекти који представљају посебне делове објекта се посматрају као и остали посебни делови објекта (3.5.2). То значи да се не приказују на катастарском плану док се у бази података катастра непокретности чувају описни подаци, укључујући број посебног дела у оквиру објекта. Такође се врши њихово

снимање и одређивање корисне површине приликом израде елабората геодетских радова.

Подаци о самосталним подземним конструкцијама се вежу за парцелу на којој се налази главни улаз подземног објекта или један од улаза у објекат. Често се сам улаз у подземну конструкцију приказује као објекат, тј. на катастарском плану се путем полигона представља као и сваки други објекат док се сама подземна конструкција уписује у базу катастра непокретности као посебни делови објекта.



Слика 3.7 : Приказ подземног пешачког пролаза на дигиталном катастарском плану и ортофото подлози (ГеоСрбија, 2018)

Слика 3.7 приказује на који начин је подземни пешачки пролаз на Теразијама у Београду приказан на дигиталном катастарском плану. Са слике се може уочити да је приказан само главни улаз са десне стране улице, док остала три улаза која се налазе са супротних страна улице нису регистровани на катастарском плану.

Главни улаз је приказан као и остали објекти на катастарском плану и за њега је такође формиран посебан део парцеле.

Стање у бази података катастра непокретности за исти пешачки пролаз се може видети у наставку (Слика 3.8).

Подаци о зградама и другим грађевинским објектима (објекти на изабраном делу парцеле)

Улица	Кућни број	Кућни под. број	Површина m ²	Начин коришћења објекта	Статус објекта
▶ ТЕРАЗИЈЕ			63	ПОДЗЕМНИ ОБЈЕКАТ ПОСЛОВНИХ УСЛУГА	ОБЈЕКАТ ИМА ОДОБРЕЊЕ ЗА УПОТРЕБУ

Посебни делови изабраног објекта

Евид. број	Бр. улаза	Бр. стана	Под. бр. стана	Начин коришћења објекта	Корисна површина m ²
1		P-1		ПОСЛОВНИ ПРОСТОР ЗА КОЈИ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	16,20
2		P-1		ПОСЛОВНИ ПРОСТОР ЗА КОЈИ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	9,50
3		P-2		ПОСЛОВНИ ПРОСТОР ЗА КОЈИ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	12,50
4		P-3		ПОСЛОВНИ ПРОСТОР ЗА КОЈИ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	13,94
5		P-2		ПОСЛОВНИ ПРОСТОР ЗА КОЈИ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	16,20
6		P-4		ПОСЛОВНИ ПРОСТОР ЗА КОЈИ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	13,94

Републички геодетски завод 2008-2017

Слика 3.8: Приказ подземног пешачког пролаза у бази података катастра непокретности (еКатастар, 2018)

У бази података катастра непокретности су уписани пословни простори који су саставни део подземног пешачког пролаза. На основу уписане квадратуре и броја уписаних посебних делова објекта евидентно је да у базу катастра непокретности није уписан простор који користе пешаци већ само пословни простори који чине саставни део истог подземног пешачког пролаза. То значи да на основу катастарског плана и остатка базе катастра непокретности није могуће утврдити облик, димензије и површину целокупног подземног пешачког пролаза већ је те информације потребно потражити у елаборату геодетских радова који се предаје приликом уписа подземног пролаза и представља саставни део збирке исправа.

За потребе израде елабората геодетских радова, подземни објекти се снимају по унутрашњим контурама просторија са геодетске основе која се за ту сврху посебно поставља унутар објекта. Само снимање се изводи по истим принципима који важе за снимања објеката и посебних делова објеката изнад површине земље, док се дебљина зидова преузима из техничке документације уколико је није могуће измерити на терену.

3.5.4 Упис тунела

У оквиру ове докторске дисертације, тунели су обрађени у посебној категорији у односу на друге грађевинске објекте и подземне објекте јер су по својој конструкцији и начину употребе битно разликују од објеката који су обрађени у овој категорији (3.5.3). За разлику од осталих подземних објеката углавном пролазе испод више катастарских парцела и на тај начин често утичу на обликовање комплексних 3Д ситуација.

Правилником о катастарском премеру и катастру непокретности (Службени гласник РС, 7/2016) није експлицитно дефинисан начин уписа тунела у катастар непокретности. У Правилнику је дефинисано да се подаци о подземним објектима (укључујући ту и тунеле) везују за парцелу на којој се налази главни улаз или један од улаза у подземни објекат. То значи да се не уписује податак испод којих парцела пролази наведени тунел, тј. забележба на парцелама испод којих пролази тунел.



Слика 3.9 : Приказ почетка и краја железничког тунела који пролази кроз две катастарске општине (ГеоСрбија, 2018)

Прегледом дигиталног катастарског плана (ГеоСрбија, 2018) и базе катастра непокретности (еКатастар, 2018) установљено је да ова одредба није поштована у великом броју случајева, тј. да велики број тунела није уписан на овај начин и да не постоје информације о тунелу на дигиталном катастарском плану и у бази података катастра непокретности, како на парцелама на којима се налазе улази у тунеле, тако и на парцелама испод којих тунели пролазе.

Слика 3.9 приказује почетак и крај железничког тунела у Београду који спаја Панчевачки мост (К.О Палилула) и Карађорђевог парк (К.О. Савски Венац). На слици се почетак и крај тунела могу видети на ортофото подлози и дигиталном катастарском плану. На ДКП-у се може приметити да не постоји уцртан објекат који би јасно представљао почетак или крај тунела, тј. да на основу дигиталног катастарског плана није могуће добити информације да на тој локацији постоји тунел.

Такође, тунел није уписан ни у бази података катастра непокретности на парцели у К.О. Палилула нити на парцели у К.О. Савски Венац, тј. наведени тунел уопште није уписан у катастар непокретности.

Општина: ПАЛИЛУЛА (БЕОГРАД)
Катастарска општина: ПАЛИЛУЛА

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина м ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 127/6	1	498	БУЛЕВАР ДЕСПОТА СТЕФАНА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 127/6	2	202	БУЛЕВАР ДЕСПОТА СТЕФАНА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 127/6	3	89	БУЛЕВАР ДЕСПОТА СТЕФАНА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 127/6	4	44	БУЛЕВАР ДЕСПОТА СТЕФАНА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 127/6	5	1	БУЛЕВАР ДЕСПОТА СТЕФАНА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ДЕЛОМ ЗГРАДЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
		Σ: 834			

1 2

Подаци о зградама и другим грађевинским објектима (објекти на изабраном делу парцеле)

Улица	Кућни број	Кућни под. број	Површина м ²	Начин коришћења објекта	Статус објекта
▶ БУЛЕВАР ДЕСПОТА СТЕФАНА			498	ЗГРАДА ЗА КОЈУ НИЈЕ ПОЗНАТА НАМЕНА	ОБЈЕКАТ ИЗГРАЂЕН БЕЗ ОДОБРЕЊА ЗА ГРАДЉУ

Нема подата о посебним деловима изабраног објекта!

Слика 3.10 : Извод из базе података катастра непокретности за парцелу у К.О. Палилула на којој почиње тунел (еКатастар, 2018)

На парцели број 127/6 на којој почиње железнички тунел у катастарској општини Палилула постоје уписана 4 објекта, док је један део парцеле под делом зграде која се налази на више парцела (Слика 3.10). За три објекта није утврђена намена,

док је један објекат пословна зграда за коју није утврђена делатност. Сви ови објекти су изграђени без одобрења за градњу. Увидом у базу катастра непокретности, може се закључити да тунел није уписан по одредбама које дефинише Правилник о катастарском премеру и катастру непокретности.

Општина: САВСКИ ВЕНАЦ
Катастарска општина: САВСКИ ВЕНАЦ

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 2311/5	1	96	БУЛЕВАР ОСЛОБОЂЕЊА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 2311/5	2	30	БУЛЕВАР ОСЛОБОЂЕЊА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 2311/5	3	297	БУЛЕВАР ОСЛОБОЂЕЊА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 2311/5	4	4.929	БУЛЕВАР ОСЛОБОЂЕЊА	ЈАВНИ ПАРК	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
		Σ: 5.352			

Подаци о зградама и другим грађевинским објектима (објекти на изабраном делу парцеле)

Улица	Кућни број	Кућни под. број	Површина m ²	Начин коришћења објекта	Статус објекта
▶ БУЛЕВАР ОСЛОБОЂЕЊА			96	ПОСЛОВНА ЗГРАДА ЗА КОЈУ НИЈЕ УТВРЂЕНА ДЕЛАТНОСТ	ОБЈЕКАТ ПРЕУЗЕТ ИЗ ЗЕМЉИШНЕ КЊИГЕ

Нема подата о посебним деловима изабраног објекта!

Слика 3.11 : Извод из базе података катастра непокретности за парцелу у К.О. Савски Венац на којој се завршава тунел (еКатастар, 2018)

Слична ситуација је и на парцели број 2311/5, на којој се завршава железнички тунел у катастарској општини Савски Венац. На парцели су уписана три објекта. У питању су пословне зграде за које није утврђена делатност и које су преузете из земљишне књиге (Слика 3.11). Такође се и за ову парцелу може констатовати да железнички тунел није уписан на начин који је предвиђен за упис подземних објеката Правилником о катастарском премеру и катастру непокретности.

Приликом мерења тунела примењују се исти принципи као код мерења других подземних објеката. То подразумева мерење улаза у тунел и мерење самог тунела, док се дебљина зидова не мери него преузима из техничке документације.

3.5.5 Упис других грађевинских објеката

Под другим грађевинским објектима се сматрају мостови, вијадукти, надземни пешачки прелазии све остале конструкције које се не могу сврстати у неку од претходно обрађених категорија и које су по правилу изграђене на две или више катастарских парцела и налазе се изнад других парцела.

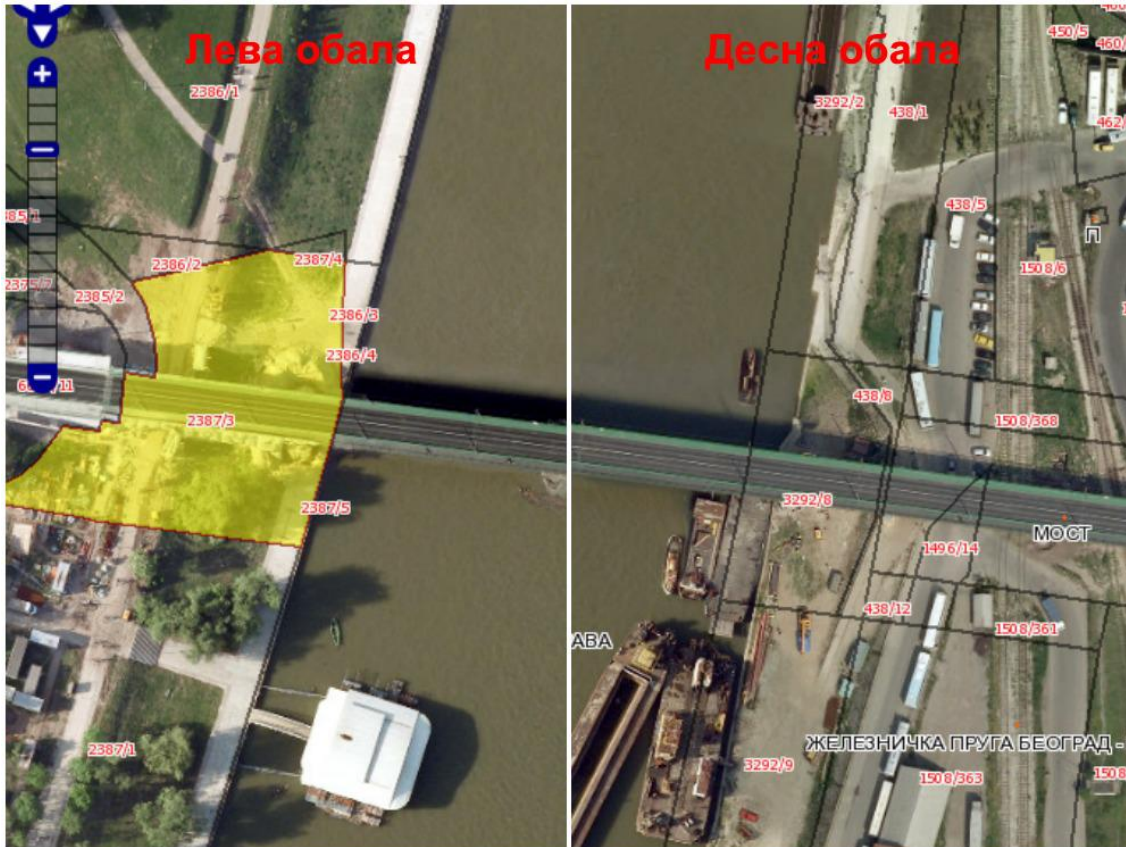
Како је дефинисано Правилником о катастарском премеру и катастру непокретности (Службени гласник РС, 7/2016), уколико је објекат изграђен на две или више парцела, подаци о објекту уписују се на парцели на којој је објекат већим делом изграђен, са уписом забележбе на објекту да је део објекта изграђен и на другим парцелама. На другим парцелама се не уписују подаци о објекту, већ се уписује забележба да је на њима изграђен део објекта.

Мостови, вијадукти и надземни пешачки пролази, као репрезентативни примери ове врсте конструкција могу бити изграђени на две или више катастарских парцела, али исто тако, могу се налазити и изнад других парцела. То значи да би требало се на тим парцелама уписати забележбу да се изнад налази мост или вијадукт.

Овакав начин уписивања објеката који се налазе на две или више парцела је дефинисан Правилником о катастарском премеру и катастру непокретности (Службени гласник РС, 7/2016) тек 2016. године. Правни претходници овог Правилника, као што су Правилник о изради и одржавању катастра непокретности (Службени гласник РС, 46/1999) и Правилник о техничким нормативима и методама снимања детаља код премера земљишта (Службени гласник РС, 10/1981) не дефинишу начин уписа објеката који се налазе на две или више парцела и који се налазе изнад других парцела као што је то случај код мостова и вијадукта.

Касно увођење начина уписа оваквих објеката у правну регулативу допринело је да многи објекти као што су мостови, вијадукти и надземни пешачки прелази нису на овај начин уписани у катастар непокретности.

Слика 3.12 приказује стање на дигиталном катастарском плану када је реч о регистрацији Старог савског моста у Београду.



Слика 3.12 : Приказ леве и десне обале Старог савског моста на ДКП-у и ортофото подлози (ГеоСрбија, 2018)

На основу слике може се утврдити да на левој обали и на парцели на којој се мост спаја са саобраћајницом не постоје подаци о зградама и другим грађевинским објектима као и да нема забележбе да преко те парцеле прелази мост (Слика 3.13). Такође, на парцели која представља реку Саву не постоји евиденција о објекту који би представљао мост, нити постоји забележба да се изнад те парцеле налази мост. Једина информација о мосту коју је могуће утврдити прегледом дигиталног катастарског плана јесте назив „МОСТ” који се налази на почетку моста са десне обале.

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 2387/3	1	2.829	БРОДАРСКА	ГРАДСКЕ ЗЕЛЕНЕ ПОВРШИНЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
		Σ: 2.829			

Нема података о зградама и другим грађевинским објектима изабраног дела парцеле!

Републички геодетски завод 2008-2017

Слика 3.13 : Приказ извода из базе података катастра непокретности за парцелу на левој обали Старог савског моста (еКатастар, 2018)

Приликом мерења мостова, вијадукта и надземних прелаза мери се линија спајања објекта са саобраћајницом, труп објекта по правилима прописаним за снимање саобраћајница, као и стубови који се налазе изван воде. Стубови се мере са неопходним бројем тачака за дефинисање њихове геометрије.

3.5.6 Примери уписа 3Д ситуација

У оквиру овог поглавља дати су примери уписа комплексних 3Д ситуација које представљају комбинације различитих компоненти и начина уписа претходно обрађених у поглављу 3.5.

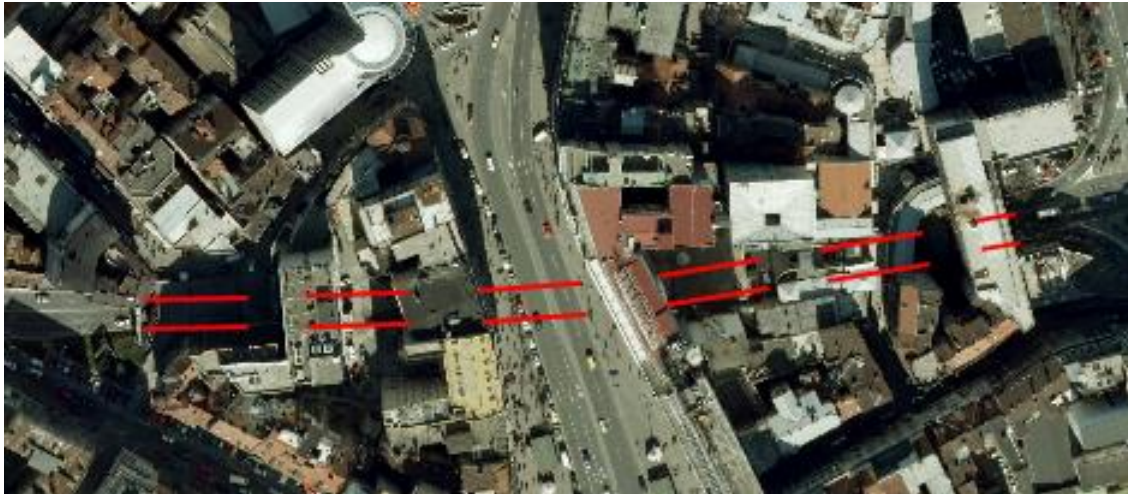
Приказана је регистрација следећих 3Д ситуација:

- Теразијски тунел и зграда на почетку Теразијског тунела,
- Подземна железничка станица „Вуков споменик” и железнички тунел,
- Нови железнички мост преко Саве и објекти испод њега.

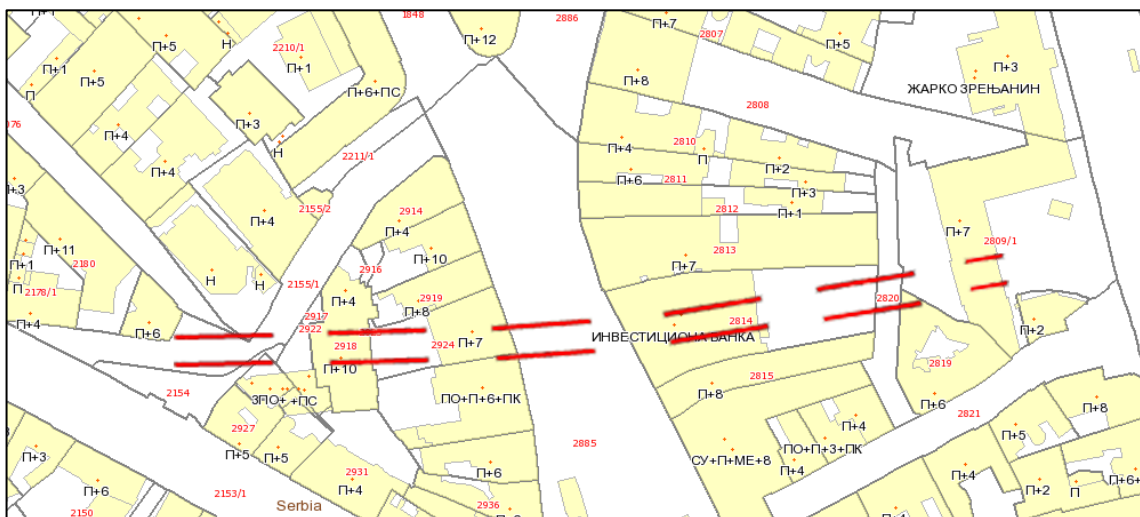
3.5.6.1 Теразијски тунел и зграда на почетку Теразијског тунела

Теразијски тунел се налази у центру Београда и представља једну од најважнијих и најпрометнијих саобраћајница у граду. То је подземни тунел који спаја два важна дела града, и представља комплексну 3Д ситуацију у оквиру које је потребно регистровати неколико компоненти, а то су пре свега објекти, посебни делови објекта и сам тунел као подземну конструкцију.

Слика 3.14 приказује улазе у Теразијски тунел и приказ локације на ортофото подлози где је црвеном, испрекиданом линијом представљена локација тунела.



Слика 3.14 : Приказ локације Теразијског тунела на ортофото подлози (ГеоСрбија, 2018)



Слика 3.15 : Приказ локације Теразијског тунела на дигиталном катастарском плану (ГеоСрбија, 2018)

Прегледом дигиталног катастарског плана установљено је да се тунел налази у катастарској општини Стари Град испод следећих парцела: 2155/1, 2154, 2925, 2918, 2924, 2885, 2814, 2820, 2819, 2809/1 (Слика 3.15). Улази у тунел се налазе на парцелама број 2155/1 и 2809/1. На дигиталном катастарском плану на овим парцелама не постоје објекти који би јасно представљали улазе у Теразијски тунел.

Увидом у базу катастра непокретности, за побројане парцеле, утврђено је да у бази података катастра непокретности нису уписани улази у тунел нити постоји информација да се испод ових парцела налази Теразијски тунел. Укратко, Теразијски тунел као једна од најважнијих саобраћајница у Београду није уписан

у катастар непокретности, што значи да није могуће пронаћи податке о тунелу на катастарском плану нити у бази података катастра непокретности.

Зграда у оквиру које се налази улаз у тунел (Слика 3.16) уписана је у катастар непокретности на парцели број 2809/1 и заједно са тунелом формира 3Д ситуацију.



Слика 3.16 : Приказ зграде на почетку Теразијског тунела

На самом објекту који је представљен на дигиталном катастарском плану (Слика 3.17) не постоје подаци који би описивали постојање тунела, већ је објекат представљен уз помоћ полигона као и други објекти. Са дигиталног катастарског плана може се само уочити да је у питању објекат који има приземље и седам спратова. Ово такође представља једину информацију у висинском смислу која се односи на ову зграду.



Слика 3.17 : Приказ парцеле број 2809/1 на којој је уписана зграда на почетку Теразијског тунела (ГеоСрбија, 2018). Црвена тачка представља локацију са које је снимљена Слика 3.16.

Прегледом базе катастра непокретности утврђено је да је на катастарској парцели број 2809/1 уписан објекат под редним бројем један, а који представља зграду у којој почиње Теразијски тунел. Зграда је уписана као стамбено-пословна зграда и у оквиру ње је уписан само један посебни део објекта који је дефинисан као пословни објекат за који није утврђења делатност. На овом посебном делу зграде је уписана приватна својина док је на самом објекту уписана мешовита својина приватне, државне и других облика својине и не постоје подаци који би указивали на то да у приземљу те зграде почиње Теразијски тунел (Слика 3.16).

Из наведених чињеница може се закључити да ова 3Д ситуација коју сачињавају Теразијски тунел и зграда на почетку Теразијског тунела није адекватно уписана у катастар непокретност, тј. да у катастру непокретности не постоје подаци који би указивали на постојање овог тунела. Зграда у чијем приземљу се налази почетак Теразијског тунела је уписана само са једним посебним делом објекта иако се са дигиталног катастарског плана и са фотографија (Слика 3.16) може уочити да је у питању објекат који има седам спратова. То значи да у катастру непокретности не постоје уписане све етаже и посебни делови објекта већ само објекат као целина.

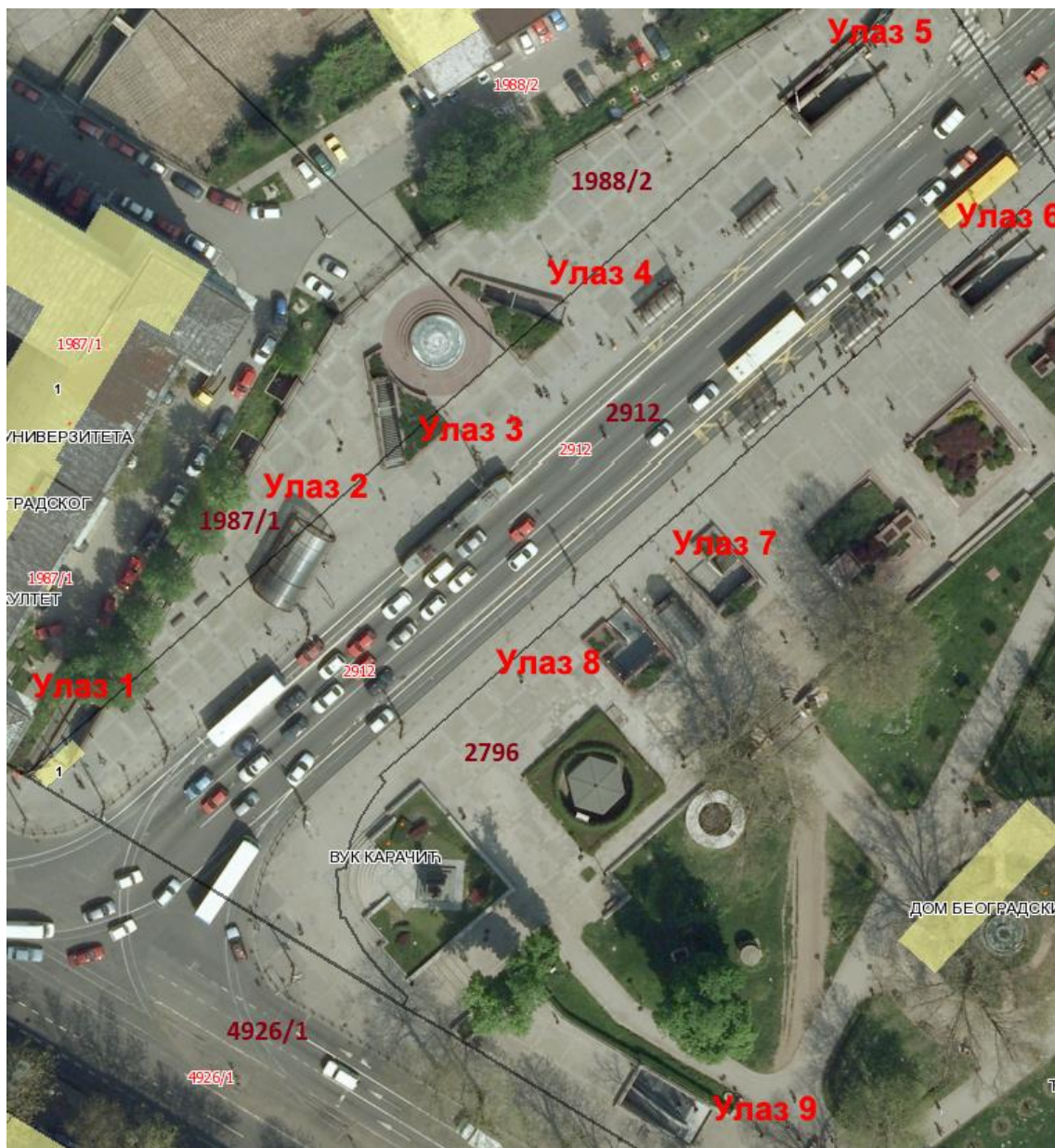
3.5.6.2 Подземна железничка станица „Вуков споменик” и железнички тунел

Подземна железничка станица „Вуков споменик” представља једну од подземних станица Београдског железничког чвора чија је главна карактеристика да већина железничких инсталација кроз центар Београда пролази испод земље и не судара се са урбаном инфраструктуром.

Сам комплекс железничке станице се састоји од три целине: подземног пролаза или подземног хола, пословног дела и самих перона који излазе на подземни железнички тунел. Такође, постоји укупно девет улаза у подземни комплекс железничке станице (Слика 3.18).

Слика 3.18 приказује локацију подземне железничке станице „Вуков споменик” и улаза у подземну конструкцију. Са слике се може видети да се подземна конструкција простире испод неколико катастарских парцела, тј. да се улази у подземну конструкцију налазе на више катастарских парцела. Занимљиво је да се управо на овој локацији налази тремеђа између три политичке општине Палилула, Звездара и Врачар. Самим тим, тунел се налази и између три катастарске општине, тако да се пет улаза у подземну конструкцију налази на територији катастарске општине Палилула, док се остала четири улаза налазе на територији катастарске општине Звездара.

Увидом у дигитални катастарски план установљено је да железничка станица „Вуков споменик” није уписана по правилима за упис подземних објеката (3.5.3) тј. да подземна конструкција није везана за парцелу на којој се налази један од улаза. Код улаза 1 (Слика 3.18), на парцели број 2912 постоји уписан објекат под редним бројем 1, али увидом у базу катастра непокретности установљено је да је објекат уписан као зграда за коју није позната намена и да не постоје посебни делови објекта који су везани за овај објекат а који би представљали подземну конструкцију. Такође, увидом у дигитални катастарски план установљено је да остали улази нису представљени као објекти на дигиталном катастарском плану.



Слика 3.18 : Приказ локације подземне железничке станице „Вуков споменик” и улаза у подземну конструкцију (ГеоСрбија, 2018)

Прегледом базе катастра непокретности за све остале парцеле испод којих се простире подземна конструкција, и то парцеле број 2912, 1987/1 и 1988/2 у катастарској општини Палилула и парцеле број 2796 у катастарској општини Звездара установљено је да на овим парцелама нису уписани подаци који би се односили на подземну конструкцију железничке станице „Вуков споменик” што значи да ова станица није адекватно уписана у катастар непокретности.

Железнички тунел који пролази испод подземне железничке станице „Вуков споменик” се налази на дубини од 40 метара и заједно са железничком станицом и објектима на површини формира 3Д ситуацију. Сам тунел се налази паралелно Рузвелтовој улици која је на дигиталном катастарском плану представљена парцелом број 2912 (Слика 3.18).

Увидом у дигитални катастарски план и базу катастра непокретности такође је утврђено да на парцелама испод којих се налази подземна железничка станица и железнички тунел не постоје уписани подаци који би се односили на тунел као ни забележба да се испод парцеле налази тунел, тако да се може закључити да тунел није уписан у катастар непокретности.

На основу наведених чињеница увиђа се да ова целокупна 3Д ситуација није адекватно уписана у катастар непокретност и да од подземне железничке станице „Вуков споменик” и железничког тунела у бази података катастра непокретности постоји уписан само објекат на локацији првог улаза али објекат није категорисан као подземни објекат нити има посебне делове објекта који би представљали подземну конструкцију.

3.5.6.3 Надвожњак на почетку Новог железничког моста преко Саве и објекти испод њега

Надвожњак на почетку Новог железничког моста преко Саве налази се у близини Београдског сајма и прелази изнад Булевара војводе Мишића у оквиру катастарске општине Савски Венац. Представља веома битну београдску саобраћајницу која преко железничке станице Прокоп и Новог железничког моста на Сави спаја центар града са општином Нови Београд.

Слика 3.19 приказује локацију надвожњака и дигитални катастарски план са границама парцела и објеката. Прегледом дигиталног катастарског плана може се уочити да не постоји парцела или објекат који би представљао постојање целог надвожњака на датој локацији. Постоје само носећи стубови надвожњака представљани као објекти, тј. полигони. На подручју надвожњака постоје парцеле

које формирају Булевар војводе Мишића (који се налази испод надвожњака) и парцеле са објектима са обе стране Булевара војводе Мишића.



Слика 3.19 : Приказ локације надвожњака на почетку Новог железничког моста преко Саве и објеката испод њега (ГеоСрбија, 2018)

Увидом у базу катастра непокретности, за ове парцеле установљено је да се на њима не налазе додатни подаци који би представљали постојање надвожњака на почетку Новог железничког моста. Тако, на пример, ни парцеле број 10671/7, 10671/9 и 10671/3 које формирају Булевар војводе Мишића, а који се налази испод надвожњака, не садрже податке о надвожњаку, нити забележбу да се изнад њих налази надвожњак на почетку Новог железничког моста преко Саве. На основу овога може се закључити да надвожњак на почетку Новог железничког моста преко Саве није јасно уписан у катастар непокретности и да се детаљни подаци о надвожњаку не могу пронаћи на дигиталном катастарском плану нити у бази података катастра непокретности. Објекти који се налазе са обе стране Булевара војводе Мишића, а испод надвожњака (и тиме формирају комплексну 3Д

ситуацију) су представљени на дигиталном катастарском плану на регуларан начин као и други објекти који не учествују у креирању комплексних 3Д ситуација. Слика 3.19 јасно приказује објекте на дигиталном катастарском плану преклопљене са надвожњаком приказаним на ортофото подлози. То значи да прегледом дигиталног катастарског плана није могуће утврдити да се на овој локацији налази комплексна 3Д ситуација, тј. да се неколико објеката налазе испод надвожњака на почетку Новог железничког моста преко Саве.



Слика 3.20 : Објекти испод надвожњака

Увидом у базу катастра непокретности, за ове објекте је утврђено да не постоје уписани подаци који би указивали на то да се изнад ових објеката налази надвожњак на почетку Новог железничког моста преко Саве.

На основу наведених чињеница увиђа се да ни ова 3Д комплексна ситуација, коју сачињавају објекти и надвожњак изнад ових објеката није адекватно уписана у

катастар непокретности тј. да се увидом у катастар непокретности не могу пронаћи јасни подаци о надвожњаку на почетку Новог железничког моста на Сави. Објекти су адекватно уписани али не постоје подаци да се изнад њих налази наведени надвожњак.

3.6 Закључак

Садашњи катастар непокретност у Републици Србији има потешкоће приликом регистровања и приказивања комплексних 3Д ситуација. Ово произилази из чињенице да је основна просторна јединица 2Д катастарска парцела и да је неопходно све елементе комплексне 3Д ситуације пројектовати и приказати на 2Д површи. У оквиру базе катастра непокретности не воде се подаци који би пружали информацију о 3Д простору комплексних ситуација. Катастар непокретности Републике Србије се може сврстати у 2.5D катастарске системе управо због чињенице да се у бази података катастра непокретности и катастарском плану могу пронаћи информације о броју етажа објекта, тј. спратности, али ово није довољно за превазилажење потешкоћа приликом регистрације и приказивања комплексних 3Д ситуација.

Управо оваква ситуација допринела је да многи специфични објекти нису уписани у катастар непокретности, што је и приказано примерима у оквиру овог поглавља.

4 КОНЦЕПТ 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ У СРБИЈИ

3Д катастар непокретности треба да представља модерни катастарски информациони систем и просторну основу националне инфраструктуре геопросторних података. То значи да треба да буде у складу са одређеним стандардима и директивама (LADM, INSPIRE, Катастар 2014, итд.) али и да буде довољно поједностављен да омогућава једноставно ажурирање података. Као такав, неопходно је да омогућава превазилажење потешкоћа приликом уписа и приказивања комплексних 3Д ситуација које има традиционални 2Д катастар непокретности (поглавље 3.5).

У оквиру овог поглавља представљен је концепт развоја 3Д катастра непокретности за Републику Србију, тј. дата је анализа потреба и захтева које треба да задовољи 3Д катастар непокретности. Захтеви су приказани по сличној подели претходно коришћеној у овом раду за потребе анализе уписа 3Д ситуација, тако да се у оквиру овог поглавља налазе следећа потпоглавља:

- Основни концепт (поглавље 4.1),
- Концепт уписа земљишта (поглавље 4.2),
- Концепт уписа објеката и посебних делова објеката (поглавље 4.3),
- Концепт уписа подземних објеката (поглавље 4.4),
- Концепт уписа тунела (поглавље 4.5),
- Концепт уписа других грађевинских објеката (поглавље 4.6), и
- Концепт уписа водова (поглавље 4.7).

Након дефинисаних потреба 3Д катастра непокретности у Србији, у поглављу 4.8 даје се преглед и дискусија предложених концептуалних модела тј. приступа у научној заједници. Предложени модели су сагледани са становишта потреба 3Д катастра непокретности у Републици Србији и на основу тога дат је предлог концептуалног приступа за развој 3Д катастра непокретности у Србији.

4.1 Основни концепт

Основни захтев који се поставља пред 3Д катастаром непокретности је да омогући превазилажење потешкоћа које има садашњи катастар непокретности приликом уписа и регистрације комплексних 3Д ситуација и објеката. Другим речима да омогући регистрацију и представљање права преко 3Д ентитета.

Такође, веома је важно и да будући 3Д катастарски систем буде једноставан што је више могуће како би се на што лакши начин обезбедила ажурност катастра непокретности. Ажурност података у катастру непокретности је кључна ствар за постојање самог система и његово функционисање као јавног регистра о непокретностима и правима на њима. Комплексан систем са превише детаљним моделом података може довести до тога да је у пракси веома тешко испунити све захтеве система, или да тај процес захтева превише економских средстава. Уколико је то случај, то ће сигурно водити ка неажурности и тежем управљању самим системом катастра непокретности.

У контексту једноставности система, поред самог модела података, битно је задовољити и добру институционалну организованост која ће допринети бољем функционисању катастра непокретности. Добра институционална организованост се може посматрати као задовољавајућа организованост и сарадња између институција за подршку 3Д катастра непокретности.

Поред једноставности и добре институционалне организованости, веома битан аспект је што нижа цена имплементације 3Д катастра непокретности. У истраживању (Dimoroulou et al, 2016) истиче се да је у сврху смањења потребних финансијских и људских ресурса за имплементацију 3Д катастра потребно коришћење постојећих извора података. Сличне тврдње се могу пронаћи и у другим истраживањима (Griffith-Charles and Sutherland, 2013) где аутори кажу да земље у развоју морају обратити пажњу на економску анализу приликом успостављања 3Д катастра непокретности. Укратко, да би се смањили трошкови имплементације 3Д катастра непокретности потребно је користити постојеће изворе података.

Може се закључити да је један од основних захтева приликом развоја 3Д катастра непокретности једноставан модел података који задовољава основне потребе и омогућава превазилажење потешкоћа које има традиционални катастар непокретности. Добра организованост институција које су задужене за успостављање и одржавање 3Д катастра непокретности је такође један од основних захтева, као и коришћење постојећих извора података у циљу смањења економских ресурса потребних за имплементацију 3Д катастра непокретности. Неопходно је и да будући 3Д катастарски систем буде повезан са националном инфраструктуром геопросторних података и да представља њену просторну основу. Сходно томе, неопходно је имплементирати INSPIRE директиву током успостављања националне инфраструктуре геопросторних података али и имплементације 3Д катастра као њеног саставног дела.

Такође, постоји потреба да будући 3Д катастарски систем буде у складу са LADM стандардом тј. да се заснива на апстрактном, концептуалном моделу који овај стандард прописује а који се састоји од основних класа за странке (људе и организације), основне административне јединице, права (права, одговорности и ограничења) и просторне јединице (парцеле, делови зграда и водови) укључујући подкласу за премер и приказивање (геометрија и топологија).

С обзиром на то да се увођењем 3Д катастра непокретности уводи нови приступ могу се увести и додатни захтеви које ће унапредити катастар непокретности.

4.1.1 Интеграција описних и просторних података

Описни (алфа-нумерички) и просторни подаци у садашњем катастру непокретности Републике Србије представљају одвојене сетове података (поглавље 3.2.) и то у виду дигиталног катастарског плана који представља просторне податке и осталог садржаја базе катастра непокретности. У истраживању (Stoter and van Oosterom, 2002) наглашено је да полазна тачка за складиштење и одржавање 3Д катастарских података треба да буде просторна база података (енгл. Spatial Database) јер се на тај начин може гарантовати

конзистентност податка, како просторних тако и алфа-нумеричких што је веома битно са становишта катастра непокретности.

Уколико се уважи полазна основа да се 3Д катастарски подаци складиште у просторним базама података, онда не постоје разлози да се алфа-нумерички и просторни подаци будућег 3Д катастра непокретности чувају у одвојеним сетовима података. Просторни и алфа-нумерички подаци се могу заједно представити као атрибути одређеног ентитета у класи и на тај начин интегрисати алфа-нумерички и просторни део података и као такви складиштити у просторној бази података као јединственом регистру.

4.1.2 Преузимање и прикупљање података из других извора

Анализирајући предложене приступе за развој 3Д катастра (поглавље 2.4.1) може се закључити да су доста комплекснији од садашњих модела катастра непокретности и да ће резултирати великим сетовима података укључујући и 3Д податке. Због тога је неопходно скупити већи број просторних података него код садашњег катастра непокретности. Да би се олакшало прикупљање тих података и постигла економичност самог поступка потребно је омогућити прикупљање података из широког спектра извора. Поред стандардних и модерних инструмената за прикупљање података (тотална станица, GNSS, фотограметрија, LiDAR, скенери, итд.) потребно је омогућити прикупљање података из других извора као што је техничка документација.

Пример техничке документације која може да се користи као извор података за 3Д катастар јесте BIM. BIM представља информациони модел израђен у процесу пројектовања одређеног објекта и у оквиру BIM модела налази се детаљни 3Д модел објекта са придруженим информацијама као што су димензије и врсте материјала. На овај начин BIM представља вредан извор података са довољно детаља за потребе 3Д катастра непокретности (El-Mekawy et al, 2014). Управо због ових карактеристика неопходно је укључити прикупљене података из BIM-а и других извора како би се на ефикасан начин прикупила довољна количина података за потребе 3Д катастра непокретности. У том процесу могуће је

комбиновати више извора података, на пример скенирање и податке из BIM модела.

4.1.3 3Д катастар непокретности и процена вредности непокретности

Процена вредности непокретности најчешће представља одређивање тржишне вредности непокретности. Непокретности се могу процењивати појединачно за разне потребе и масовно за потребе опорезивања непокретности. У оба случаја подаци из катастра непокретности и остатка националне инфраструктуре геопросторних података имају важну употребу у процесу процене вредности непокретности.

Развојем 3Д катастра непокретности отварају се додатне могућности које могу олакшати процену вредности непокретности. Поред додатних просторних података у 3Д простору, 3Д катастар непокретности пружа и додатне информације као што је запремина непокретности и релативан однос у односу на друге непокретности, нпр. позиција стана у оквиру зграде. Овакав сет података омогућава додатне анализе као што је прорачун прегледа видљивости из одређене непокретности.

Потенцијали 3Д катастра непокретности се још више могу искористити код масовне процене јер је могуће користити аутоматизоване процесе за имплементацију различитих метода као што је рачунање видљивости из станова (Томић et al, 2012). Резултати ових анализа могу се заједно са осталим факторима укључити у прорачун приликом масовне процене.

Поред коришћења података из 3Д катастра непокретности, потребно је да резултати процене представљају саставни део катастра непокретности, тј. да се за непокретности у оквиру катастра непокретности чувају резултати масовне процене. Закон о државном премеру и катастру (Службени гласник РС, 72/2009) Републике Србије дефинише да је један од делокруга Републичког геодетског завода и процена и вођење вредности непокретности.

4.1.4 Коришћење 3Д катастра непокретности за друге потребе

Будући 3Д катастарски систем ће поседовати велику количину просторних података у 3Д простору. Сходно томе, 3Д катастарски систем ће превазићи своју првобитну улогу и имати примену и у разним другим областима које имају потребу за овим подацима. Управо због тога, приликом имплементације 3Д катастра непокретности треба водити рачуна и омогућити корисницима из других области да користе 3Д катастарске податке.

Једна од примена 3Д катастра непокретности биће у просторном планирању и урбанизму. Садашњи катастар непокретности се такође користи у просторном планирању и урбанизму али нове информације који нуди 3Д катастар непокретности, посебно 3Д модел терена, ће обезбедити нову перцепцију простора и омогућити боље спровођење концепата и пројеката просторног планирања и урбанизма. Такође, кроз 3Д визуализацију простора смањиће се могућност појаве потенцијалних грешака у пројектовању и тиме утицати на смањење самих трошкова.

3Д катастар непокретности се такође може користити од стране институција за заштиту споменика и културног наслеђа. Подаци из 3Д катастра непокретности се могу експлоатисати за потребе пројектовања и анализу потреба заштите културног наслеђа. У зависности од нивоа детаљности података који се чувају у 3Д катастру непокретности могу постојати различити нивои искоришћености тих података у овој области.

Управљање непокретностима и развој информационих система објекта може као своју основу да користи податке из 3Д катастра непокретности. С обзиром на то да је потребно обезбедити да 3Д катастар непокретности региструје геометрију посебних делова објекта, укључујући посебне делове за заједничко коришћење, може се успешно користити за управљање непокретности и навигацију унутар објекта (енгл. indoor navigation).

Сагледавање могућности примене 3Д катастра непокретности може се закључити да 3Д катастарски подаци имају потенцијалну примену у различитом спектру

области и да приликом имплементације 3Д катастра непокретности треба обратити пажњу на ту чињеницу. Ипак, приликом развоја модела података потребно је највише водити рачуна о изворним циљевима и проблемима који се решавају успостављањем 3Д катастра непокретности.

4.2 Концепт уписа земљишта

Када је у питању регистрација земљишта у 3Д катастру непокретности у научној литератури се могу пронаћи два приступа. Студија (Stoter, 2004) приказује преглед потпуног 3Д катастра са анализом 3Д катастарске парцеле. Друга опција је наставак коришћење 2Д катастарске парцеле у оквиру хибридног модела. Неколико радова у различитим контекстима се бави овом опцијом (Stoter, 2004; Thompson et al, 2016).

Садашњи катастар непокретности у Србији садржи око 18 800 000 парцела (РГЗ, 2018). Сагледавајући ову чињеницу, може се закључити да ће се коришћење ових парцела наставити током дужег временског периода. Такође, није за очекивати да ће имплементација потпуног 3Д катастра (са неком од варијација 3Д катастарске парцеле) бити извршена у кратком и средњем року. То спада у перспективу развоја за дужи временски период. Управо због овога, прве кораке ка 3Д катастру непокретности је потребно базирати на постојећим катастарским подацима као што су 2Д катастарске парцеле.

Да би се започела транзиција ка 3Д катастру непокретности, у првом кораку је потребно регистровати висине у граничним тачкама парцела. Слични приступи се могу пронаћи и у другим истраживањима (Jaljolie et al, 2018; Drobež et al, 2017) док се у студији (Navratil and Unger, 2013) приказују захтеви 3Д катастра када су у питању висински системи и захтевана тачност. У почетку то се може урадити за катастарске парцеле на којима се налазе 3Д објекти или комплексне 3Д ситуације. У перспективи даљег развоја ове податке је потребно прикупити за све катастарске парцеле.

Поред висина у граничним тачкама парцела, потребно је прикупити висинске тачке за структурне линије терена. Уколико прикупљене тачке нису довољне за верно приказивање терена, њих је потребно је прогустити, тј. снимити додатне висинске тачке. У случају када се парцела налази у уском градском центру где постоји велики број детаља, водова и објеката захтеваће се већа густина тачака него у руралним деловима.

Поред пружања основног контекста о 3Д простору и дефинисања шта се налази испод а шта изнад површи земље, висинска представа терена омогућава и одређивање нуле објекта, тј. линије на објекту где се сече са тереном.

У досадашњем катастру непокретности није се јасно одређивало колико далеко се протежу права власника изнад и испод површине земље и углавном се сматрало да власник може да користи простор изнад и испод површине земље докле има интереса за то. Остала лица могу да користе тај простор уколико не нарушавају права и интересе власника. Висинском представом терена оставља се могућност да се правним актима дефинише или преко атрибута парцеле дефинише дубина или висина до које се простире одређено право.

Може се закључити да је неопходно представити висинску представу терена и омогућити регистрацију и приказивање простора изнад и испод површине терена које би представљао интегрални део непокретности и у коме одређено лице има стварна права.

4.3 Концепт уписа објеката и посебних делова објеката

Катастар непокретности у Србији садржи око 4 800 000 објеката (РГЗ, 2018). Већина њих су једноставне зграде које се налазе у оквиру једне катастарске парцеле и не учествују у формирању комплексне 3Д ситуације. Имајући у виду један од основних захтева, а то је коришћење постојећих извора података, може се закључити да би увођење висине за овакве зграде био једноставан корак ка 3Д катастру непокретности. То би подразумевало преузимање постојећих 2Д геометрија и додавање висине (на основу метода за масовно прикупљање

података, као што је LiDAR). Слична размишљања се могу пронаћи и у другим истраживањима (Kitsakis and Dimoroulou, 2014). Поред висине, за овакве зграде би било корисно сачувати и најнижу тачку зграде.

Када су у питању објекти који учествују у формирању комплексних 3Д ситуација, неопходно је увести концепт 3Д објекта, тј. регистрацију објекта уз помоћ 3Д геометрије.

3Д геометрија треба да одговара простору који дефинише простирање одређеног права, пре него физичким габаритима објекта. Аутори у студији (Aien et al, 2013) описују могућности интеграције 3Д простора који дефинише простирање права и физичких габарита објекта у један модел. Граница простора који дефинише одређено право показује где почиње једно а завршава друго право (Kaufmann and Steudler, 1998). Једноставнијим речима, граница између два посебна дела објекта је средина зида који их дели. 3Д геометрију је потребно чувати у складу са дефинисаним стандардима (LADM) тј. као скуп површи које формирају затворено тело. Кроз развој и имплементацију 3Д катастра непокретности потребно је обезбедити могућност представљања 3Д геометрија разноврсних објеката без обзира на њихову комплексност, док је, ослањајући се на различите изворе, потребно геометрију представити са довољном количином података.

Када су у питању посебни делови објекта, потребно је променити досадашњу праксу да се заједничке просторије не региструју (степениште, холови, итд.). Другим речима, потребно је да цела запремина објекта буде подељена на посебне делове и да они буду регистровани.

Потребно је омогућити и да се посебни делови објекта могу регистровати преко 2Д или 3Д геометрије. Уколико је зграда приказана преко 2Д геометрије тада ће и њени посебни делови такође бити представљени преко 2Д геометрије (на нивоу етажне). За све етаже је потребно чувати висину спрата. У другом случају, ако је зграда представљена преко 3Д геометрије, а њени посебни делови не могу бити јасно приказани на нивоу етажа потребно је користити 3Д геометрију. Предложена 3Д геометрија такође представља сет 3Д површи који формирају затворено тело.

Најважније је дефинисати и представити границе између посебних делова објекта. Границе између појединих делова етажне својине, као што су преградни зидови између просторија у оквиру стана, није потребно регистровати и приказивати у оквиру 3Д катастра непокретности због њихове лаке променљивости. Ималац права на посебном делу објекту може без пријаве промене у катастру непокретности да промени распоред просторија у оквиру своје етажне својине, тако да регистрација ових података не би била сврсисходна и водила би ка повећању комплексности самог модела података а временом и ажурности самих података би постала упитна. Међутим, неопходно је одредити корисну или нето површину етажне својине додатним мерењима или преузимањем из техничке документације и овај податак треба да буде део катастра непокретности као површина која се користи приликом закључивања уговора о непокретности и одређивања пореске основице.

4.4 Концепт уписа подземних објеката

Подземне конструкције које су саставни део другог објекта (подрум, гаража, итд.) потребно је представити као и остале посебне делове тог објекта (поглавље 4.3) јер представљају његов саставни део и нема потребе за другачијом врстом приступа.

Подземни објекти које представљају самосталне објекте (подземна склоништа, посебне подземне гараже, подземне железничке станице, итд.) захтевају другачији приступ. Често се дешава да се овакви подземни објекти налазе испод неколико различитих парцела неометајући коришћење простора на површи земље. Сходно томе, неопходно је омогућити регистрацију информације да подземна конструкција заузима део простора испод парцеле. Такође, неопходно је омогућити регистрацију свих улаза у подземну конструкцију (не само један улаз као до сада).

Досадашња пракса је била да се подземна конструкција веже за парцелу на којој се налази главни или један од улаза (поглавље 3.5.3). Регистрација подземног објекта са 3Д геометријом пружиће прегледност објекта у 3Д простору и

приказати однос самог објекта са моделом терена на површини. Уколико су саставни део подземних конструкција и улази који се налазе на површи терена и сходно томе потребно је да се представе јединственом геометријом са остатком објекта.

Овакви подземни објекти такође могу имати посебне делове (пословни простори, појединачне гараже, итд.) и њих је потребно представити на истом принципу као и остале посебне делове објеката (поглавље 4.3).

4.5 Концепт уписа тунела

Као што је дефинисано у поглављу 3.5.4, тунели су у оквиру ове докторске дисертације посматрани као посебна категорија у односу на друге грађевинске објекте и подземне објекте.

За тунеле који се налазе испод више катастарских парцела неопходно је омогућити регистрацију тунела као посебног објекта који није стриктно везан за само једну од парцела на којој се налази улаз. Истовремено је потребно регистровати и приказати улазе на почетним парцелама. Неопходно је превазићи ограничења 2Д парцеле код оваквих издужених објеката да би се омогућила регистрација и потпуно приказивање ових објеката у 3Д простору.

Потребно је прикупити 3Д просторне податке о унутрашњости објекта, а дебљину саме конструкције преузети из пројектне документације уколико је није могуће измерити. Геометрију објекта је потребно представити као скуп 3Д површи који формирају затворену целину.

4.6 Концепт уписа других грађевинских објеката

Кроз досадашње искуство катастра непокретности (поглавље 3.5.5) може се закључити да посебне потешкоће приликом регистрације и приказивања представљају други грађевински објекти, највише због својих специфичности и могућих варијација у облику, величини и намени.

Управо због могућих варијација, неопходно је одредити минимални скуп података који дефинишу ове посебне грађевинске објекте. Ове податке је неопходно прикупити приликом регистрације објеката. Овај скуп података би представљао обавезни део док би се оставила могућност да се скуп података прошири додатним, опционим подацима у зависности од намене, облика и величине самог објекта.

Слично као код осталих категорија неопходно је омогућити да се објекат из класе други грађевински објекти може представити у 3Д простору уз помоћ скупа 3Д површи који формирају затворену целину. Уколико се други грађевински објекти налазе на неколико катастарских парцела неопходно је омогућити њихову регистрацију независно од само једне парцела.

4.7 Концепт уписа водова

Традиционални катастарски системи који се заснивају на 2Д катастарским плановима имају потешкоћу да прикажу садржај катастра водова и катастра непокретности на истом катастарском плану због превелике густине и zasiћености садржаја. Ово се пре свега односи на аналогне катастарске планове али је слична ситуација наслеђена и код дигиталних катастарских планова иако је у оквиру дигиталног садржаја могуће приказивати различите делове сета података са различитим нивоима детаљности.

С обзиром на то да ће будући 3Д катастар непокретности бити имплементиран у дигиталном окружењу са 3Д визуелизацијом која омогућује селективни приказ садржаја различитих нивоа детаљности могуће је интегрисати садржај катастра непокретности и катастра водова. Потребно је да дође до интегрисања катастра непокретности и катастра водова како би се искористио потпуни потенцијал оба регистра и у оквиру јединственог дигиталног простора сагледали особине и просторне карактеристике водова и осталих непокретности.

3Д катастар непокретности треба да представља просторну основу националне инфраструктуре геопросторних података и сходно томе потребно је прикупити,

регистравати и приказати основне податке о водовима. То се пре свега односи на 3Д геометрију водова. Поред геометрије, у оквиру катастра чувају се и стварна права које се односе на водове. 3Д геометрија водова и стварна права на њима чине основу података који су интересантни са становишта 3Д катастра непокретности. Поред ових основних података, потребно је прикупити само ограничени скуп података који ће се чувати у катастру 3Д катастру непокретности као што је врста вода, капацитет, напон итд. Остали подаци се могу прикупљати и чувати од стране других институција и заједно са катастарским подацима чинити једну целину у оквиру националне инфраструктуре геопросторних података.

Поред самих водова, у интегрисани катастар водова уписују се и уређаји, окна, хидранти, и остала пратећа опрема. Због тога је у новом интегрисаном 3Д катастру непокретности потребно дефинисати скуп података које је потребно прикупити и регистравати за ове објекте и одредити начин њиховог представљања у 3Д простору. Такође, потребно је одредити који су од ових објеката релевантни за регистравање и приказивање у 3Д катастру непокретности а који од њих могу бити предмет регистрације других установа или организација и као такви такође бити саставни део националне инфраструктуре геопросторних података.

4.8 Преглед предложених приступа за развој 3Д катастра

Предложени приступи за развој 3Д катастра у оквиру досадашњег научног истраживања (поглавље 2.4.1) представљају квалитетну полазну основу за развој концептуалног модела 3Д катастра непокретности за Републику Србију.

Као најједноставнији модел, у научној заједници предложен је катастар са 3Д везама. Главни концепт овог модела јесте једноставно проширење садашњег 2Д катастарског модела са екстерним 3Д моделима комплексних 3Д ситуација. То значи да се катастарски планови допуњују обавештењима да на одређеној локацији постоји комплексна 3Д ситуација. Модел је веома једноставан и може се релативно лако имплементирати. Разматрајући потребе које има катастар непокретности у Републици Србији, дефинисане у претходним потпоглављима,

овакав модел 3Д катастра непокретности не би задовољио све потребе. У питању је једноставан модел које решава проблем визуелизације 3Д комплексних ситуација, али не омогућава проширење постојећег модела података ка регистрацију објеката у виду 3Д геометрије или регистрацију објеката независно од 2Д катастарске парцеле. Такође, овакав модел би теже испунио све захтеве прописаних стандарда који дефинишу област 3Д катастра непокретности.

Овај модел се може успешно користи као прелазно решења док се не имплементира садржајнији модел 3Д катастра непокретности.

Предложени хибридни приступ представља проширење садашњих модела података 2Д система катастра непокретности ка 3Д приступу и пружају добру основу која може да задовољи потребе 3Д катастра непокретности у Републици Србији. Принцип хибридних модела се заснива на томе да се задржава регистрација и приказивање у 2Д простору али и да је омогућена регистрација и приказивање 3Д објеката, што укључује проширење постојећег модела података. Ту такође постоји више варијанти. Могуће је регистровати и приказати 3Д објекте, али њихов правни статус и даље везати за 2Д катастарску парцелу или омогућити регистрацију 3Д објеката који неће бити стриктно везани за једну катастарску парцелу.

Овакав приступ омогућава да се задовоље функционалности које 3Д катастар непокретности треба да задовољи и које су описане у претходним потпоглављима. Пре свега, овакав модел омогућава економичнију имплементацију, јер због свог хибридног приступа омогућава коришћење великог броја 2Д података који се чувају у садашњем катастру, а посебно у руралним деловима. Са друге стране, остављајући могућност да се региструју и прикажу 3Д објекти који нису стриктно везани за једну катастарску парцелу, омогућава се испуњавање захтева и функционалности које је потребно да има 3Д катастар непокретности. Ове функционалности омогућавају регистрацију објеката који се простиру изнад или испод више катастарских парцела, нпр. тунели, мостови, подземни објекти итд. Овакав приступ ће резултирати комплексним моделом података који ће у себи садржати класе прилагођене 2Д подацима и класе прилагођене 3Д подацима. Ипак, може се претпоставити да овакав приступ може резултирати довољно

једноставним системом који би био употребљив у пракси и који би омогућио функционалности којима би се превазишле потешкоће које има садашњи катастар непокретности при регистрацији и приказивању 3Д ситуација. Овај закључак се базира пре свега на чињеници да се велики број катастарских података, процедура и функционалности може преузети из садашњег катастра непокретности.

Сврха хибридног модела јесте да се смање трошкови имплементације 3Д компоненти на руралним деловима и на локацијама где не постоје комплексне 3Д ситуације, као и да се у што већој мери искористе садашњи катастарски подаци. То значи да ће 3Д компоненте хибридног модела бити имплементирани само на одређеним подручјима где постоји потреба за то.

Поред ових, у научној литератури је предложен и приступ потпуног 3Д катастра. У питању је приступ у коме се уводи нови концепт регистровања права у 3Д простору. Целокупни простор се дели на 3Д парцеле (запремине простора). Омогућава се регистрација 3Д права на деловима простора који представљају посебне ентитете и нису везани за традиционалне 2Д парцеле. Овакав приступ у потпуности испуњава све техничке захтеве које треба да испуни 3Д катастар непокретности и без проблема превазилази потешкоће које има садашњи катастарски систем при регистрацији и приказивању комплексних 3Д ситуација. Главна мана овог приступа јесу знатно већи трошкови успостављања и одржавања оваквог система катастра непокретности. С обзиром на то да се целокупни простор дели на 3Д парцеле, неопходно је прикупити 3Д податке за цели простор за који се успоставља 3Д катастар непокретности. Такође, у овом приступу је потребна велика количина нових 3Д података што повећава трошкове прикупљања успостављања 3Д катастра непокретности.

Сагледавајући особине сва три приступа може се закључити да је у складу са образложеним потребама и функционалностима, које треба да задовољи 3Д катастар непокретности Републике Србије најприхватљивији хибридни приступ. Ово се заснива на чињеници да је уз помоћ хибридног приступа могуће превазићи потешкоће које има катастар непокретности приликом регистрације 3Д ситуација а истовремено у великој мери искористити садашњи катастар непокретности и његове податке. Ова чињеница ће утицати на економичност успостављања и

одржавања 3Д катастра непокретности. Такође, у оквиру хибридног приступа неопходно је обезбедити могућност регистрације 3Д поседа који нису физички омеђени габаритима објекта или тачкама на терену.

4.9 Закључак

Функционалности 3Д катастра непокретности превазилазе функционалности које имају садашњи катастарски системи. Управо је због великог скупа просторних и алфа-нумеричких података које 3Д катастар непокретности може потенцијално да чува потребно развити једноставан систем са довољним бројем функционалности које ће помоћи у превазилажењу потешкоћа које имају садашњи катастарски системи. Овакав приступ ће омогућити ажурност катастарског система.

Приликом развоја и имплементације потребно је обратити пажњу и на додатне захтеве 3Д катастра непокретности као што је интеграција катастра водова и катастра непокретности или коришћење различитих извора за прикупљање и преузимање података. Такође, 3Д катастар непокретности треба имплементирати на начин да су подаци катастра доступни за коришћење корисницима из других области.

5 РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОДАТАКА 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Под развојем модела података 3Д катастра непокретности сматра се пре свега дефинисање концептуалног модела и одређивање логичке структуре свих података као и скупа операција које одређени корисник може извршити над тим подацима. Сам процес представља сложен поступак и углавном се базира на концептуалном и логичком моделирању. Сходно томе, ово поглавље се састоји од два главна потпоглавља која се баве концептуалним моделом и логичким моделом.

У оквиру поглавља 5.2 развијен је концептуални модел на основу потреба дефинисаних у поглављу 4. Предложени концептуални модел је даље разрађен кроз процес дефинисања логичког модела у оквиру поглавља 5.3. Ово поглавље садржи детаљне UML дијаграме разрађених класа и припадајућих атрибута док је обједињени модел приказан у оквиру прилога (ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности).

5.1 Методологија

За потребе развоја модела података коришћен је UML језик (енгл. Unified Modeling Language). UML је језик за визуелно приказивање објектног модела тј. општи језик за моделовање помоћу ког се преко графичких симбола прави апстрактни модел система познат као UML модел. У питању је широко прихваћен приступ који је дефинисан и као ISO/IEC 19501 стандард.

Део UML-а који се користи за развој модела података у оквиру ове докторске дисертације јесте дијаграм класа. Дијаграм класа описује структуру система уз помоћ класа, атрибута, операција и веза између класа.

Класа се може дефинисати као скуп објеката са истим особинама, тј. атрибутима, операцијама, методама, везама и семантиком. У оквиру дијаграма класа, класа се представља као правоугаоник који се састоји од три дела:

Назив_класе
+ атрибут1 : тип_податка + атрибут2 : тип_податка + атрибут3 : тип_податка
+ операција()

Слика 5.1 : Нотација класе

У првом делу класе се одређује назив класе. Други део класе је резервисан за атрибуте класе, а у трећем делу се дефинишу операције које се могу извршити у класи.

Приликом одређивања атрибута и операција дефинише се и њихова видљивост. Видљивост је право приступа и дефинише се знаком испред имена атрибута или операције. Неки од могућих знакова су:

+ приступ није ограничен, јаван домен,

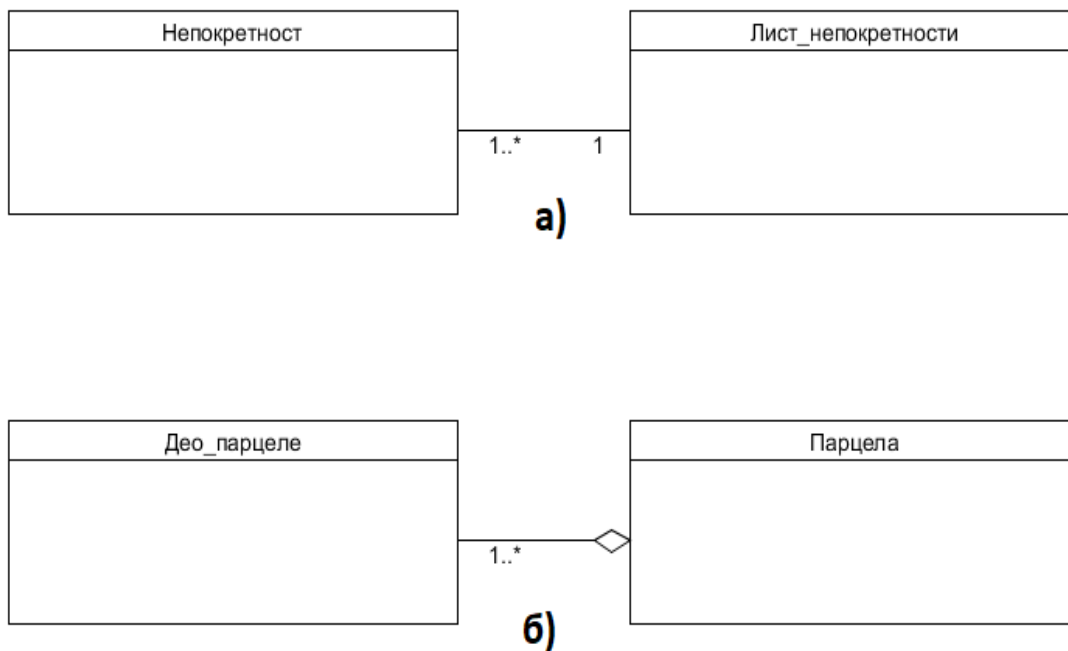
- приступ је ограничен на чланове исте класе, приватан домен,

право приступа проширено и на класе изведене из дате класе, проширен домен.

Поред видљивости, за атрибуте се одређује и тип података, и он се дефинише иза имена атрибута.

За дијаграм класа, поред самих класа битне су и везе између класа јер оне обезбеђују комуникацију између класа. У оквиру ове докторске дисертације коришћене су асоцијације и наслеђивање или генерализација.

Асоцијације дефинишу однос и логичку везу између класа. У оквиру асоцијације се могу дефинисати различите карактеристике везе, као што су: назив асоцијације, мултипликативност, улога у асоцијацији, видљивост итд. Постоје четири типа асоцијација: двосмерне, једносмерне, агрегације и рекурзивне.



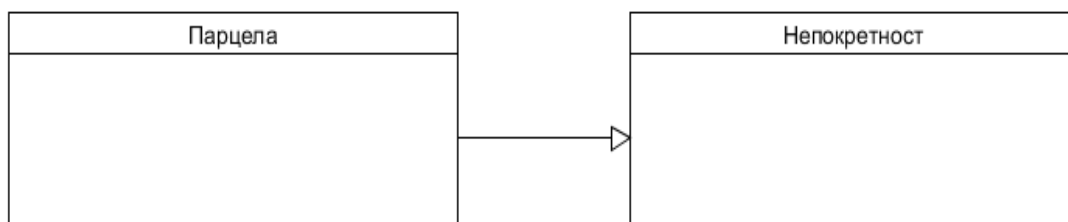
Слика 5.2 : Асоцијације

Слика 5.2 представља асоцијације најчешће коришћење за развој модела у оквиру ове докторске дисертације.

Веза под а) представља да ентитет из класе Непокретност може да буде уписан у само један лист непокретности (ознака 1 на вези), док сваки ентитет из класе Лист_непокретности има уписану једну или више непокретности (ознака 1..* на вези).

Веза под б) дефинише да је ентитет из класе Парцела састављен од једног или више делова парцела (ознака 1..* и ромб на крају везе ка класи Парцела).

Поред асоцијација, коришћено је и наслеђивање. Наслеђивање представља тип везе у којој се класи (класа дете или поткласа) одређује класа (класа родитељ или супер класа) од које се наслеђују сви атрибути, операције и асоцијације. Другим речима класа дете представља разраду и спецификацију класе родитеља. Ова веза се представља уз помоћ пуне линије са стрелицом у облику непопуњеног троугла која показује на родитеља.



Слика 5.3 Наслеђивање

Слика 5.3 приказује пример наслеђивања. На датом примеру ентитет из класе Парцела наслеђује све атрибуте, операције и асоцијације класе Непокретност. Дакле Парцела представља подкласу у односу на класу Непокретност и представља њену спецификацију.

Литература о UML моделирању је широко распрострањена и може се пронаћи на српском и на енглеском језику (Rumbaugh et al, 2005). Неке од књига на српском језику су (Stanojević and Surla, 1999) и (Milićev et al, 2002).

5.2 Концептуални модел

Узимајући у обзир основну дефиницију катастра непокретности који представља јавни регистар о непокретностима и стварним правима на њима, могу се дефинисати три основне класе (или супер класе) које је неопходно да модел података 3Д катастра непокретности поседује. То је класа која представља непокретности, класа стварних права и класа која представља имаоце стварних права на непокретностима.

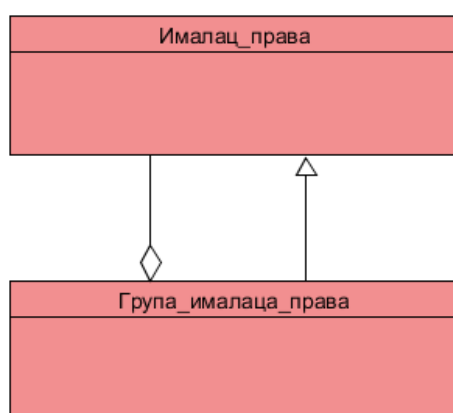
Класа која представља непокретности је кључни елемент модела података. Она садржи све просторне и описне податке о непокретностима. Ови подаци су интегрисани и с тиме се превазилази досадашња пракса да се просторни и непросторни подаци чувају и региструју у одвојеним сетовима података. У контексту 3Д катастра непокретности потребно је да ова класа омогућава могућност регистровања 3Д катастарских података. Класа са стварним правима дефинише однос тј. начин на који су повезане непокретности и имаоци права. Веза између непокретности и имаоца права може бити различита и имати

различите карактеристике укључујући права и терете. Због тога је овај део потребно представити преко засебне класе. Класа која се односи на имаоце права садржи потребне податке о физичким и правним лицима који имају везу са одређеном непокретности преко неког стварног права.

Ове три класе је потребно додатно унапредити и дефинисати како би модел података 3Д катастра непокретности испунио потребе 3Д катастра непокретности. Због тога се ове класе могу више посматрати као посебне групе класа него као појединачне јединствене класе јер су приликом разраде модела оне представљане преко више поткласа.

5.2.1 Основна класа „Ималац права”

Ималац права у катастру непокретности могу бити физичка и правна лица. Сваки ималац права поседује неко од стварних права на одређеном непокретности. Такође, постоји могућност да више физичких или правних лица (или мешовито физичка и правна лица) заједно имају одређено право на непокретности и да на тај начин формирају групу ималаца права. Оваква могућност је приказана са класом „Група ималаца права” (Слика 5.4) која представља помоћну класу класе „Ималац права” и омогућава груписање ималаца права у групу која има право или терет на одређеној непокретности.



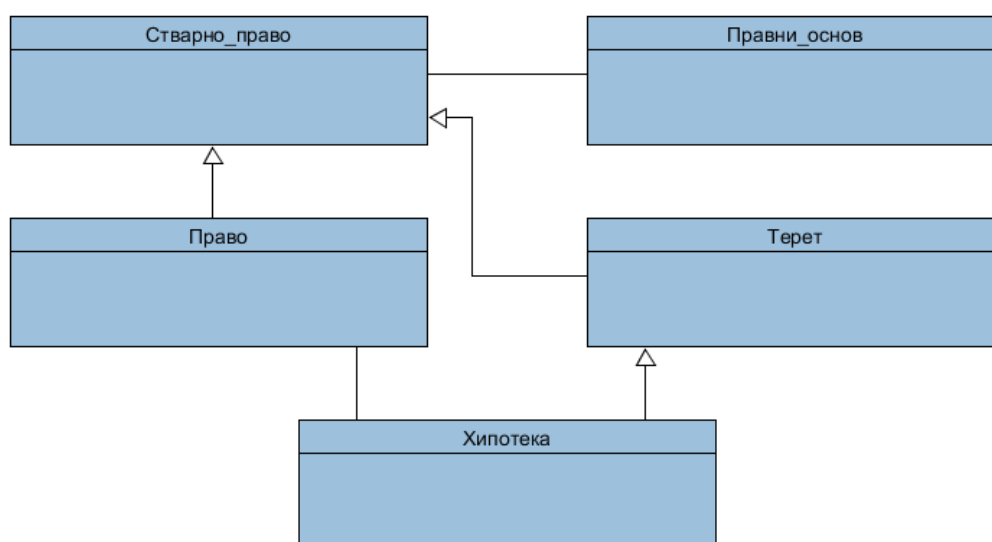
Слика 5.4 : Класе ималаца права

Свако лице уписано у класу „Ималац права” има могућност да буде део једне или више група ималаца права. Група ималаца права се као интегрална целина такође

може посматрати као интегрални и јединствени ималац права. Неопходно је утврдити уделе који дефинишу са којим односом поједини члан групе учествује у остваривању дефинисаног права на непокретности.

5.2.2 Основна класа „Стварно право”

Класа за стварна права представља класу у којој се дефинишу права на непокретностима. Под стварним правима се подразумевају пре свега права и терети.



Слика 5.5 : Класе права и терета

На непокретностима је могуће остварити право на својој ствари или стварно право на туђим стварима тј. установити неки од терета као што су службености, залог и хипотеке. Управо овакву поделу приказују помоћне класе „Право”, „Терет” и „Хипотека” (Слика 5.5).

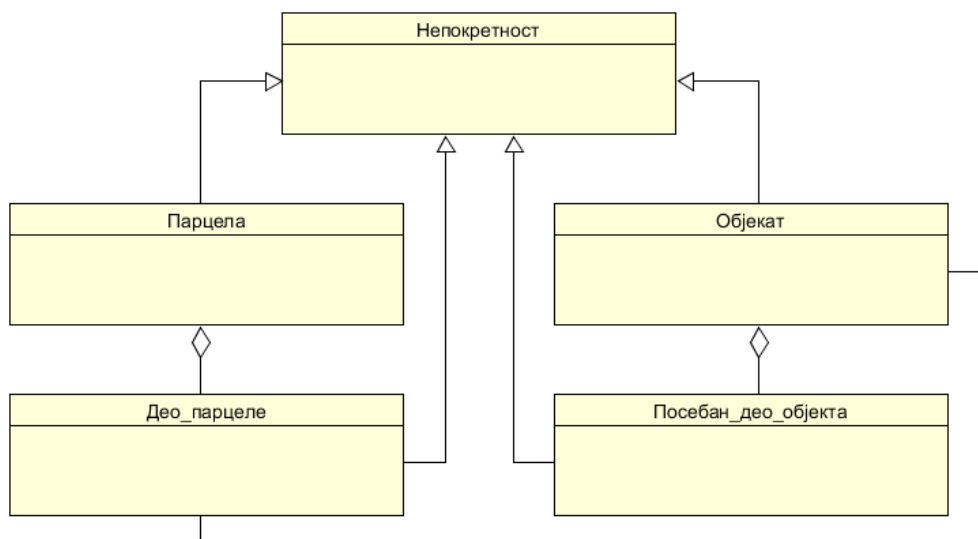
Поред овога, дефинисана је и класа „Правни основ” која дефинише на основу ког правног извора је одређено право успостављено.

5.2.3 Основна класа „Непокретност”

Основна класа, или боље речено група класа, које представљају непокретности треба да подрже све непокретности које су предмет уписа у катастар непокретности, укључујући непокретности у 3Д простору.

Основне непокретности у катастру непокретности јесу катастарске парцеле, објекти и посебни делови објекта. Да би се обезбедила регистрација комплексних 3Д компоненти у 3Д катастру непокретности уводи се и 3Д геометрија непокретности.

С обзиром на то је потребно искористити постојеће податке у што већој мери, потребно је обезбедити могућност уписа обе варијанте, традиционалне 2Д катастарске парцеле, али и објекта уз помоћ 2Д и 3Д геометрије.



Слика 5.6 : Класе које дефинишу основне врсте непокретности

Слика 5.6 приказује класе основних непокретности (парцеле, објекти и посебни делови објеката) као и њихове међусобне односе.

Да би се сагледао концептуални приступ, коришћена је следећа подела која на најлакши начин омогућава представљање концепта и начина моделирања просторних података:

- Катастарске парцеле,
- Објекти,
- Посебни делови објекта,
- Подземни објекти,
- Остали надземни објекти, и
- Водови.

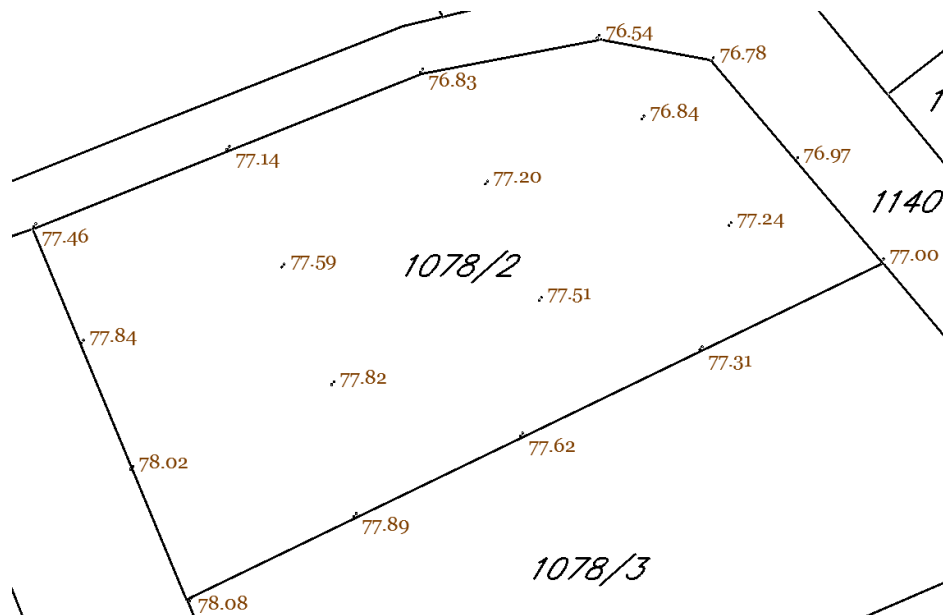
Ова подела одговара потпоглављима у наставку текста и у њима се дефинише концептуални приступ просторног дефинисања непокретности у 3Д катастру непокретности Републике Србије.

Под подземним објектима се сматрају конструкције које се већим делом своје запремине налазе испод површи земље. Такође битна карактеристика подземних објеката као што су тунели јесте да се веома често простиру испод неколико катастарских парцела. Делови зграда који се налазе испод површи терена (подруми, гараже, итд.) припадају категорији посебни делови објекта.

Остали надземни објекти укључују друге грађевинске објекте и објекте који се налазе изнад неколико катастарских парцела.

5.2.3.1 Катастарске парцеле

Као што је дефинисано захтевима у поглављу 4.2 преузимају се садашње 2Д катастарске парцеле, тј. 2Д полигони са граничним тачкама дефинисаним у хоризонталној равни. Такође, сходно истим захтевима, одређују се висине у преломним тачкама границе парцеле, и висине тачака структурних линија терена.



Слика 5.7 : Пример неопходних висинских тачака за катастарску парцелу

Слика 5.7 приказује пример прикупљених висинских тачака за катастарску парцелу. Прикупљени подаци са висинским тачкама за парцелу представљају службене податке. Ови подаци се такође могу искористити за креирање дигиталног модела терена као помоћног скупа података за потребе визуелизације. Дигитални модел терена ће се креирати по унапред утврђеним правилима и алгоритмима такође прописаним од стране геодетске управе. Уколико постоји креиран ДМТ који задовољава неопходну тачност, може се користити за одређивање висина у тачкама парцеле.

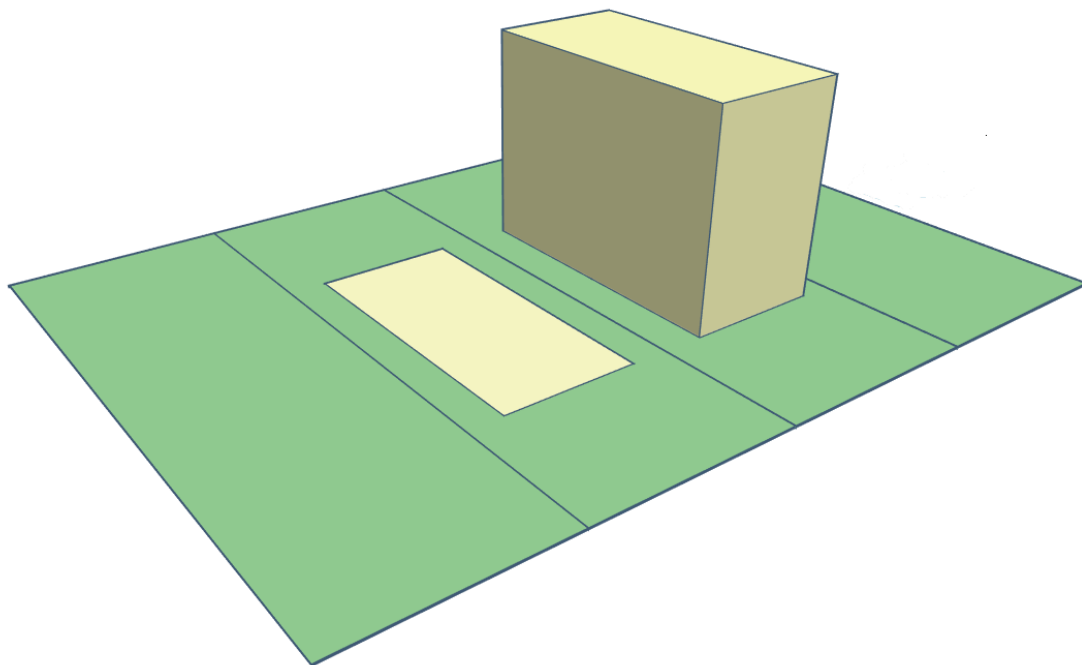
Дакле, у катастру непокретности ће се регистровати скуп тачака (са X, Y, H подацима) са тачно утврђеним редоследом на такав начин да формирају полигон парцеле или полигоне делова парцела. Поред ових тачака, регистроваће се и висинске тачке које представљају структурне линије терена који заузима парцела (такође са X, Y, H подацима). Висинске тачке је потребно прогустити све док се не задовоље критеријуми који ће бити прописани од стране геодетске управе.

Када су у питању катастарске парцеле представљање и прикупљање података се не разликује много од досадашње праксе. За прикупљање података се могу користити класичне методе (поларна метода, ГНСС, фотограмetriја, LiDAR, итд.) са одређивањем висина у мереним тачкама. Представљање података катастарских

парцела је неопходно обезбедити у 3Д простору. Границе катастарских парцела је потребно представити уз помоћ 3Д полилинија док се површина парцеле потребно приказати уз помоћ дигиталног модела терена креираног на основу измерених висинских тачака.

5.2.3.2 Објекти

Једна од основних врста непокретности јесу објекти. Као што је дефинисано захтевима у поглављу 4.3 неопходно је имати могућност да се објекат, поред дефинисања преко 2Д геометрије, дефинише и са 3Д геометријом, и прикаже у 3Д простору. Поред тога, дефинисана је могућност да објекат није стриктно везан за само једну катастарску парцелу.



Слика 5.8 : Приказ 2Д и 3Д објекта

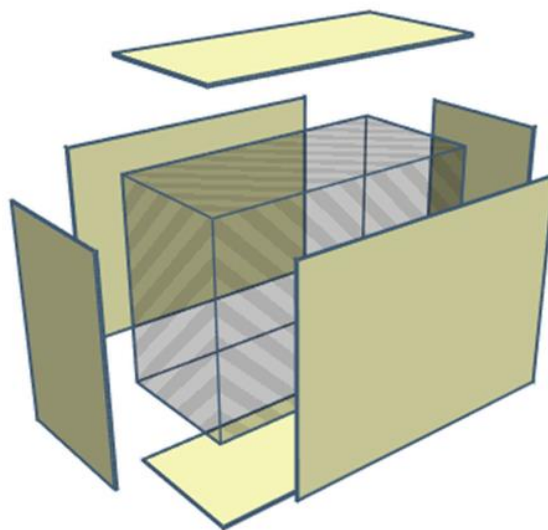
Дакле, постоје две могућности дефинисања објекта и то у 2Д и 3Д простору (Слика 5.8).

Дефинисање објекта у 2Д простору се у својој суштини не разликује много од досадашње праксе уписа објеката, тј. да се објекат мери у својој основи и да

геометрија 2Д објекта одговара геометрији посебног дела парцеле који је формиран за потребе објекта. Постојеће 2Д геометрије се могу преузети из садашњег катастра непокретности, али је потребно приликом обнове и одржавања премера или прикупљања нових података прикупити и висине у преломним тачкама 2Д геометрије које ће омогућити адекватнији приказ подручја око парцеле у висинском смислу. Једна од кључних разлика у односу на досадашњу праксу јесте да се у складу са захтевима (поглавље 4.3) региструју висина и дубина тј. најнижа тачка објекта (Слика 5.13).

Објекти се могу регистровати на овај начин ако се налазе унутар једне катастарске парцеле, и уколико се не преклапају са другим објектима, тј. ако испод или изнад њих нема других објеката. Такође, овакав приступ би се требао примењивати само код објеката који имају једноставнију конструкцију и немају битно различите хоризонталне пресеке у односу на основу објекта.

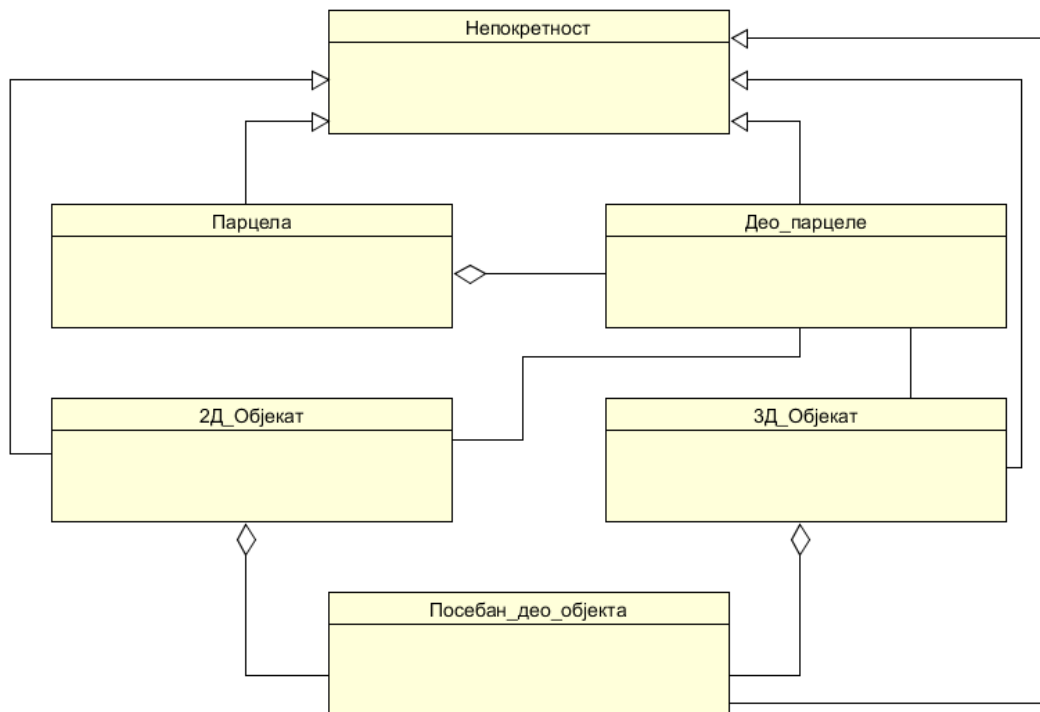
Дефинисање објекта у 3Д простору се односи на упис објеката са 3Д геометријом. Представља се као скуп 3Д површи који формирају затворено тело (Слика 5.9). Као службени подаци у катастру се воде површи које у својим преломним тачкама поред локације имају и податак о висини, тј. X , Y и H . Величину минималних детаља на спољашњим габаритима објекта који се мере и региструју је потребно прописати од стране Републичког геодетског завода.



Слика 5.9 : 3Д површи које формирају затворено тело објекта

Слика 5.9 приказује пример скупа 3Д површи које формирају затворено тело 3Д објекта.

Када би се претходна дискусија преточила у класе тада би било потребно додати две класе, за 2Д и 3Д објекте. Слика 5.10 приказује ове класе.



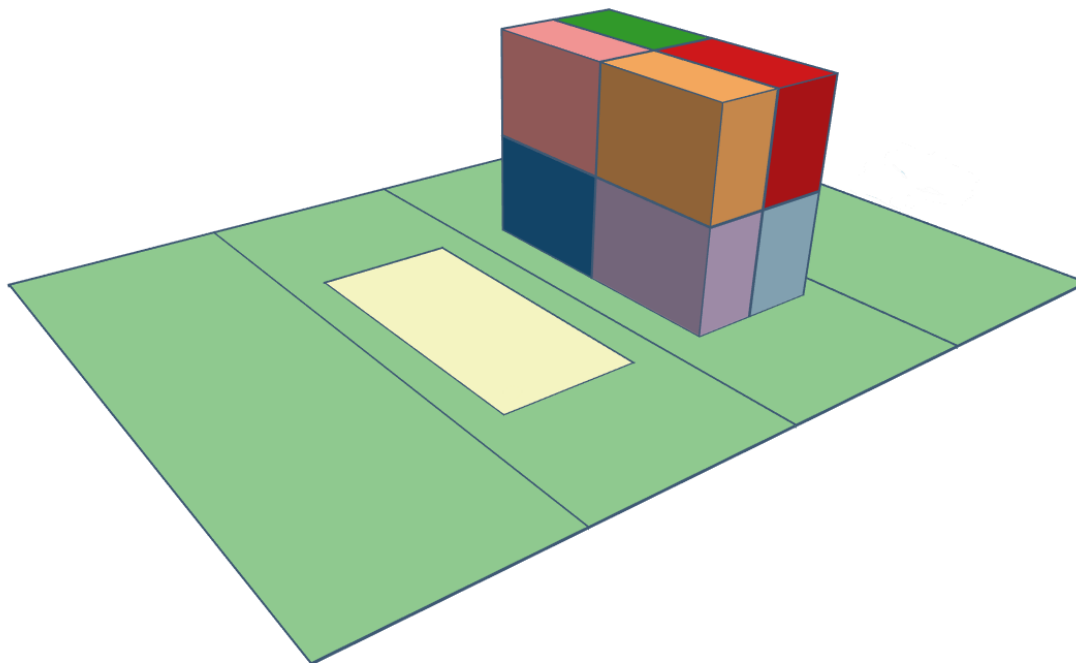
Слика 5.10 : Класе за 2Д и 3Д објекте

Модел приказује две класе за објекат, са 2Д и 3Д геометријом. 2Д објекат се и даље као у садашњем катастру непокретности веже са катастарску парцелу (тј. део парцеле), док 3Д објекат има опциону везу са катастарском парцелом. Другим речима, објекат може бити регистрован у оквиру једне катастарске парцеле али може бити и независан ентитет који се налази на више катастарских парцела (више о овим објектима у поглављима 5.2.3.4 и 5.2.3.5).

Приликом разраде модела података (ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности) извршено је спајање 2Д и 3Д објеката у једну класу због њихових сличности у описним подацима, а разлике су дефинисане преко атрибута о типу непокретности.

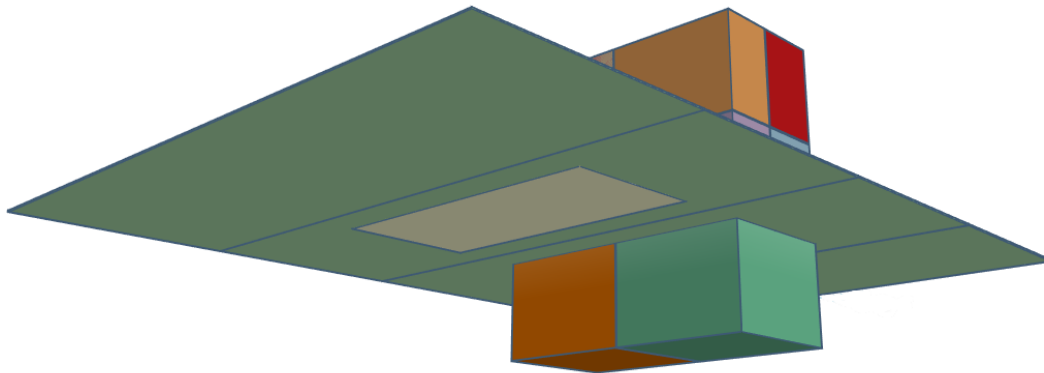
5.2.3.3 Посебни делови објекта

Посебни делови објекта такође представљају класу основних непокретности, јер постоје објекти који представљају јединствену целину без посебних делова објеката. Слика 5.6 приказује класу за посебне делове објекта и њену везу са класом за објекте и осталим непокретностима.



Слика 5.11 : Приказ посебних делова објекта

Подруми и подземне гараже у оквиру објекта, посматрају се као остали посебни делови објекта без обзира на то што се налазе испод површи терена. Заједно са објектом имају везу и ослањају се на катастарску парцелу.

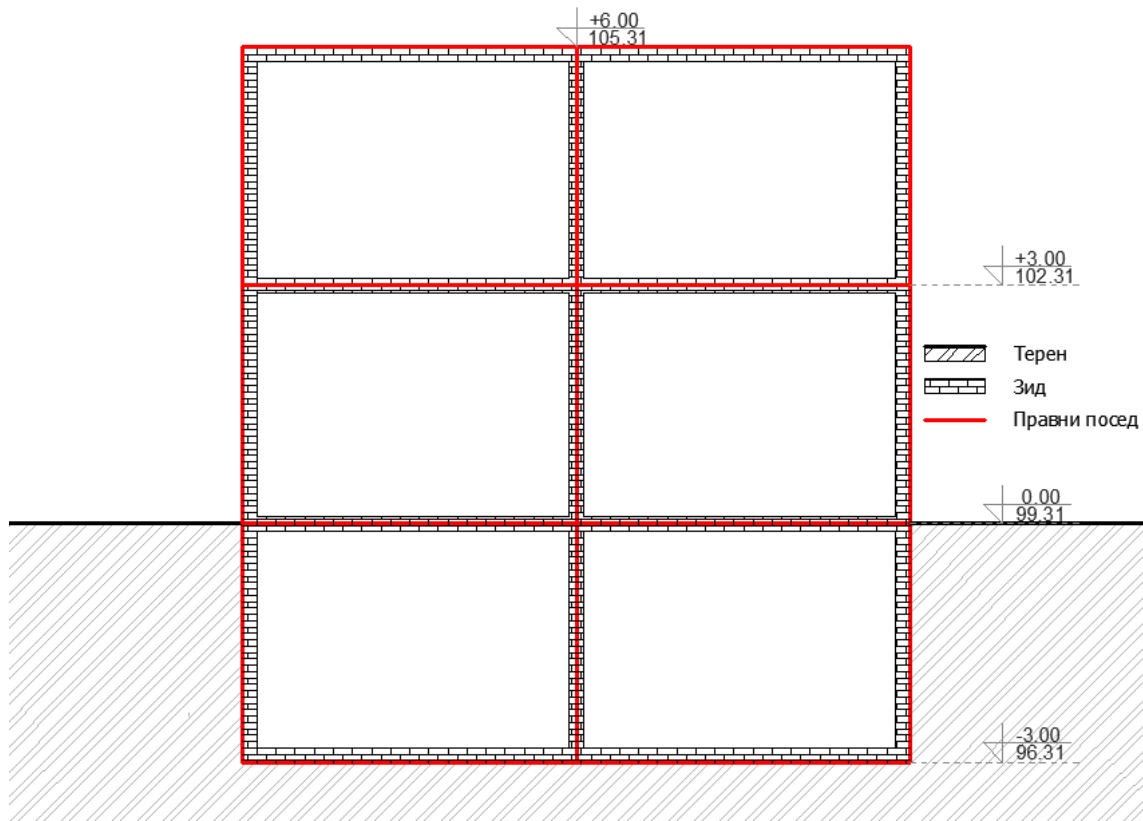


Слика 5.12 : Приказ посебних делова објекта који се налазе испод површи земље

Приликом представљања посебних делова објекта неопходно је одредити њихову границу тј. границу која представља посед. Дефинисани су следећи критеријуми за одређивање границе посебних делова објекта:

- Посебни делови објекта који се граниче са спољашњим зидовима објекта имају границу на спољашњој површини зида;
- Посебни делови објекта који се налазе на најнижој етажи (подрум или приземље) имају границу на доњој линији плоче, али то не укључује елементе темеља као што су шипови или темељне траке;
- Посебни делови објекта који се налазе на највишој етажи (поткровље) имају границу на линији плоче или зидне косине али то не укључује елементе крова као што су греде и цреп;
- Посебни делови објекта који се налазе поред (укључујући изнад и испод) другог дела објекта имају границу на средини преградног зида или плоче.

Слика 5.13 илуструје основне елементе објекта и начин одређивања граница посебних делова објекта.

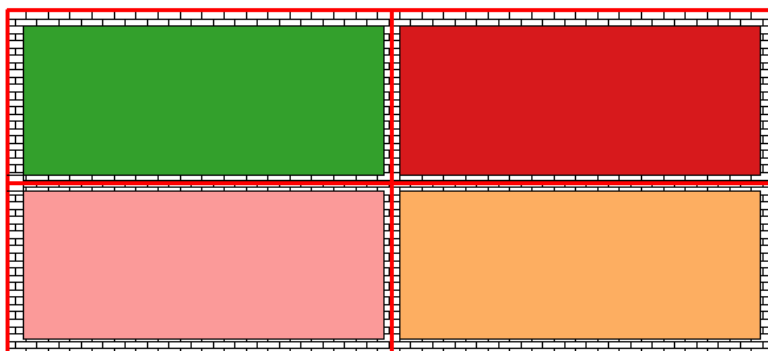


Слика 5.13 : Основни елементи објекта и границе посебних делова (правних поседа)

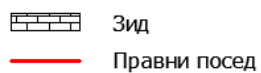
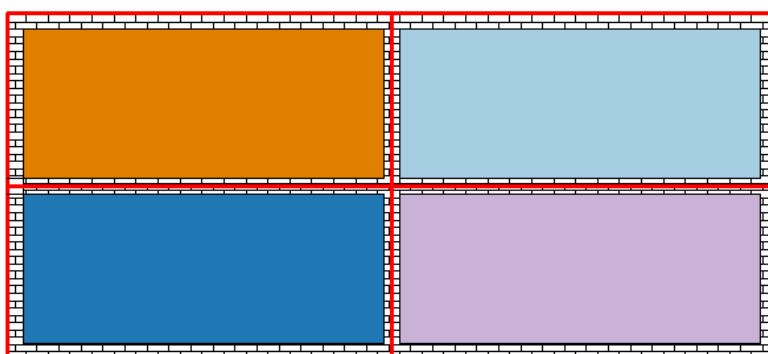
Посебни делови објекта се такође могу представити уз помоћ 2Д или 3Д геометрије.

Дефинисање посебних делова објекта у 2Д простору се односи на упис посебних делова објекта као полигона у основи посебног дела на нивоу етажне. Дакле, у катастру се региструје полигон који у преломним тачкама има координате (X, Y), док је висина тачака дефинисана самом висином етажне (нпр. средином плоче између две етажне). Поред 2Д геометрије посебног дела објекта, обавезан атрибут је и нето површина посебног дела објекта, тј. слободна површина између зидова. Уколико посебни део објекта има косине (пример поткровља), оне неће бити приказане у геометрији али ће то утицати на редукацију нето површине. На пример, у нето површину улази само простор где је растојање од пода до плафона веће од 1.5 m. Приликом прорачуна површина потребно се придржавати Стандарда за израчунавање површина објекта у области високоградње (SRPS, 2002).

I спрат



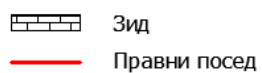
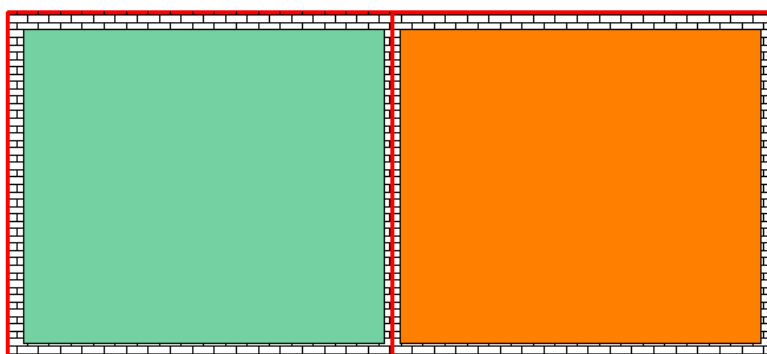
Приземље



Слика 5.14 : 2Д приказ посебних делова објекта на нивоу етажe

Слика 5.14 приказује посебне делове објекта (приказане као 3Д геометрије - Слика 5.11) као 2Д полигоне на нивоу етажe.

Етажа испод приземља



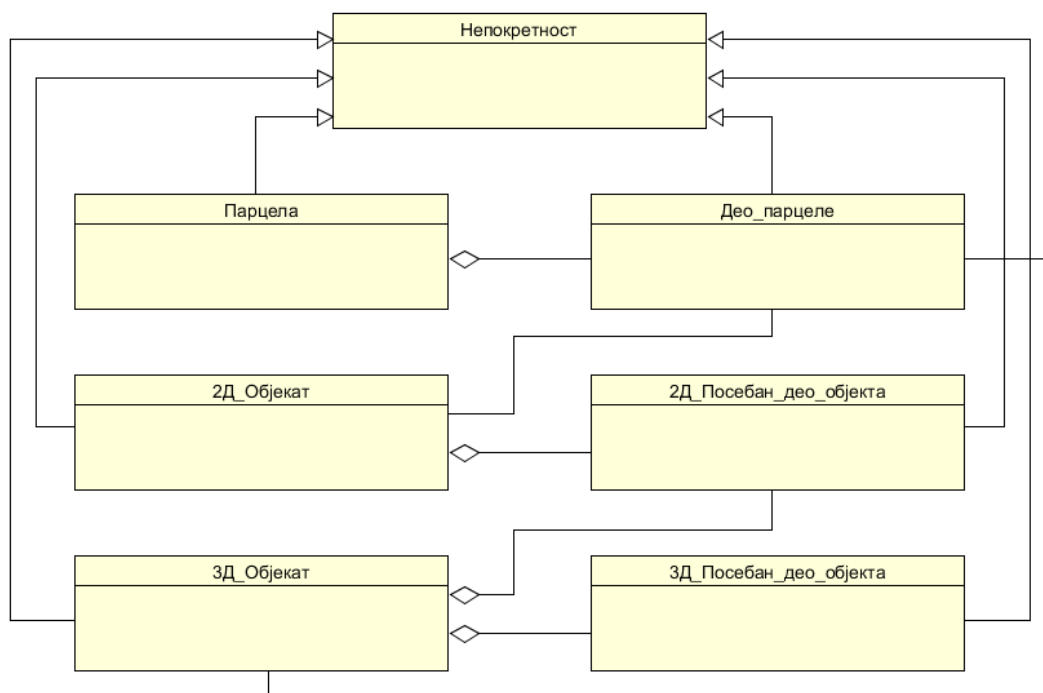
Слика 5.15: 2Д приказ посебних делова објекта испод површи терена

Као што је већ напоменуто, подземни посебни делови објекта који се налазе испод површи терена региструју се на исти начин као и остали посебни делови. Слика 5.15 приказује подземне посебне делове објекта (Слика 5.12) као 2Д полигоне на нивоу етажe.

Дефинисање посебних делова објекта у 3Д простору се односи на упис посебних делова објекта као скуп 3Д површи које формирају затворено тело. Као службени подаци у катастру би се водиле површи које у својим преломним тачкама поред локације имају и податак о висини, тј. X, Y и H. Површи представљају границу правног поседа а не унутрашње границе зидова (нето површина). Слика 5.9 приказује пример 3Д површи које формирају затворено тело.

Посебни делови објекта који је представљен уз помоћ 3Д геометрије се могу представити преко 3Д геометрије или преко 2Д геометрије. Овде је остављена могућност да се посебни делови објекта који има 3Д геометрију представе преко 2Д геометрије уколико је објекат снимљен са спољашње стране (нпр. LiDAR технологијом) а унутрашњост објекта преузета из техничке документације или другим методама снимања, тј. уколико нема довољно података за креирање 3Д геометрије који представљају посебне делове. Такође, ова опција би се требала користити само ако посебни делови објекта могу бити недвосмислено приказани уз помоћ 2Д геометрије.

Уколико се претходна дискусија преточи у класе тада би такође имали две додатне класе, за 2Д и 3Д посебне делове објекта. Слика 5.16 приказује класе „2Д посебан део објекта” и „3Д посебан део објекта”. Приликом разраде модела података (ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности) ове су класе интегрисане у једну класу због њихових сличности у непросторним подацима а разлике су дефинисане преко атрибута о типу непокретности.

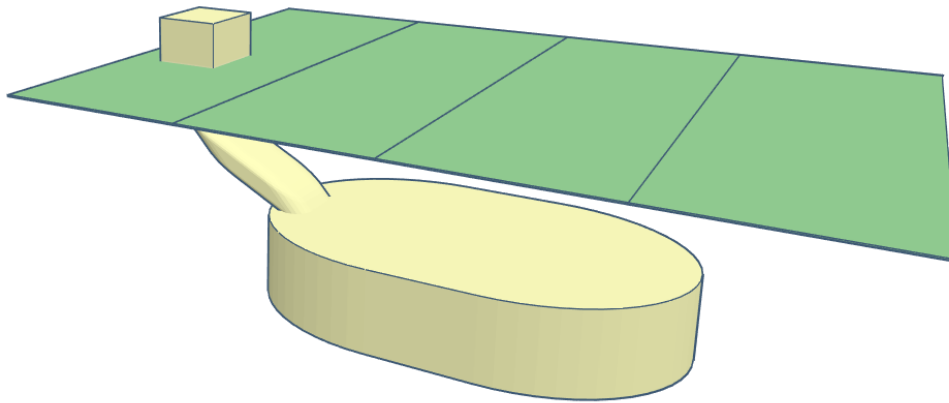


Слика 5.16 : Група класа за парцеле, објекте, посебне делове објеката са 2Д и 3Д геометријом

5.2.3.4 Подземни објекти

У складу са захтевима (поглавље 4.4) неопходно је оставити могућност да се подземни објекат упише тако да није стриктно везан само за једну катастарску парцелу. Уколико неки објекти захтевају коришћење простора ширег од физичких габарита објекта (на пример заштитни појас око тунела), тај простор се може регистровати као проширена геометрија објекта и представљати 3Д део простора који објекат заузима.

За сваку парцелу испод које се налази подземни објекат, региструје се информација да објекат заузима део правног простора парцеле.



Слика 5.17 : Приказ подземног објекта који се простире испод више катастарских парцела

Битно је напоменути да уколико на површини терена постоји конструкција која представља улаз у подземни објекат (Слика 5.17), и која може бити предмет уписа у катастар, она се може уписати као било који други објекат на парцели, док је неопходно омогућити регистрацију подземне конструкције као независног објекта у односу на катастарску парцелу. Другим речима, уколико се улаз у подземни објекат и сама подземна конструкција могу посматрати као две одвојене логичке целине онда се улаз може регистровати као објекат на парцели а подземна конструкција као други објекат. Уколико улаз и подземна конструкција чине интегралну целину, тада ће се цели објекат регистровати независно од само једне катастарске парцеле, али се обавезно формира део парцеле за површину под улазом.

Тунели се региструју у оквиру класе за објекте по истим принципима као и остали самостални подземни објекти. Такође, тунел најчешће користи као јединствена целина и због тога ће у малом броју случајева бити искоришћена могућност да се за тунеле могу формирати посебни делови објекта. Нека од одступања могу бити пешачки тунели/подземни пролази у оквиру којих се налази пословни простори.

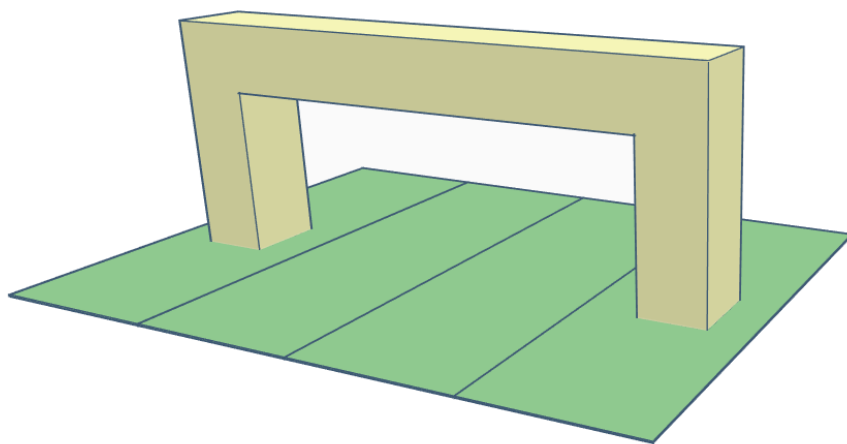
За разлику од „обичних” објеката, подземни објекти се представљају искључиво уз помоћ 3Д геометрије, тј. преко скупа 3Д површи које формирају затворено тело. Слика 5.9 приказује пример скупа 3Д површи које формирају затворено тело 3Д објекта. Границу објекта чине спољашње линије зидова или плоча док се приликом прикупљања података одређује и унутрашња нето површина. Уколико

није могуће измерити дебљину зидова да би се одредиле спољашње линије зидова, ови подаци се могу преузети из доступне техничке документације.

Другим речима, као службени подаци у катастру се воде површи који у својим преломним тачкама поред локације имају и податак о висини, тј. X , Y и H . Као и код осталих објеката величину минималних детаља на спољашњим габаритима објекта који се снимају и региструју прописује геодетска управа.

5.2.3.5 Остали надземни објекти

Најчешћа ситуација код осталих надземних објеката (други грађевински објекти) јесте да се темељи конструкције налазе на неколико парцела (нпр. носећи стубови моста). У том случају на овим парцелама је потребно креирати део парцеле који се налази под темељима објекта. Такође, за сваку парцелу која се налази испод конструкције се уписује податак да се изнад ње налази објекат.



Слика 5.18 : Приказ конструкције која се налази изнад неколико парцела

Исто као код подземних објеката, други грађевински објекти се региструју искључиво са 3Д геометријом, тј. преко скупа 3Д површи које формирају затворено тело (Слика 5.9). Дакле, као службени подаци у катастру се воде површи које у својим преломним тачкама, поред локације, имају и податак о

висини, тј. X, Y и H. Ниво детаљности представљања осталих конструкција ће бити прописан од стране Републичког геодетског завода.

Као што је дефинисано захтевима (поглавље 4.6) потребно је омогућити упис других грађевинских објеката независно од парцела. То значи да се њихова нумерација не веже за катастарску парцелу, него се заједно са подземним објектима нумеришу у оквиру катастарске општине.

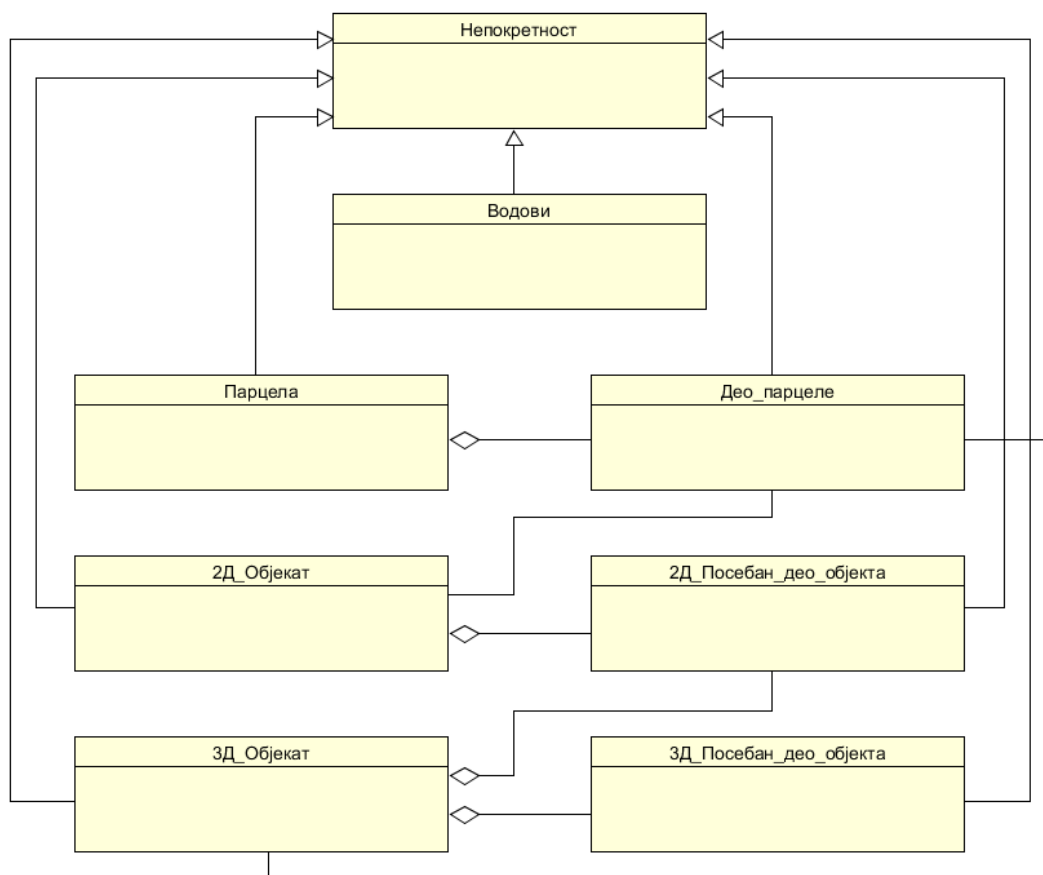
Геометрија објеката у овој категорији се представља у 3Д простору. На основу овога произилази да се и прикупљање просторних података мора обавити у 3Д простору. Приликом прикупљања података неопходно је прикупити следећи минимални скуп просторних података:

- основу или нулу објекта,
- профиле објекта у хоризонталној равни (на растојању које омогућава да се задовољавајућом тачношћу може представити објекат),
- простор објекта којим се испуњава његова сврха (коловоз на мосту, стаза за пешаке на пешачком пролазу, итд.),
- све карактеристичне избочине на објекту чије снимање омогућава тачност и технологија снимања,
- највишу тачку објекта.

5.2.3.6 Водови

Водове је такође неопходно уврстити као интегрални део 3Д катастра непокретности, укључујући и стварна права на њима. С обзиром на то да се водови због својих линијских карактеристика не могу везати за одређену катастарску парцелу, њихова регистрација се врши независно од катастарских парцела. Сходно томе, у оквиру концептуалног модела (Слика 5.19) креирана је класа која представља водове. Ова класа нема директне везе са осталим поткласама којима се дефинишу непокретностима.

Слика 5.19 представља целокупну концептуалну групу класа које дефинишу непокретности и везе између њих.

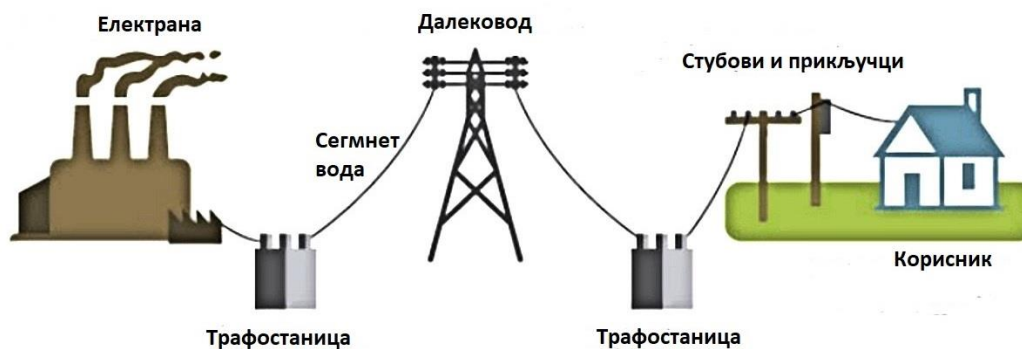


Слика 5.19 : Група класа које дефинишу непокретности и водове

У досадашњем катастру водова, као регистру о водовима постоје и подаци о котама. За трасе водова се обавезно чува кота вода и кота терена на тачкама куда вод пролази. Остали елементи вода, као што су окна, такође имају висинске елементе у виду кота самог окна и његовог дна. Дакле, и у садашњем катастру водова у великој мери се може представити висински однос водова, елемената водова и површи терена. У 3Д катастру непокретности се преузима исти концепт уз интеграцију катастра водова и прилагођавање осталим елементима 3Д катастра.

Такође, на основу садашњег катастра водова могу се дефинисати три врсте елемента вода: линија вода, објекти вода и тачкасти елементи вода.

Слика 5.20 илуструје елементе вода на примеру електроенергетске мреже.



Source: Adapted from National Energy Education Development Project (public domain)

Слика 5.20 : Елементи вода на примеру електроенергетске мреже

У зависности од врсте и елемента вода за регистрацију и представљање водова могу се користити тачке (X , Y , H), линије (са податком о висинама преломних тачака) и скуп 3Д површи.

Линија вода представља главни део вода између рачвања и објекта вода (стубова, шахти, итд.). Тачна дефиниција линије вода такође зависи од врсте вода али заједничка им је особина да у великом броју случајева прелазе преко више парцела. На свим парцелама преко којих пролази вод потребно је регистровати право пролаза вода.

Линије вода се могу представити уз помоћ линија (линијски вод) или скупа 3Д површи.

Линије се користе за представљање самих водова. Линијски сегмент, поред висинских података у својим преломним тачкама поседује и податак о ширини вода, тако да се у потпуности може реконструисати положај и димензије вода. Геометрија се чува као линија са висинама у преломним тачкама (X , Y и H) док се ширина вода чува као описни атрибут. Површи се користе за приказивање водова уколико то није могуће урадити преко линијских ентитета и атрибута о ширини.

Објекат вода представља пратеће објекте као што су: кабловске кућице, бунари, чесме, итд. Они се представљају уз помоћ 2Д полигона или 3Д геометрија (скупа 3Д површи). Регистрација елемената вода путем скупа 3Д површи које формирају затворено тело (Слика 5.9) је остављено као могућност уколико се објекат вода не

може недвосмислено регистровати путем 2Д полигона а није регистрован као објекат у катастру непокретности.

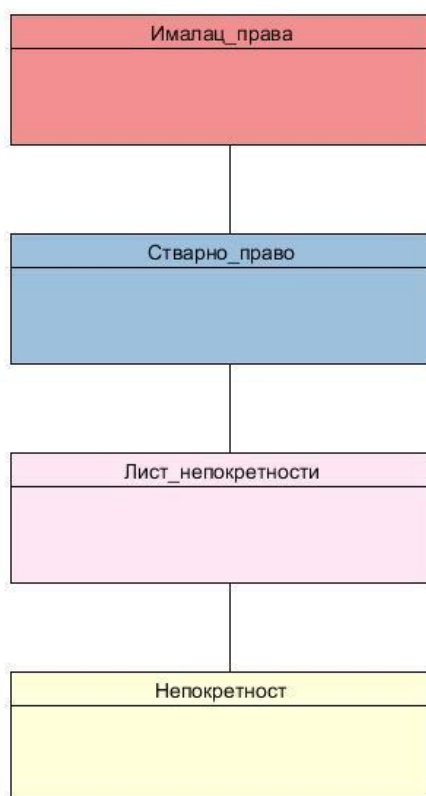
Тачкасти елементи вода представљају елементе вода који се могу представити путем локације или симбола, а то су пре свега локације рачвања вода и елементи као што су шахте, стубови, бунари итд. Тачкасти елементи вода поред геометрије (X, Y и H) садржи и описне атрибуте који могу дефинисати висину или дубину елемента.

5.2.4 Класа „Лист непокретности“

Сагледавајући класе дефинисане у претходним поглављима и основне класе LADM стандарда може се закључити да је потребно дефинисати и основну административну јединицу (у LADM стандарду дефинисано као LA_BAUnit - basic administrative unit). У досадашњем катастру непокретности пандан основној административној јединици из LADM стандарда је лист непокретности. У 3Д катастру непокретности се преузима ова досадашња терминологија и због тога је модел од три основне класе проширен класом која дефинише лист непокретности.

Лист непокретности је повезан са класом „Ималац права” преко класе „Стварно право”. Такође, лист непокретности је повезан са једном или више просторних јединица, тј. непокретности и са неким од права и терета.

Слика 5.21 приказује класу „Лист непокретности” и везу са осталим основним класама.



Слика 5.21 : Класа „Лист непокретности” и веза са осталим основним класама

5.2.5 Модел података и LADM стандард

Један од главних захтева који треба да испуни 3Д катастар непокретности јесте да буде у складу са LADM стандардом. Са концептуалног становишта, LADM дефинише основне класе, и то: странке (људе и организације), основне административне јединице, права (права, одговорности и ограничења) и просторне јединице (парцеле, делови зграда и водови), укључујући подкласу за премер и приказивање (геометрија и топологија). На основу овога се може закључити да је неопходно да и 3Д катастар непокретности Републике Србије има класе које одговарају основним класама LADM стандарда.

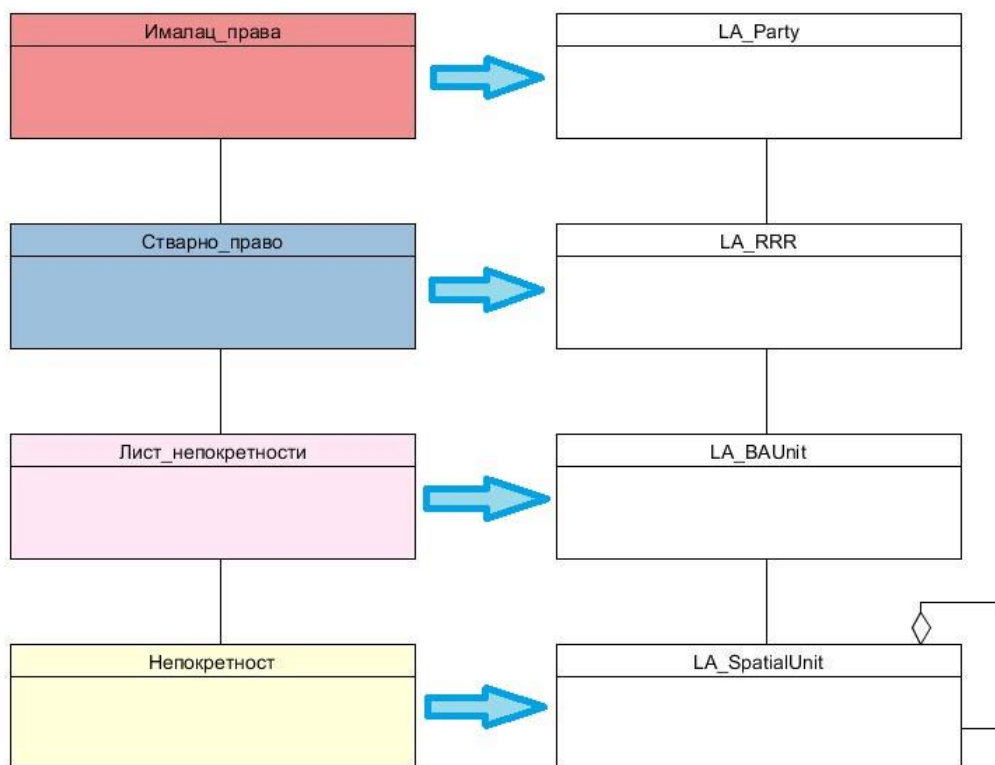
Поред класе која одређује „Лист непокретности” као основну административну јединицу како је дефинисана у LADM стандарду потребно је обратити пажњу на потпакет за премер и приказивање (енгл. Surveying and Representation subpackage). Овај потпакет се односи на групу класа за непокретности и превасходно служи за

дефинисање геометрије и извора података тј. начина премера. Више о имплементацији ове групе класа се може пронаћи у поглављу 5.3.4 приликом детаљнијег развоја групе класа за непокретности.

Уколико се упореди група класа за стварно право (поглавље 5.2.2) и група класа LA_RRR из LADM стандарда, може се уочити да LADM стандард дефинише класу LA_Responsibility која дефинише одговорности ималаца права. Предложени модел података у оквиру овог рада не садржи такву класу јер се у правном систему Републике Србије одговорности ималаца права непокретности дефинишу актима локалне самоуправе. Узимајући ову чињеницу у обзир, класа LA_Responsibility није дефинисана у оквиру овог модела и одређене су класе као што је „Право” и „Терет”.

Посматрајући групу класа LA_Party у LADM стандарду може се уочити да је предвиђено да поред ималаца права та класа садржи и друга лица као што су нотари или геометри који су повезани са уписом одређене непокретности. У предложеном моделу података за Републику Србију ово није имплементирано тј. остала лица (нотари, геометри, итд.) нису предвиђена да се уписују у ову класу Ималац права. За ове потребе се може имплементирати додатна класа али она није даље разматрана у оквиру овога рада јер није кључна за развој модела података 3Д катастра непокретности.

У контексту LADM стандарда битно је нагласити и специјалну класу под називом „VersionedObject” које је дефинисана у оквиру стандарда, а за потребе управљања и одржавања промена и верзија објеката у прошлости. Поред претходних вредности атрибута или постојања одређених ентитета, веома битна ставка у овој класи јесте и регистрација временског тренутка за који се подаци односе. Ради једноставнијег приказивања концептуалног и логичког модела, у оквиру овог рада неће се даље разрађивати ова класа, али је њено постојање свакако неопходно приликом имплементације 3Д катастра непокретности.

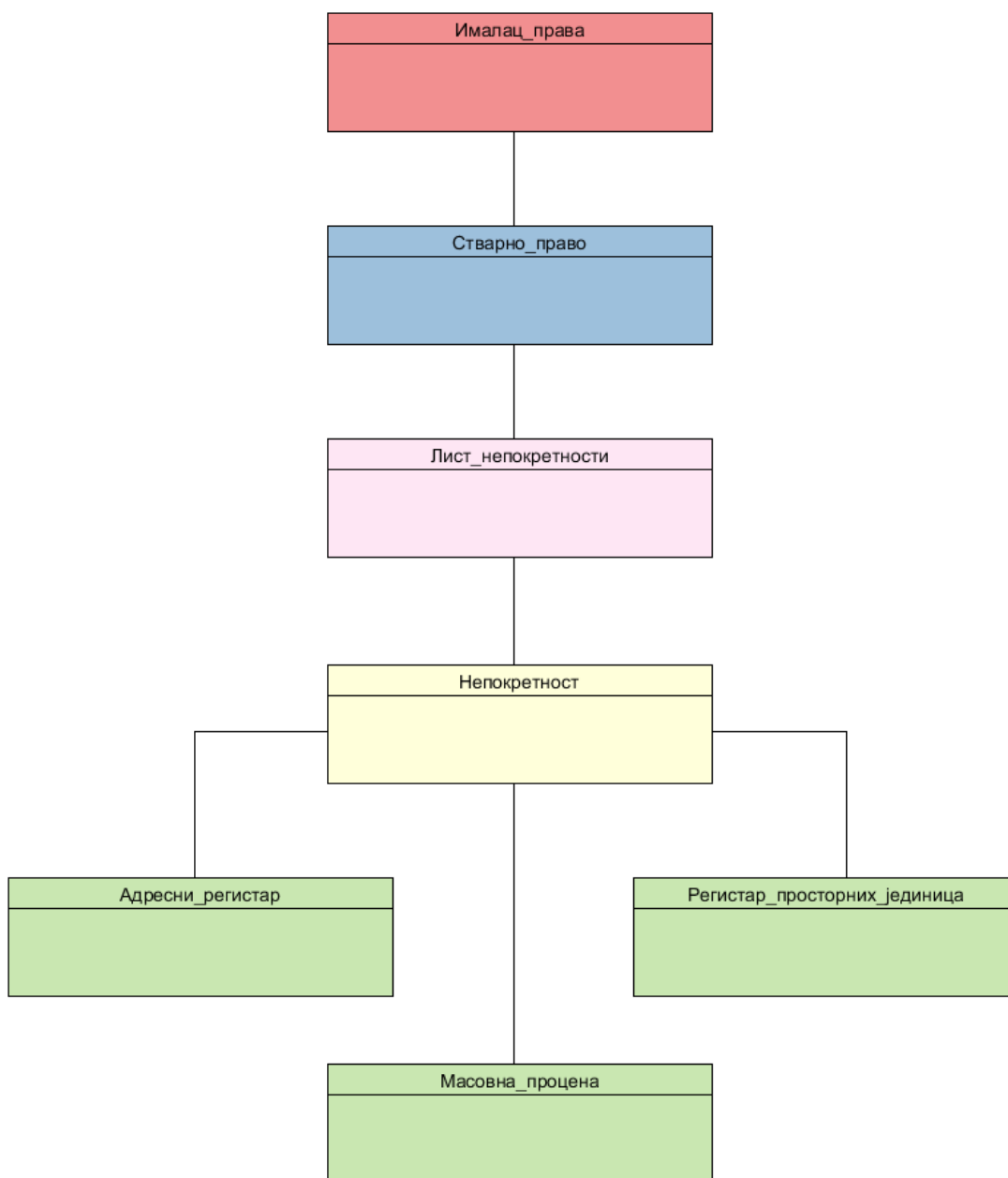


Слика 5.22 : Однос основних класа LADM стандарда и основних класа дефинисаних за потребе 3Д катастра непокретности Републике Србије

Слика 5.22 приказује однос, тј. како основне класе катастра непокретности у Републици Србију одговарају основним класама дефинисаним у LADM стандарду. Поред ових основних ствари, постоји још низ детаља из LADM стандарда које је потребно испунити приликом саме имплементације 3Д катастра непокретности а које због своје обимности нису обухваћене у оквиру овог рада. Више о усаглашавању са LADM стандардом се може пронаћи у истраживању (Radulović et al, 2017).

5.2.6 Остали садржај 3Д катастра непокретности

У поглављу 4.1.4 наглашено је да је потребно конципирати модел 3Д катастар непокретности на такав начин да се поред основне примене може користити и за остали садржај повезан са катастром непокретности.



Слика 5.23 : Остали садржај 3Д катастра непокретности

Адресни регистар представља један од регистара која се може водити као допунска евиденција катастру непокретности. Шта више, и у садашњем катастру непокретности се адресни регистар такође води као допунска регистар и дефинише се као регистар о кућним бројевима и називима улица и тргова у насељеном месту. Слика 5.23 приказује „Адресни регистар” као допунски регистар о кућним бројевима и називима улица и тргова.

Масовна процена пружа релевантне податке о вредностима непокретностима базирано на тржишним вредностима и има широку примену изван главне основе 3Д катастра непокретности. С обзиром на то да се односи на непокретности, логично је да тржишна вредност непокретности буде саставни део модела за 3Д катастар непокретности. Управо је због тога „Масовна процена” придружена концептуалном моделу 3Д катастра непокретности (Слика 5.23).

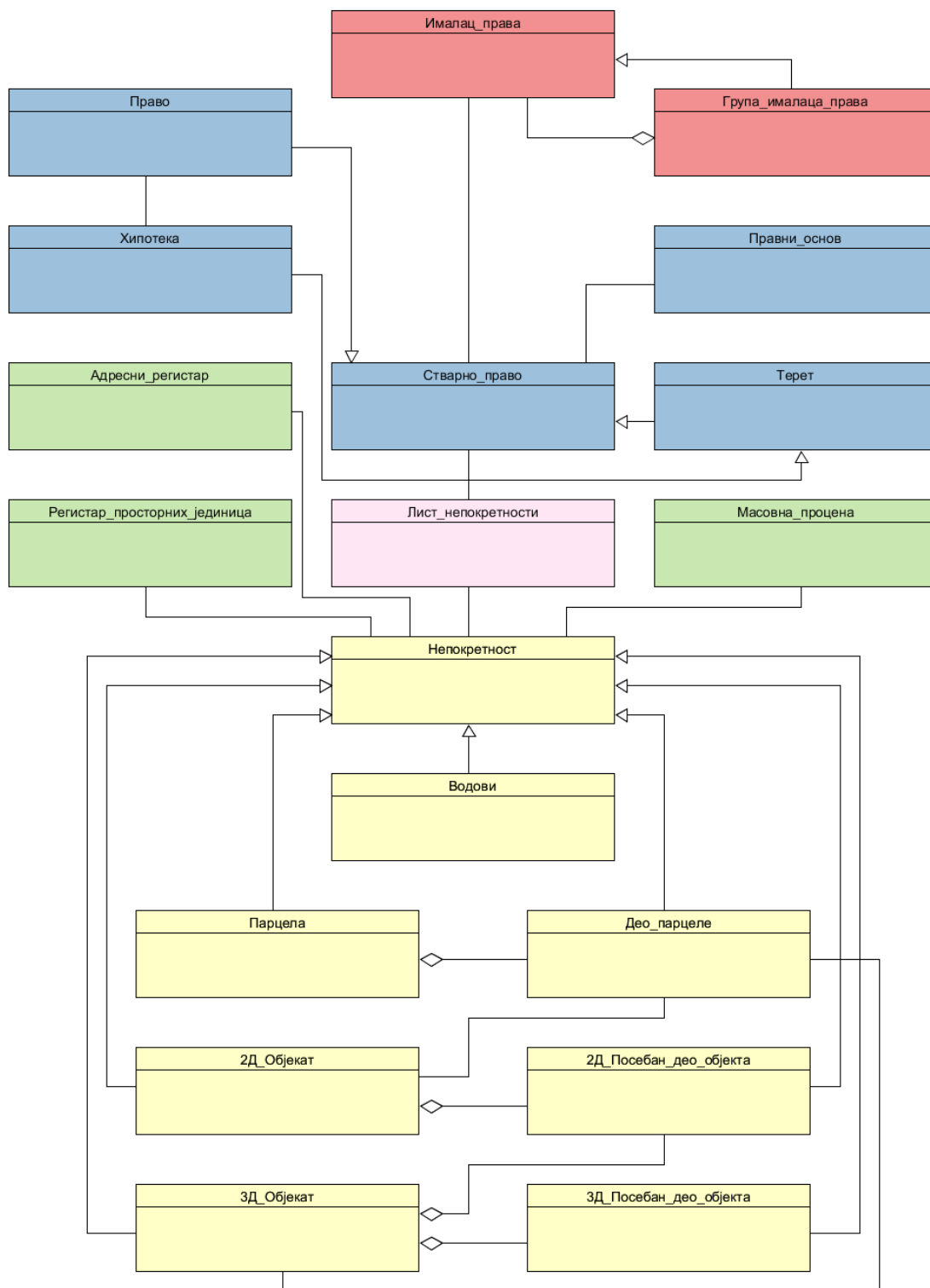
Регистар просторних јединица такође представља један од регистара из надлежности Републичког геодетског завода. Законом о регистру просторних јединица (Службени гласник РС, 53/93, 67/93 и 48/94) регистар просторних јединица води Републички завод за статистику док је Републички геодетски завод задужен за границе. Просторне јединице које се воде у регистру просторних јединица су: република, аутономна покрајина, управни округ, град Београд, град, катастарски срез, општина, катастарска општина, насељено место, месна заједница, статистички круг, пописни круг.

5.2.7 Обједињени модел на концептуалном нивоу

С обзиром на то да имаоци права (поглавље 5.2.1) преко неког од стварних права (поглавље 5.2.2) и у оквиру листа непокретности остварују везу са непокретностима, онда се у обједињеном моделу морају дефинисати ове везе са свим класама које дефинишу непокретности.

Слика 5.24 приказује обједињени хибридни модел 3Д катастра непокретности на концептуалном нивоу. На слици су приказане класе „Ималац права”, „Стварно Право”, и класе непокретности дефинисане у поглављу 5.2.3. На слици је такође приказан остали садржај 3Д катастра непокретности, а које је описане у поглављу 5.2.6.

За све класе је дат детаљнији опис у оквиру поглавља 5.3 и детаљне разраде класа у оквиру кога су дефинисани атрибути који су садржај 3Д катастра непокретности.



Слика 5.24 : Обједињени модел 3Д катастра непокретности на концептуалном нивоу

5.3 Логички модел

Разрада концептуалног модела кроз процес дефинисања логичког модела представља следећу фазу развоја модела података 3Д катастра непокретности. У овој фази моделирања дефинишу се специфичне класе, атрибути, везе и одређене функције. Другим речима, одређивање структуре свих података у бази и скуп операција које се могу извршити на тим подацима.

У наредним поглављима дата је разрада класа, атрибута, веза и функција модела података 3Д катастра непокретности за Републику Србију.

5.3.1 Група класа „Ималац права”

Група класа „Ималац_права” се састоји од две класе „Ималац_права” и „Група_ималаца_права”, као што је приказано у поглављу 5.2.1 (Слика 5.4).

У циљу лакшег преласка на нови систем и преузимања постојећих података из катастра непокретности предложене су три класе „Ималац_права”, „Група_ималаца_права” и „Члан_групе”. Атрибути су базирани на основу LADM стандарда и тренутне праксе. За разлику од LADM стандарда класа „Ималац_права” садржи само имаоце права на непокретностима (власници, корисници, банке у чије име је уписана хипотека, итд.). Ови делови модела не утичу на развој 3Д катастра непокретности и могу се проширити приликом саме имплементације.

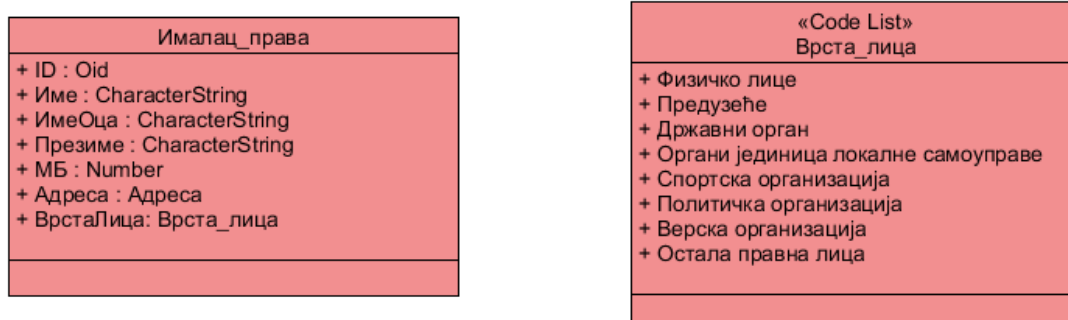
Детаљне везе између класа у групи класа „Ималац_права” се могу пронаћи у оквиру прилога (ПРИЛОГ 1: Група класа које дефинишу стварна права и имаоце права).

5.3.1.1 Класа „Ималац права”

Класа „Ималац права” садржи основне податке о имаоцу права. То су лични подаци који се састоје од следећих атрибута: МБ - јединствени матични број

грађанина или матични број за правна лица, име или назив, име оца, презиме, и адреса (Слика 5.25). Адреса се преузима из адресног регистра на основу јединственог идентификационог броја адресе.

У оквиру LADM стандарда и класе LA_Party предложен је атрибут „role“ који одређује која је улога уписаног лица. Овај атрибут није имплементиран јер је већ напоменуто да је одлучено да се у ову класу уписују само имаоци права (власници, корисници, банке у чије име је уписана хипотека, итд.)



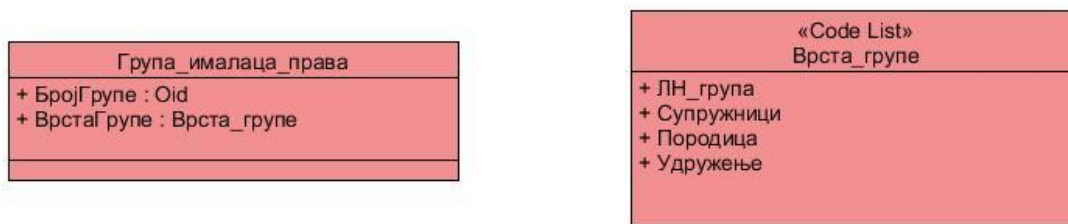
Слика 5.25 : Класе „Ималац права” и „Врста лица”

С обзиром на то да имаоци права могу бити физичка лица али и различите врсте правних лица (државни органи, јединице локалне самоуправе, политичке и спортске организације, итд.), потребно је одредити шифарник „Врста_лица” у оквиру које ће се дефинисати врсте лица која могу бити имаоци права (Слика 5.25). Могуће вредности за врсту лица приказане у шифарнику „Врста_лица” су примери преузети из досадашње праксе катастра непокретности. Коначна листа ће се утврдити приликом имплементације 3Д катастра непокретности.

5.3.1.2 Класа „Група ималаца права”

Класа „Група_ималаца_права”, као што сам назив каже, дефинише групе ималаца права јер свако лице уписано у класу „Ималац_права” има могућност да буде део једне или више група, али исто тако и да самостално поседује одређена права и терете на непокретностима. У оквиру сваке групе је неопходно одредити уделе који дефинишу однос са којим поједини члан групе учествује у остваривању

дефинисаног права на непокретности. То се дефинише у оквиру класе „Члан_групе”

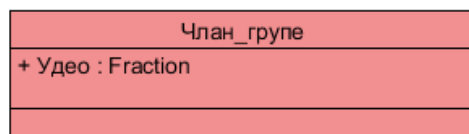


Слика 5.26 : Класе „Група ималаца права” и „Обим права”

У оквиру класе „Група ималаца права” дефинише се и врста групе, тј. да ли је у питању група људи унутар једног листа непокретности, супружници, породица, итд.

5.3.1.3 Класа „Члан групе”

Класа „Члан_групе”, представља класу која одређује везу између ималаца права и групе.



Слика 5.27 : Класа „Члан_групе”

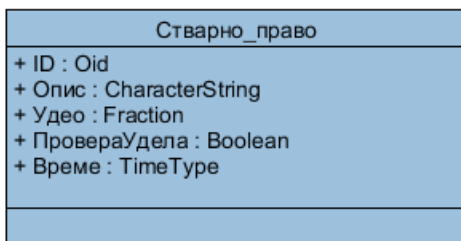
Атрибут *Удео* одређује колики је удео одређеног члана. Неопходно је задовољити услов да збир удела свих чланова групе даје целину.

5.3.2 Група класа „Стварно право”

Ова група класа, као што је приказано у поглављу 5.2.2 (Слика 5.5) се састоји од неколико класа, као што су „Право”, „Терет” и „Хипотека”.

LADM стандард у оквиру LA_RRR класе и припадајућих поткласа које се односе на права и терете одређује шири скуп класа у односу на класе и атрибуте представљене у овом раду, тј. укључује и класу LA_Responsibility која дефинише

одговорности ималаца права. Ова класа није укључена, јер таква врста уписа не представља праксу садашњег катастарског система. Представљени скуп класа и атрибута је дефинисан на основу LADM стандарда и тренутне праксе како би се на најлакши начин извршио прелазак на нови модел.



Слика 5.28 : Класа „Стварно_право”

Основну класу представља „Стварно_право” (Слика 5.28). Поред основних атрибута, као што су идентификациони број и опис, у оквиру класе се дефинише и удео. Такође, одређује се да ли је провера удела (да сума удела даје целину) применљива у оквиру листа непокретности. Атрибут *Време* одређује време уписа или период трајања одређеног стварног права.

Детаљне везе између класа у групи класа „Стварно право” се могу пронаћи у оквиру прилога (ПРИЛОГ 1: Група класа које дефинишу стварна права и имаоце права).

5.3.2.1 Класа „Право”

Класа „Право” је поткласа класе „Стварно_право” и дефинише пре свега право својине тј. право власника да своју непокретност држи, да је користи и да њоме располаже у границама одређеним законом.

Поред основног права својине, а на основу досадашње праксе катастра непокретности, у класу „Право” се могу укључити и друге врста права (као што су право коришћења, право државине, право закупа) иако се донекле ова права могу сврстати у терете јер стварни ималац права својине на овим непокретностима не може неометано да ужива своја права. Овакав приступ је преузет због чињенице да је изабран хибридни приступ развоја модела 3Д катастра непокретности и да је

потребно омогућити што лакши прелазак са садашњег катастарског система на 3Д катастар непокретности.



Слика 5.29 : Класа „Право”

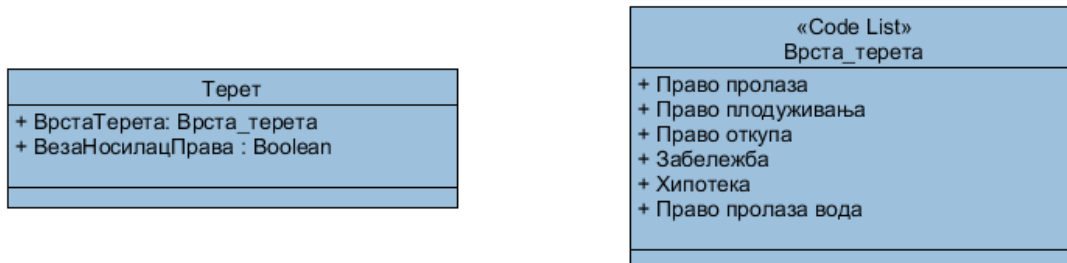
Са друге стране, право својине може имати више врста као што су: приватна, јавна, задружна итд. и због тога су у класи „Право” дефинисана још два атрибута која одређују врсту права и врсту својине. Слика 5.29 приказује шифарнике „Врста_права” и „Врста_својине”. Потребно је нагласити да се могуће вредности за врсту права и врсту својине могу мењати приликом имплементације 3Д катастра непокретности или променом правне регулативе, тј. предложена листа не представља коначну листу врсте права која се уписују у катастар.

Поред целог права, реалног или идеалног дела који се могу изразити преко разломка постоји и могућност дефинисања заједничког обима права. Због ове чињенице је креиран и додатни атрибут *ОбимПрава* док су могуће вредности приказане у шифарнику (Слика 5.29).

5.3.2.2 Класа „Терет”

Класа „Терет” дефинише терете, права службености и забележбе на непокретностима и представља поткласу класе „Стварно_право”.

Слично као код шифарника „Врста_права” и „Врста_својине” потребно је дефинисати шифарник „Врста_терета” која ће дефинисати могуће врсте терета који се уписују у катастар непокретности.



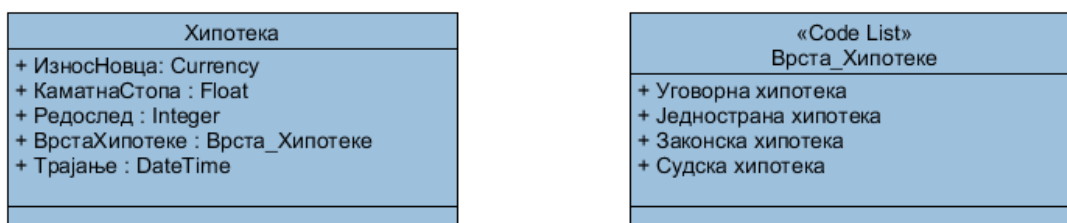
Слика 5.30 : Класа „Терет”

Класа „Терет” садржи скуп атрибута који пре свега одређују врсту терета и показују да ли је потребна веза са имаоцима права. На тај начин се омогућава да се одређени терети (право пролаза, забележба) уписују без имаоца права, тј. да се односе само на непокретност.

Врсте терета које су приказане у шифарнику „Врста_терета” (Слика 5.30) не представљају коначан списак. Приказане су само репрезентативне вредности, а коначни списак ће се формирати приликом имплементације 3Д катастра непокретности на основу правне регулативе.

5.3.2.3 Класа „Хипотека”

Класа „Хипотека” представља поткласу класе „Терет” тј. наслеђује све њене атрибуте и представља њену разраду у оквиру које су дефинисани додатни атрибути за хипотеке.

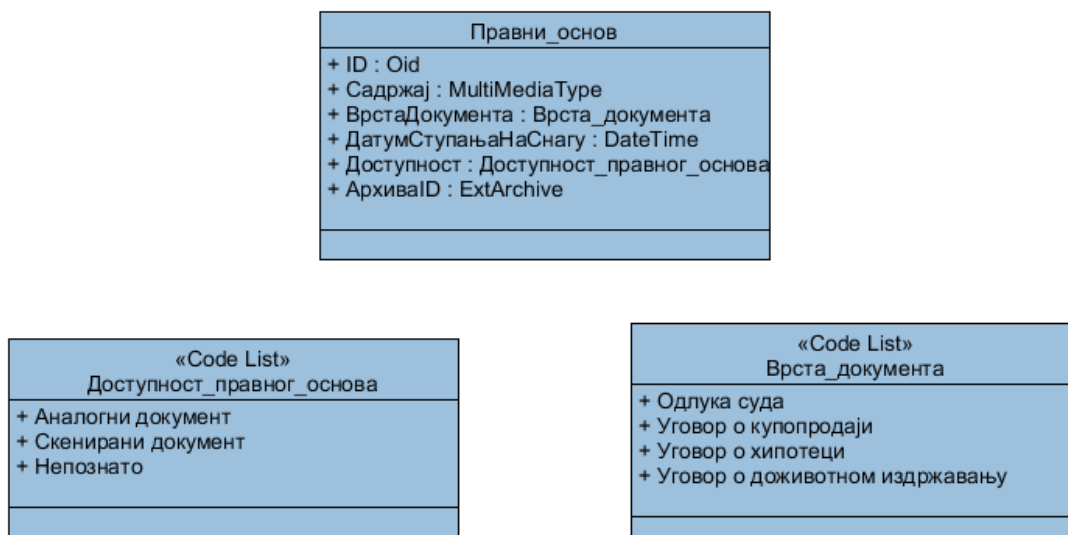


Слика 5.31 : Класа „Хипотека”

Класа садржи главне елементе хипотеке, као што су: износ новца, каматна стопа и трајање хипотеке. Атрибут *Редослед* дефинише приоритете уколико се више хипотека односи на исту непокретност. Могуће врсте хипотека су приказане у оквиру шифарника (Слика 5.31).

5.3.2.4 Класа „Правни основ”

Класа „Правни_основ” је конципирана на основу LADM класе LA_Source и њене подкласе LA_AdministrativeSource. Из ових класа су изабрани атрибути који омогућавају једноставну примену на основу садашње праксе катастра непокретности у Србији. Изостављени атрибути не утичу на имплементацију 3Д катастра непокретности.



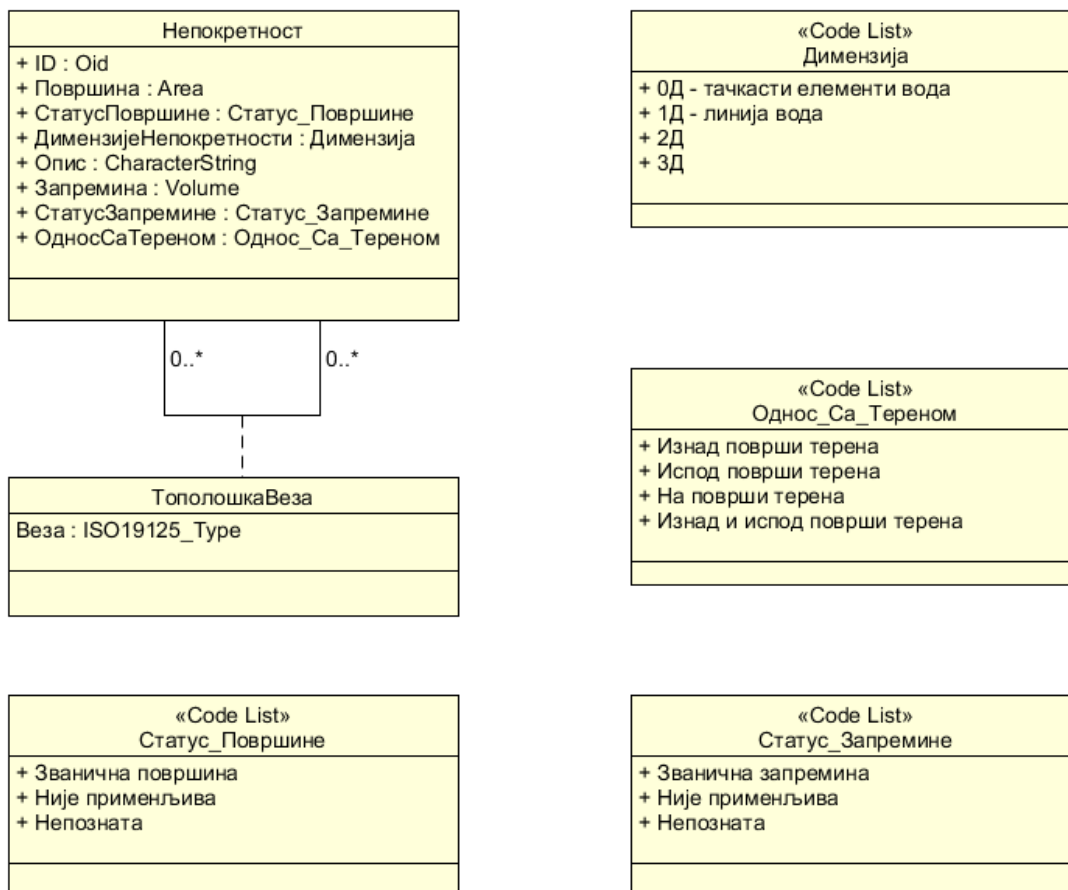
Слика 5.32 : Класа „Правни_основ”

Класа садржи атрибуте који дефинишу врсту документа који представљају правни основ, његов садржај и доступност, као и датум ступања на снагу. Класа такође садржи и број документа у спољашњој архиви.

Слика 5.32 поред класе садржи и примере шифарника за врсту документа и доступност. Дефинитиван садржај шифарника ће се утврдити приликом имплементације.

5.3.3 Група класа „Непокретности”

Група класа „Непокретност” је на концептуалном нивоу приказана у оквиру потпоглавља 5.2.3. Група се састоји од неколико појединачних класа које су детаљније разрађене у следећим потпоглављима. Главну класу представља класа „Непокретност”.



Слика 5.33 : Класа „Непокретност”

Слика 5.33 приказује класу „Непокретност” формирану на основу LADM класе LA_SpatialUnit. LADM омогућава груписање ентитета из класе LA_SpatialUnit (класа „Непокретност”) у класу LA_SpatialUnitGroup. С обзиром на то да је садашња пракса да се границе просторних јединица (као што је граница катастарске општине) воде у регистру просторних јединица та пракса је предложена и у моделу података 3Д катастра непокретности (види поглавље 5.2.6). Такође, класа LA_Level није експлицитно дефинисана.

Класа „Непокретност” садржи атрибуте који се односе на све типове непокретности. У оквиру LADM стандарда предложена је могућност чувања неколико типова површина (званична, незванична, измерена, итд.). Сагледавајући садашњу праксу катастра непокретности одлучено је да се уписује само званична површина. За парцеле и 2Д објекте то је површина у 2Д равни док код посебних делова објекта је то нето корисна површина. Код неких непокретности може се догодити да је површина непозната (линијски вод, елементи вода, други грађевински објекат, итд.) и управо због тога је дефинисан атрибут *СтатусПовршине* који даје информацију зашто површина непокретности није одређена.

Атрибут *Опис* служи за текстуално описивање непокретности (назив, карактеристике, итд.)

LADM стандард такође предлаже могућност чувања више типова запремина (званична, незванична, измерена, итд.). Одлучено је да се користи само званична запремина где је то применљиво. За случајеве када запремина није применљива или је није могуће одредити, дефинисан је атрибут *СтатусЗапремине* који даје информацију зашто запремина непокретности није одређена.

LADM класа LA_SpatialUnit предвиђа атрибут *referencePoint* који представља тачку унутар простора непокретности (примењује се када је позната само локација непокретности). Овај атрибут није укључен у класу „Непокретност” јер је предвиђено да све непокретности имају геометрију.

У класи „Непокретност” предвиђа се могућност дефинисања димензије уписане непокретности. Тако су предвиђене вредности 0Д - за тачкасте елементе вода (окна, чесме, итд.), 1Д за линијске сегменте вода, 2Д за непокретности представљене преко полигона и 3Д за непокретности представљене као скуп 3Д површи који формирају затворено тело.

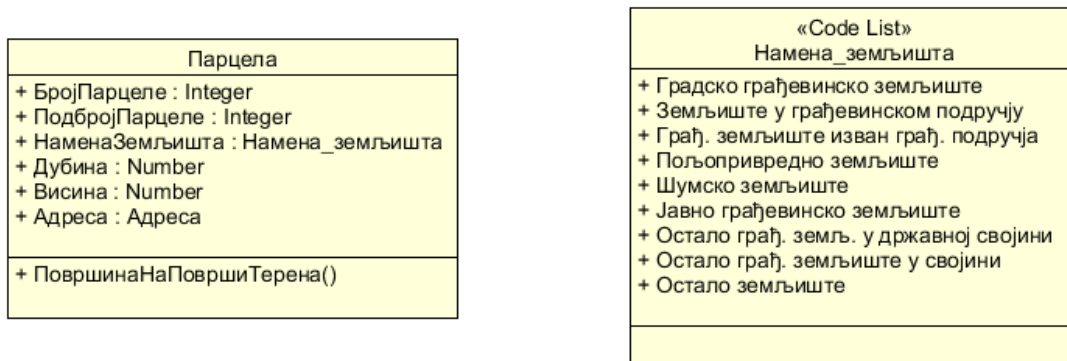
Такође, преко атрибута *ОдносСаТереном* одређује се да ли је непокретност испод, изнад или на површи терена (Слика 5.33).

Дефинисање тополошких односа је предвиђено у оквиру класе „ТополошкаВеза“ (Слика 5.33).

Везе између свих класа које представљају непокретности се могу пронаћи у оквиру прилога (ПРИЛОГ 2: Група класа које дефинишу непокретности) док се детаљне везе непокретности са стварним правима и имаоцима права могу пронаћи у прилогу 4 (ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности).

5.3.3.1 Класа „Парцела”

Класа „Парцела” је поткласа класе „Непокретност” и у себи дефинише податке о катастарским парцелама. У досадашњем катастру непокретности парцела је представљала основну јединицу и за њу су се везали сви подаци о објектима. У великом броју случајева ће тако бити и у 3Д катастру непокретности али ће ипак постојати могућност да се објекти региструју независно од катастарске парцеле.



Слика 5.34 : Класа „Парцела”

Један од главних атрибута парцеле јесте број парцеле. Број парцеле је релативно једноставан и разрађен у садашњем катастру непокретности. Парцеле се нумеришу од 1 до n у оквиру катастарске општине а уколико се парцела дели на више нових парцела онда нове парцеле добијају број који се састоји од броја изворне парцеле и подброја нове парцеле.

Атрибут *НаменаЗемљишта* дефинише намену земљишта у смислу да ли је та парцела одређена као градско грађевинско земљиште, грађевинско земљиште

изван грађевинског подручја, пољопривредно земљиште, итд. За потребе дефинисања могућих опција намене земљишта креиран је шифарник „Намена_земљишта” у коме су дефинисане могуће вредности (Слика 5.34).

Атрибути *Дубина* и *Висина* представљају опционе атрибуте који омогућавају дефинисање простирања права изнад или испод земље уколико се оно због постојања објекта или неког другог разлога разликује у односу на прописану правну регулативу државе која се односи на право коришћења земљишта. Адреса или потес парцеле се преузима из адресног регистра.

Површина представља један од основних и најчешће коришћених атрибута сваке парцеле. У досадашњем катастру непокретности регистровала се само површина парцеле у пројекцији на хоризонталну 2Д раван. Овакав приступ има вишеструко оправдање, а пре свега у томе што у садашњем катастру непокретности немамо много информација о висинској представи терена и због тога је тешко израчунати која је површина парцеле по површи терена. Површина у 2Д равни се користи као основа за прорачун пореза и у својој суштини представља површину која се може искористити приликом пољопривреде производње или изградње објеката. Управо због овог разлога се за парцеле и даље води површина у хоризонталној равни (види класу „Непокретност” - атрибут *Површина*, поглавље 5.2.3).

С обзиром на то да је увођењем 3Д компоненти и дигиталног модела терена могуће израчунати и површину терена коју парцела заузима у оквиру класе је предвиђена функција *ПовршинаНаПовршиТерена()* која на основу геометрије парцеле и дигиталног модела терена рачуна ову вредност.

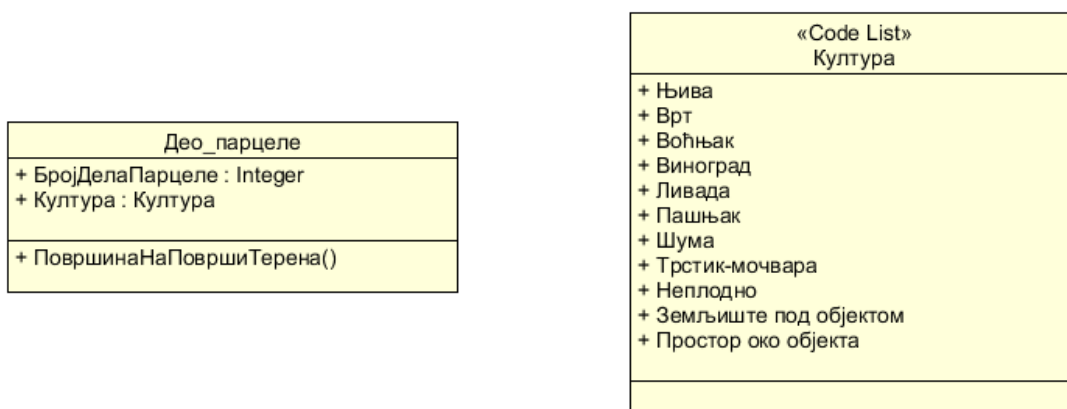
Поред површине, увођењем 3Д катастра непокретности отворила се могућност за прорачун запремине простора који парцела заузима. Запремина се може израчунати на основу 2Д геометрије парцеле у комбинацији са дигиталним моделом терена и атрибутима *Дубина* и *Висина* уколико су они дефинисани за парцелу (види класу „Непокретност” - атрибут *Запремина*, поглавље 5.2.3).

Култура, односно начин коришћења је дефинисан на нивоу дела парцеле (види поглавље 5.3.3.2) јер делови парцеле могу имати различиту културу. То значи да се свака парцела састоји од једног и више делова.

5.3.3.2 Класа „Део парцеле”

Класа „Део_парцеле” је поткласа класе „Непокретност” и повезана је са класом „Парцела” на тај начин што један или више делова парцеле формира парцелу. То значи да је свака парцела формирана од бар једног дела парцеле. Део парцеле може припадати само једној парцели (види ПРИЛОГ 2: Група класа које дефинишу непокретности).

У садашњем катастру непокретности делови су формирану углавном за земљиште под објектом, дворишта или делове парцела са различитом културом тј. начином коришћења. Овакву праксу је неопходно задржати и у 3Д катастру непокретности с обзиром на то да се развија хибридни модел који ће укључити 2Д катастарске податке, али и један део досадашње праксе који јасно раздваја део парцеле који је под објектом или различитом културом. Са друге стране, потребно је избећи редундантност података и чувати алфа-нумеричке податке и податке о геометрији само на једном месту (нпр. геометрију објекта и дела парцела коју дефинише објекат потребно је дефинисати само једном).



Слика 5.35 : Класа „Део_парцеле”

Атрибут *БројДелаПарцеле* дефинише јединствени број дела парцеле који се нумерише од 1 до n у оквиру једне катастарске парцеле.

Већ је напоменуто да се култура одређује на нивоу дела парцеле. Због тога у класи „Део_парцеле” постоји атрибут *Култура*, а могуће вредности атрибута се дефинишу у шифарнику „Култура”. Приказане вредности (Слика 5.35) представљају репрезентативне вредности док ће се дужа листа могућих вредности дефинисати, или већим делом преузети из садашњег катастра, приликом саме имплементације 3Д катастра непокретности.

Потребно је за део парцеле водити површину у 2Д пројекцији (види класу „Непокретност” - атрибут *Површина*, поглавље 5.2.3.). Са друге стране, могуће је израчунати површину по површи терена уз помоћ функције *ПовршинаНаПовршиТерена()* која је предвиђена у класи за те потребе.

Такође се може израчунати запремина уколико су дефинисани атрибути *Дубина* и *Висина* на нивоу парцеле или је правним актима дефинисана дубина и висина простирања права код парцела.

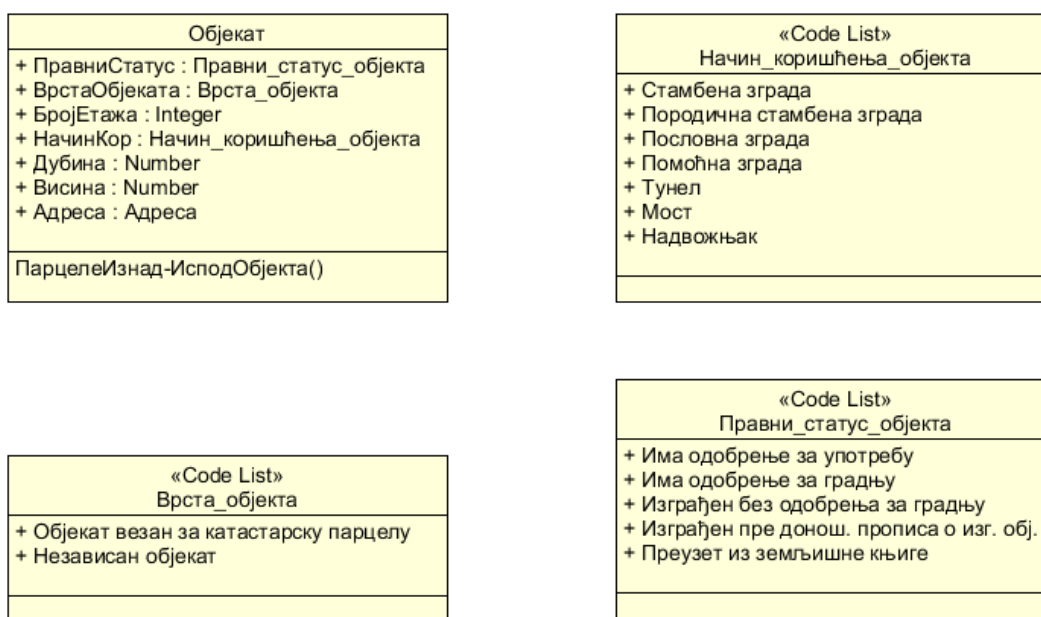
За делове парцела геометрија се такође представља путем 2Д полигона, као што је био случај у досадашњем катастру непокретности.

Уколико парцела има више посебних делова потребно је водити рачуна о томе да посебни делови парцеле покривају целу површину. Другим речима, уколико се за 2Д катастарску парцелу формира део парцеле који дефинише одређени начин коришћења или објекат, потребно је такође формирати и део парцеле који ће представљати преостали део 2Д катастарске парцеле и дефинисати његов начин коришћења.

5.3.3.3 Класа „Објекат”

Класа „Објекат” дефинише непокретности које су везане за објекте као што су зграде, други грађевински објекти тј. сталне грађевинске конструкције. Ова класа је такође поткласа класе „Непокретност”.

У досадашњем катастру непокретности нумерација објеката је вршена у оквиру катастарске парцеле на такав начин да је број објекта једнак броју дела парцеле на коме се налази објекат. Анализом потреба 3Д катастра непокретности и предложеним концептуалним моделом (поглавље 5.2.3) установљено је да се уводи принцип објекта који није стриктно везан за једну катастарску парцелу. За објекте који се налазе у оквиру једне катастарске парцеле дефинише се веза са делом парцеле на коме се налази (види ПРИЛОГ 2: Група класа које дефинишу непокретности). Нумерација објеката који нису стриктно везани за једну катастарску парцелу се врши независно од катастарских парцела (види класу „Непокретност” - атрибут *ID*, поглавље 5.2.3.).



Слика 5.36 : Класа „Објекат”

Класа „Објекат“ такође има опциону везу са класом „Посебан_део_објекта” на тај начин што се објекат може састојати од два или више посебних делова. Објекат не мора да има посебне делове.

Атрибут *ВрстаОбјекта* одређује да ли је објекат везан за катастарску парцелу или је независан објекат.

Додатни атрибут који се дефинише у класи „Објекат” је *ПравниСтатус*. Објекти могу имати различите правне статусе (објекат има одобрење за употребу, објекат

има одобрење за градњу, итд.) који су дефинисани у шифарнику „Правни статус објекта”. У класи су представљене само неке од могућих вредности за правни статус објекта. Коначан списак ће се одредити приликом имплементације 3Д катастра непокретности а на основу актуелне правне регулативе.

Такође, за сваки објекат се води податак о укупном броју етажа у објекту. Овај податак се чува као атрибут *БројЕтажа*.

Слично као код парцела, за објекте се дефинише и начин коришћења (породична стамбена зграда, помоћна зграда, тунел, мост, итд.). Начин коришћења се дефинише посебном класом „Начин_коришћења_објекта”. С обзиром на то да је могуће дефинисати велики број начина коришћења објеката приказане су (Слика 5.36) само неке од репрезентативних вредности. Коначна листа ће се установити приликом имплементације 3Д катастра непокретности.

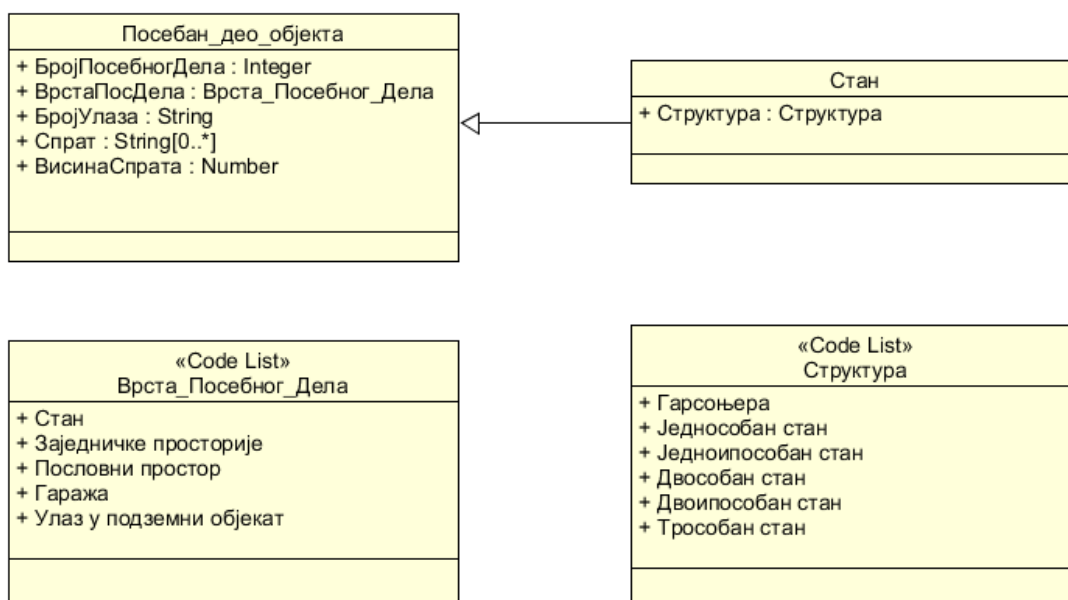
Атрибути *Дубина* и *Висина* садрже податак колико се објекат простире испод површи терена и колико је висок изнад површи терена. Ови атрибути се могу модификовати да садрже надморске висине највише и најниже тачке објекта. Адреса објекта се преузима из адресног регистра.

С обзиром на хибридни аспект дефинисаног концептуалног модела, ентитети у класи „Објекат” се могу дефинисати уз помоћ 2Д и 3Д геометрије. 2Д геометрија се може користити само када се објекат налази у оквиру једне катастарске парцеле и уколико се у близини објекта не налазе други објекти са којима се заједно формира комплексна 3Д ситуација. Такође, објекат се може представити путем 2Д геометрије уколико се недвосмислено може одредити простор на коме се простире право уз помоћ атрибута *Дубина* и *Висина*.

С обзиром на то да се објекти могу простирати испод или изнад више катастарских парцела (тунели, мостови, вијадукти) предвиђена је функција у оквиру класе која омогућава да се одреде парцеле које се налазе изнад или испод објекта (Слика 5.18). Ове операције ће се по потреби изводити на основу геометрије објекта и парцела.

5.3.3.4 Класа „Посебан део објекта”

Посебан део објекта се може посматрати као посебна непокретност на коју се могу уписивати нека од стварних права. Класа „Посебан_део_објекта“ представља поткласу класе „Непокретност“. Ова класа има везу са класом „Објекат“ на тај начин што се два или више посебних делова објекта групише у објекат. Слика 5.37 показује класу „Посебан_део_објекта”.



Слика 5.37 : Класа „Посебан део објекта”

Нумерација посебних делова објекта се врши од 1 до n у оквиру објекта и представљена је преко атрибута *БројПосебногДела*. Такође, из ове релације се може закључити да један објекат може имати два или више посебних делова, или бити без посебних делова, тј. као целина представљати непокретност.

За посебне делове објекта се дефинише врста тј. начин коришћења преко атрибута *ВрстаПосДела*. За потребе дефинисања могућих начина коришћења формиран је шифарник „Врста_Посебног_Дела”. Неке од могућих опција су: стан, пословни простор, гаража, итд.

Атрибут *Структура* је важан пре свега за станове јер дефинише број соба (просторија) у оквиру посебног дела објекта. Управо из ових разлога је дефинисана специјализована класа „Стан“ за коју се одређује атрибут *Структура*.

За ове потребе је формирана листа кодних вредности „Структура” која дефинише могуће вредности за структуру стана. Ту су приказане само неке од могућих вредности.

За сваки посебни део објекта дефинише се и број улаза у оквиру објекта који се користи за приступ посебном делу. Објекат може имати више улаза који служе за приступ различитим деловима објекта. Овај податак се чува у оквиру атрибута *БројУлаза*.

Број спрата на коме се посебан део објекта налази је такође један од података који се води у оквиру класе. Уколико је у питању дуплекс који се налази на више спратова потребно је одредити које све спратове заузима посебан део објекта. Висина спрата на коме се посебан део објекта налази је дефинисан атрибутом *ВисинаСпрата*. У случају заузећа више спратова, уноси се висина најнижег спрата који посебан део објекта заузима.

Површина посебних делова се у досадашњем катастру непокретности водила као цели бројеви са тачношћу до на метар. Оваква пракса је стварала извесне потешкоће код непокретности које се налазе у подручју са високим ценама. Тачност и заокруживање површине до једног метра у таквим условима може имати разлику у цени непокретности и до неколико хиљада евра. Управо је из овог разлога потребно, уколико је то могуће, измерити површину посебног дела објекта са тачношћу довољном да се површина прикаже са једном децималом прецизности. У питању је површина у основи посебног дела објекта тј. нето површина.

Запремина у досадашњем катастру непокретности није вођена као атрибут посебног дела објекта, али је то у оквиру 3Д катастра непокретности потребно увести као атрибут, јер пружа додатну информацију о простору који посебан део објекта заузима. Посебни делови објекта су углавном правилног облика и запремина се у већини случајева може одредити на основу 2Д основице и висине посебног дела. За комплексније случајеве биће неопходно урадити премер додатних величина за прорачун запремине.

5.3.3.5 Класа „Водови”

Водови су у досадашњем катастарском систему регистровани у оквиру катастра водова (поглавље 3.3) као одвојеном регистру од катастра непокретности. Анализом потреба 3Д катастра непокретности (поглавље 4.7) дефинисано је да је неопходно интегрисати регистар водова у оквиру модела података 3Д катастра непокретности.

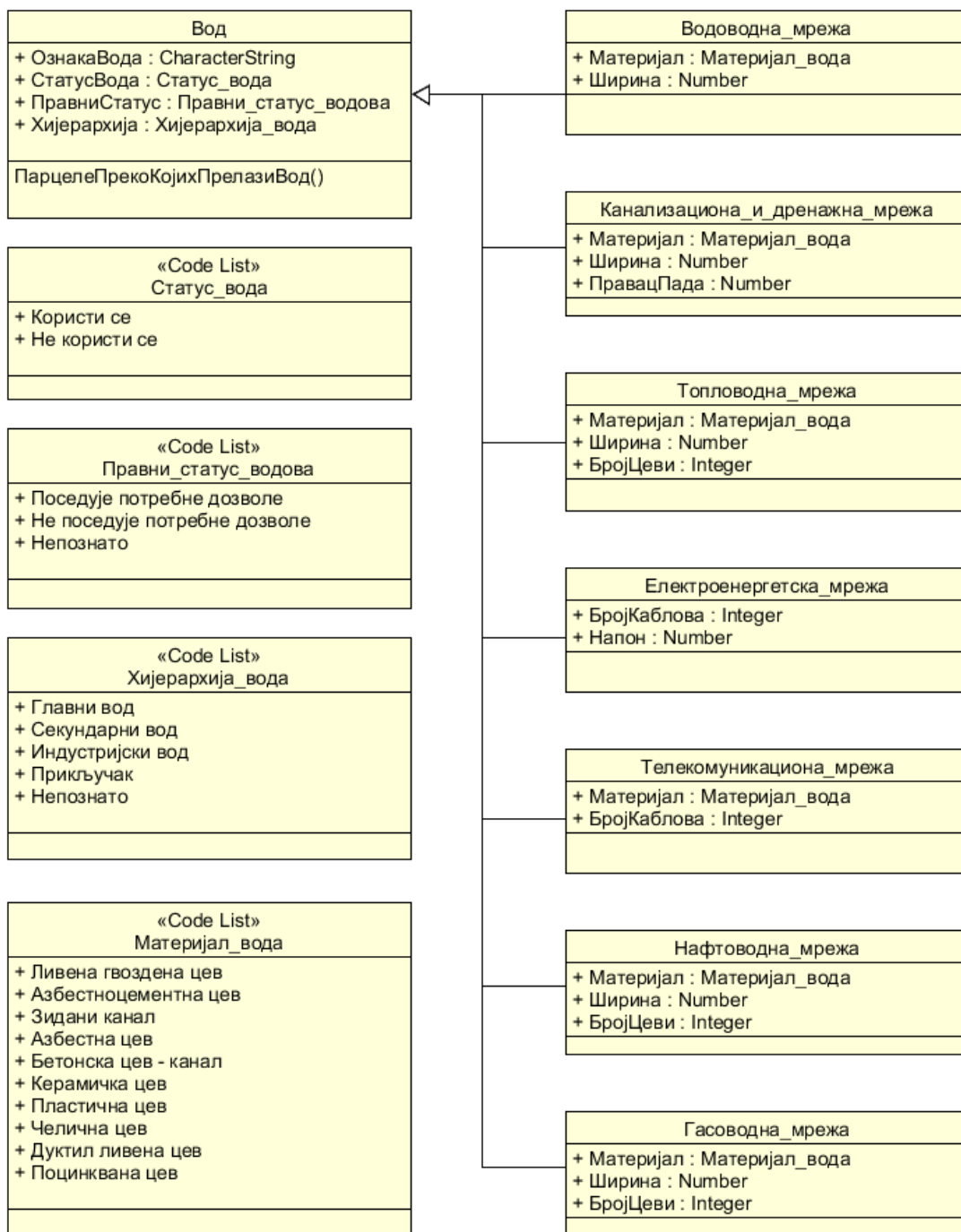
Такође, у оквиру поглавља 3.3 и на слици 3.4 као пример приказан је поједностављени модел који се користи за регистрацију водоводне мреже.

Разматрањем описа катастра водова може се уочити да је дефинисан велики број класа за различите компоненте водова, али и за различите врсте водова, што резултира обимним моделом података. У циљу интеграције катастра водова у модел података 3Д катастра непокретности смањен је број класа и неке класе су поједностављење.

Предложен је интегрисани модел у оквиру катастра непокретности где главну класу за водове представља класа „Вод” и она представља поткласу класе „Непокретност“. Ова класа има седам специјализованих класа за све врсте водова (водоводна мрежа, топловодна мрежа, канализациона мрежа, електроенергетска мрежа, телекомуникациона мрежа, гасоводна и нафтоводна мрежа).

Нумерација водова се врши у оквиру једне врсте вода појединачно. Ово имплицира да се у оквиру класе „Вод” сваки вод идентификује преко атрибута *ОзнакаВода* у оквиру једне врсте вода. Атрибут *СтатусВода* дефинише да ли се одређени вод активно користи или не.

У досадашњој регистрацији водова у оквиру катастра водова јасно се одвајао вод од прикључка који повезује одређени објекат са водом. За те потребе су постојале две одвојене класе (Слика 3.4). У циљу креирања што једноставнијег модела који задовољава потребе 3Д катастра непокретности у предложеном моделу не постоји одвојена класа за прикључке.



Слика 5.38 : Класа „Вод”

Глави разлог за овакав приступ јесте чињеница да прикључци и водови имају исте карактеристике и атрибуте. Уместо засебне класе, у оквиру класе „Вод” креиран је атрибут *Хијерархија* који одређује да ли је уписани ентитет прикључак или представља главни вод, секундарни вод, индустријски итд. Могући домени за хијерархију уписују се у оквиру шифарника „Хијерархија вода”.

Као и остале непокретности, водови могу имати различите правне статусе. Управо из овога разлога у оквиру класе „Вод” креиран је атрибут *ПравниСтатус* који идентификује који правни статус је уписан за ентитет. Могући правни статуси су дефинисани у шифарнику „Правни статус”.

У оквиру специјализованих класа за све врсте водова одређени су додатни атрибути. Водови се могу изградити од различитих материјала (метал, пластика, итд.) тако да је за све врсте водова осим за електроенергетску мрежу одређен атрибут *Материјал*. Могући материјали се дефинишу у шифарнику „Материјал_вода”.

Такође, за све врсте водове осим електроенергетске и телекомуникационе мреже дефинисан је атрибут *Ширина* за потребе дефинисања ширине вода. Ширина вода најчешће представља пречник цеви или каблова од којих је сачињен вод који се уписује, али може и бити и укупна ширина цеви уколико се заједно полажу.

Остали специфични атрибути за поједине врсте водова су: *ПравацПада*, *БројЦеви*, *БројКаблова* и *Напон*.

У оквиру класе „Вод” је предвиђена функција *ПарцелеПрекоКојихПрелазиВод()* која на основу геометрије вода и парцела прорачунава преко којих парцела пролази вод.

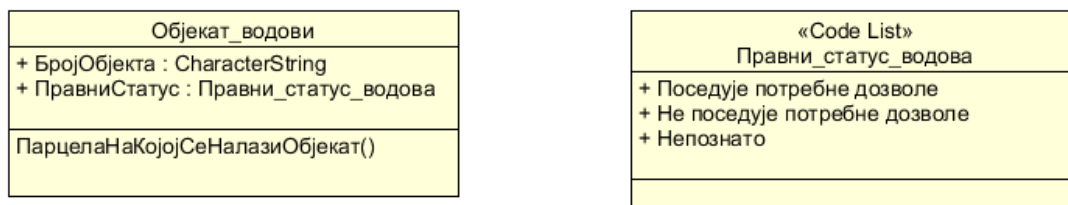
Поред самих линија вода, део катастра водова представљају и пратећи објекти уз водове, окна и стубови. Да би се омогућила регистрација ових ентитета формиране су две додатне класе „Објекат водови” и „Тачкасти елементи вода”.

5.3.3.6 Класа „Објекат водови”

Класа „Објекат водови” садржи пратеће објекте као што су: бунари, чесме, кабловске кућице, итд. Објекти који се уписују у ову класу зависе пре свега од врсте вода за који се вежу. Због тога се нумерација објеката врши у оквиру једне врсте вода. Такође, један вод може имати више објеката, али објекти могу бити

независни од одређеног ентитета из класе „Вод” (нпр. бунар). Класа „Објекат_водови ” је такође поткласа класе „Непокретност“.

Приликом имплементације и даљег развоја потребно је развити специјализоване класе за све врсте водова у оквиру којих ће се, у зависности од врсте вода, дефинисати додатни атрибути за објекте у водовима.



Слика 5.39 : Класа „Објекат_водови”

Као и остале непокретности, помоћни објекти код водова могу имати различите правне статусе. Правни статус објекта се дефинише преко атрибута *ПравниСтатус*. Могуће вредности које овај атрибут садржи дефинисане су у шифарнику „Правни_статус_водова”.

5.3.3.7 Класа „Тачкасти елемент вода”

Класа „Тачкасти_елемент_вода” садржи елементе вода који се могу представити преко локације или симбола, а то су пре свега окна и стубови. Ова класа представља поткласу класе „Објекат_водови”. Као и остали објекти у водовима, тачкасти елементи вода се уписују и вежу за врсту вода. Због тога се и нумерација ових елемената врши од 1 до n у оквиру једне врсте вода.

Као и за класу „Објекат_водови“, приликом имплементације и даљег развоја потребно је развити специјализоване класе за све врсте водова у оквиру којих ће се, у зависности од врсте вода, дефинисати додатни атрибути за тачкасте елементе вода.

Тачкасти_елемент_вода
+ КотаВода : Number
+ КотаДна : Number
+ КотаВрха : Number

Слика 5.40 : Класа „Тачкасти_елемент_вода”

За сваки ентитет у класи „Тачкасти_елемент_вода” у оквиру атрибута *КотаВода* уписује се и кота вода који пролази кроз окно или се налази на стубу. Атрибут *КотаДна* одређује најнижу коту у окну или стубу и обавезан је атрибут уколико се геометрија окна приказује у 2Д простора. Такође, неопходно је снимити и регистровати коту врха стуба или окна. Овај податак се уписује у атрибут *КотаВрха*. Ови подаци се могу користити за кориговање дигиталног модела терена који има мању тачност.

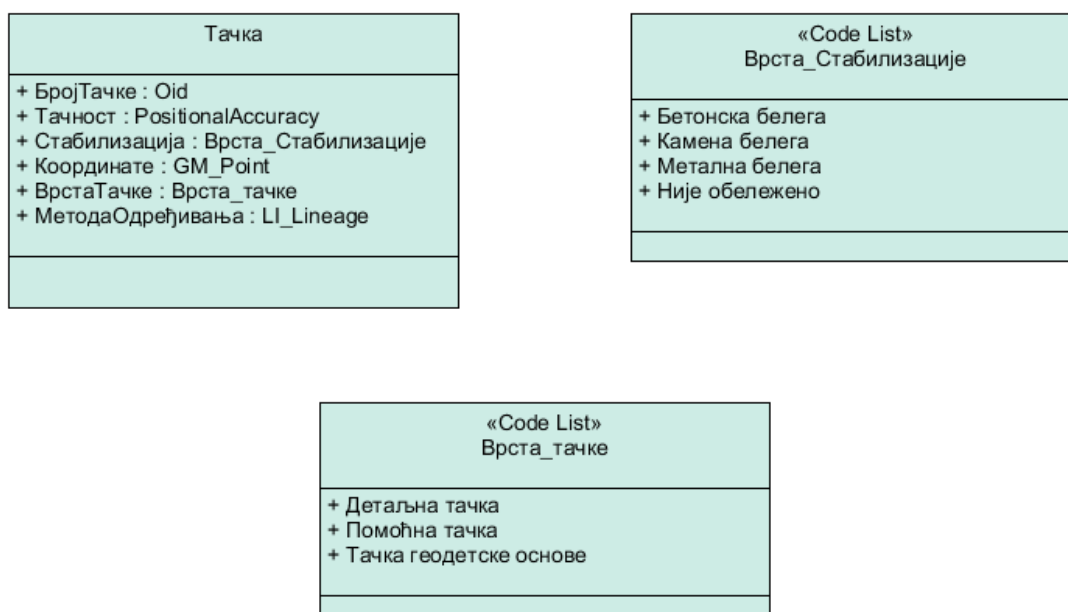
5.3.4 Група класа „Геометрија”

Група класа „Геометрија” је настала по узору на класу „Surveying and Representation” из LADM стандарда. Превасходно служи за дефинисање саставних делова геометрије и извора података тј. начина премера. Сви ентитети из групе класа за непокретности имају дефинисану геометрију. У оквиру групе класа „Геометрија” за све геометрије се дефинише начин прикупљања података, тачност и остали подаци који су од значаја за додатно разумевање геометрије. Поред ових података, чувају се и саставни делови геометрије као што су: преломне тачке, тј. тачке на основу којих је конструисана геометрија непокретности, линијски сегменти или 3Д површи које формирају 3Д геометрију.

Детаљне везе између класа у групи „Геометрија“ и везе ових класа са класом „Непокретност“ се могу пронаћи у оквиру прилога (ПРИЛОГ 3: Група класа које дефинишу геометрију и премер непокретности).

5.3.4.1 Класа „Тачка”

Класа „Тачка” садржи тачке које су одређене или премерене приликом дефинисаног премера у класи „Премер_непокретности”. Тачке се такође нумеришу од 1 до n у оквиру територијалне јединице за коју се формира катастар непокретности. Додатно одређивање тачке се дефинише преко атрибута *ВрстаТачке*, док су могуће вредности (детаљна тачка, помоћна тачка, тачка геодетске основе, итд...) дефинисане у класи „Врста_тачке”. За тачку је такође могуће чувати њену процењену тачност у оквиру атрибута *Тачност*.



Слика 5.41 : Класа „Тачка“

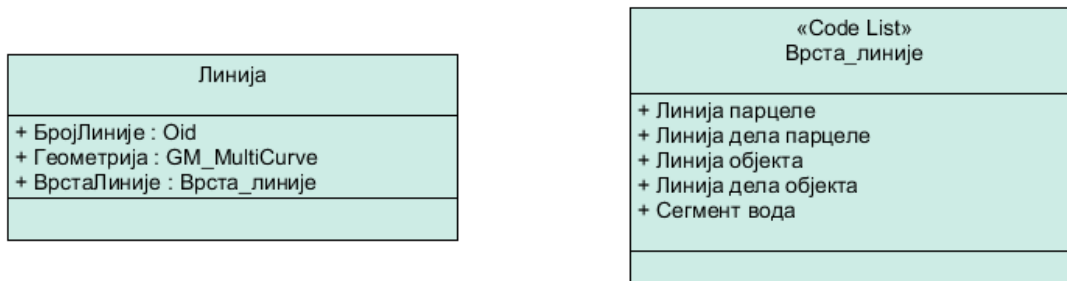
У класи се одређује локација, тј. координате тачке. Такође одређује се врста стабилизације. Класа „Тачка” је повезана са класом „Премер_непокретности” како би се одредио извор просторних података.

5.3.4.2 Класа „Линија”

Класа „Линија” садржи граничне линије парцела, објеката, њихових делова и линијске сегменте вода. Повезана је са класом „Премер_непокретности” како би

се одредио извор просторних података. Два или више ентитета из класе „Тачка“ формира ентитет из класе „Линија“.

Нумерација линија се врши од 1 до n у оквиру територијалне јединице за коју се формира катастар непокретности. У класи „Линија“ се чува и геометрија линијских ентитета.

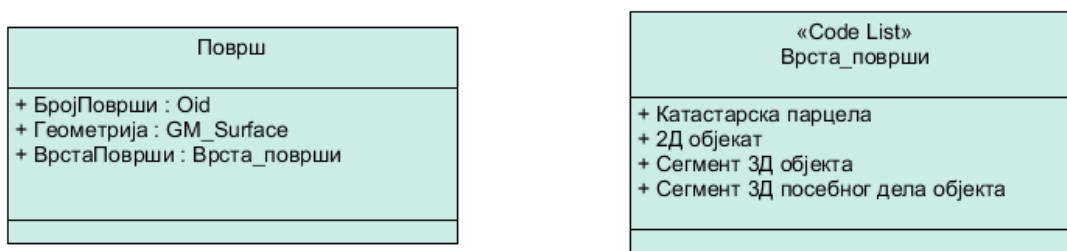


Слика 5.42 : Класа „Линија“

Тип линије се дефинише атрибутом *ВрстаЛиније*, неке од могућих вредности су приказане у шифарнику „Врста_линије“.

5.3.4.3 Класа „Површ“

Класа „Површ“ дефинише површи које могу представљати полигоне парцела, објеката али могу представљати и сегменте 3Д објеката, тј. површи који креирају затворено тело 3Д објекта. Повезана је са класом „Пример_непокретности“ како би се одредио извор просторних података. Веза са класом „Тачка“ је дефинисана на такав начин да три или више тачака формира ентитет из класе „Површ“.



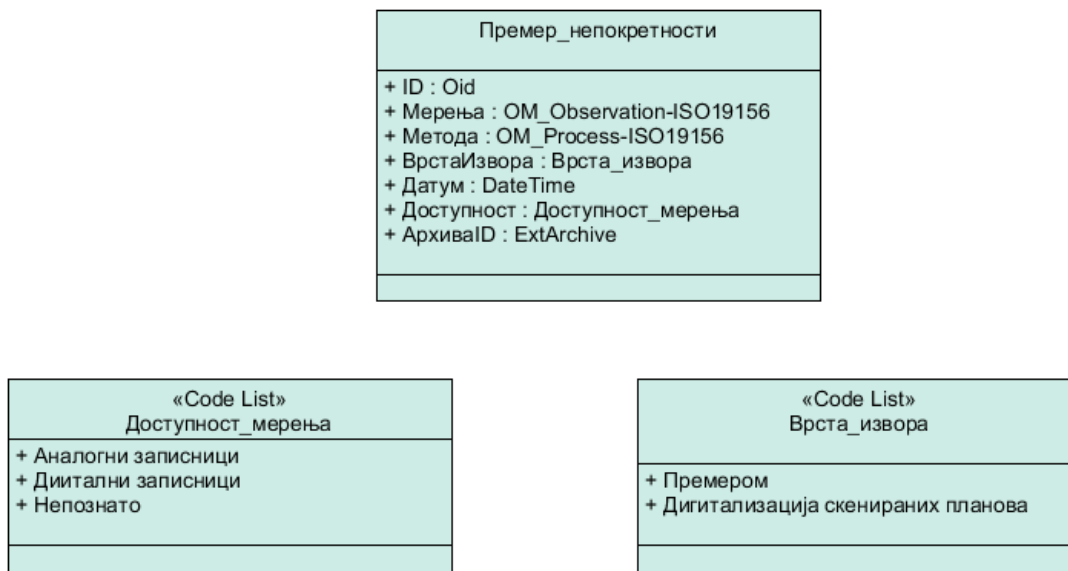
Слика 5.43 : Класа „Површ“

Нумерација површи се такође врши од 1 до n у оквиру територијалне јединице за коју се формира катастар непокретности.

У класи „Површ“ се дефинише тип површи (шифарник „Врста_површи“) и геометрија ентитета.

5.3.4.4 Класа „Пример непокретности“

Класа „Пример_непокретности“ је дефинисана на основу LADM класе LA_SpatialSource. Ова класа има везу са класом „Непокретност“ и осталим класама из групе класа „Геометрија“. Мерења дефинисана у овој класи морају бити повезана бар са једном тачком, док могу бити повезана и са ентитетима из класа „Линија“ и „Површ“.



Слика 5.44 : Класа „Пример_непокретности“

У класи „Пример_непокретности“ се мерења и метода дефинишу преко ISO стандарда 19156. Атрибут *ВрстаИзвора* дефинише да ли је у питању нека од класичних метода мерења или је извор дигитализација.

Поред ових атрибута, одређује се и датум премера, као и доступност мерења (шифарник „Доступност_мерења“). *АрхиваID* одређује везу са спољашњом архивом у којој се налазе мерења.

5.3.5 Класа „Листа непокретности”

Класа „Листа непокретности” представља основну класу са становишта одржавања катастра непокретности. Преко листа непокретности се остварује веза између непокретности, са једне стране, и права и ималаца права, са друге стране. У оквиру једног листа непокретности може бити регистровано неколико непокретности и на њима може имати права више лице.

С обзиром на то да лист непокретности представља везу између непокретности са једне стране и стварних права и имаоца права са друге стране класа „Листа непокретности” је поприлично једноставна.

Лист_непокретности
+ БројЛН : Oid

Слика 5.45 : Класа „Лист непокретности”

Нумерација листова непокретности се врши од 1 до n у оквиру територијалне јединице за коју се успоставља катастар непокретности. Број листа непокретности се води као атрибут *БројЛН*.

5.4 Закључак

Предложени модел података 3Д катастра непокретности за Републику Србију је заснован на разматрању досадашњих истраживања о развоју концептуалних модела 3Д катастра непокретности. Сагледавајући потребе катастра непокретности у Републици Србији одлучено је да се развој модела података 3Д катастра непокретности базира на хибридном моделу, тј. на мешавини 2Д катастра непокретности са 3Д приступом.

Развијен је концептуални модел базиран на хибридном приступу и касније је на основу овог модела развијена и структура класа. Такође, приликом развоја модела података 3Д катастра непокретности одлучено је да се изврши интеграција катастра непокретности и катастра водова. Другим речима, изабрана је могућност

регистрације водова и стварних права на њима у оквиру 3Д катастра непокретности.

Резултати тј. модел података се може пронаћи у поглављима у зависности од класе, али се у прилозима на крају овог документа могу пронаћи обједињени прикази делова (одређени делови модела који припадају једној логичкој целини), али и комплетан модел 3Д катастра непокретности за Републику Србију.

6 ВЕРИФИКАЦИЈА ДЕФИНИСАНОГ МОДЕЛА ПОДАТАКА

Претходна поглавља (поглавље 4 и поглавље 5) садрже концепт 3Д катастра непокретности и развој модела података који омогућава имплементацију дефинисаних захтева и превазилажење потешкоћа приликом регистрације и приказивања комплексних 3Д ситуација које има традиционални 2Д катастар непокретности. У оквиру овога поглавља извршена је верификација предложеног модела података, тј. упоређивање изнетих захтева са предложеним моделом података.

Под верификацијом предложеног модела података сматра се преглед испуњености захтева дефинисаних у оквиру концепта развоја 3Д катастра непокретности (поглавље 4). Прегледом испуњености захтева указано је на делове модела података који испуњавају одређене захтеве. Такође за потребе верификације предложеног модела извршена је имплементација модела података у MongoDB бази података која је тестирана са четири тест примера у оквиру којих су објекти, посебни делови објекта, подземно склониште и гасоводна мрежа уписани у базу са 3Д геометријом.

Упоређивање функционалности са предложеним моделом података се врши по истој подели која је коришћења за дефинисање захтева:

- Основни захтеви (поглавље 6.1),
- Земљиште (поглавље 6.2),
- Објекти и посебни делови објеката (поглавље 6.3),
- Подземни објекти (поглавље 6.4),
- Тунели (поглавље 6.5),
- Други грађевински објекти (поглавље 6.6), и
- Водови (поглавље 6.7).

У оквиру поглавља 6.8 су кроз експеримент тестиране функционалности везане за 3Д катастарске податке.

6.1 Основни захтеви

У основним захтевима (поглавље 4.1) дефинисано је да будући катастар непокретности мора да омогући регистрацију и приказивање права преко 3Д ентитета. Сагледавајући предложени модел 3Д катастра непокретности, који је базиран на концепту LADM стандарда, може се закључити да је овај захтев испуњен и предложени модел података омогућава превазилажење осталих недостатака катастра непокретности (одвојеност просторних и текстуалних података, редундантност података, итд.), и као такав представља квалитетну просторну основу за националну инфраструктуру геопросторних података.

Такође, као основни захтев, наглашена је важност да будући 3Д катастарски систем буде једноставан што је више могуће како би се на што лакши начин обезбедила ажурност катастра непокретности. С обзиром на то да је предложени модел податка у великој мери базиран на међународном LADM стандарду који је усвојен од Међународне организације за стандардизацију (ISO), може се очекивати да ће се његовом имплементацијом постићи једноставност система и омогућити лако ажурирање података.

Поред једноставности, наглашен је аспект ниске цене имплементације предложеног модела података 3Д катастра непокретности. Управо је ово био један од главних разлога зашто је у предложеном моделу података инсистирано на хибридном приступу, тј. на коришћењу 2Д и 3Д катастарских података. То значи да ће се 3Д компоненте катастра непокретности користити само у оним подручјима где се регистрацијом 2Д геометрије не може недвосмислено регистровати и приказати одређена правна ситуација. То значи да ће се у великом броју случајева, пре свега у руралним деловима, користити постојећи катастарски подаци и оставља се могућност регистрације објеката и посебних делова објекта уз помоћ 2Д геометрије.

Такође дефинисани су додатни захтеви катастра непокретности које ће унапредити катастар непокретности у целости, а не само са аспекта 3Д катастра.

Први такав захтев јесте интеграција просторних и текстуалних (алфа-нумеричких) података како би се лакше обезбедила конзистентност податка, како просторних тако и алфа-нумеричких. Предложени модел испуњава овај услов и представља јединствени модел који садржи просторне и текстуалне податке. Имплементирањем предложеног модела могу се заједно складиштити просторни и текстуални подаци у оквиру неког од просторних DBMS-ова.

Сагледавајући предложени модел, посебно класу „Пример_непокретности“ (поглавље 5.3.4.4), може се закључити да је, поред стандардних и модерних инструмената за прикупљање података (тотална станица, GNSS, LiDAR, скенери, итд.), могуће прикупљање података и из других извора као што је техничка документација. Ово је такође био један од дефинисаних захтева како би се обезбедила економичност успостављања 3Д катастра непокретности.

Када је у питању примена 3Д катастра непокретности у другим областима, укључујући ту и процену вредности непокретности, приликом дефинисања концептуалног модела података наглашена је неопходност интеграције 3Д катастра непокретности са адресним регистром и са масовном проценом (види поглавље 5.2.6). Ова веза није даље разрађивана у оквиру овог рада. Такође, предложени 3Д катастар непокретности ће представљати просторну основу националне инфраструктуре геопросторних података тако да ће се отворити могућност коришћења и у другим областима.

Под осталим захтевима сматра се пре свега потреба да будући 3Д катастарски систем буде у складу са LADM стандардом тј. да се заснива на апстрактном, концептуалном моделу који овај стандард прописује и на његовим основним класама. Предложени модел података је базиран на концепту LADM стандарда што омогућава једноставност система и његов једноставан даљи развој у будућности.

6.2 Земљиште

У оквиру поглавља 4.2 дефинисани су захтеви када је у питању регистрација земљишта. Предложен је наставак коришћења 2Д катастарских парцела што је и имплементирано у предложеном моделу података.

Поред овог захтева, дефинисана је и неопходност регистрације висина у граничним тачкама парцела. Ова функционалност је имплементирана у оквиру класе „Тачка“ (поглавље 5.3.4.1) и атрибута *Координате* за који је дефинисан тип података *GM_Point (ISO 19107)* који омогућава чување три координате за све граничне тачке које формирају парцелу. Класа „Тачка“ може садржати и додатне висинске тачке које би представљале структурне линије терена и омогућиле његово верно представљање терена. На основу тих података и њиховим процесирањем може се пружити основни контекст о простору и дефинисати шта је изнад а шта испод површине земље.

У захтевима за земљиште предложено је и увођење могућности за дефинисање просторног обухвата права власника изнад и испод површине земље. Ова могућност је имплементирана у оквиру класе „Парцела“ где су дефинисани атрибути *Дубина* и *Висина*. Преко ових атрибута се може одредити колико се простире неко право изнад и испод површи терена.

6.3 Објекти и посебни делови објекта

Предложени хибридни модел омогућава регистрацију објеката уз помоћ 2Д или 3Д геометрије. У поглављу 4.3 дефинисано је да би увођење висине за 2Д објекте био једноставан корак ка 3Д катастру непокретности. Поред висине, предложена је и регистрација најниже тачке у згради. За потребе имплементације ових функционалности у оквиру класе „Објекат“ (поглавље 5.3.3.3) дефинисани су атрибути *Дубина* и *Висина*. Ови атрибути садрже податак колико се објекат простире испод површи терена и колико је висок изнад површи терена. Атрибути се могу модификовати да садрже надморске висине највише и најниже тачке објекта.

Када су у питању објекти који учествују у формирању комплексних 3Д ситуација, предложен је концепт 3Д објекта. Класа „Објекат“ подржава регистрацију 3Д објеката, док се 3Д геометрија дефинише преко скупа површи (класа „Површ“ - поглавље 5.3.4.3) који формирају затворено тело. 3Д геометрија која се уписује у 3Д катастар непокретности одговара простору који дефинише простирање одређеног права, пре него физичким габаритима објекта.

Код посебних делова објекта први захтев је био промена досадашње праксе да се заједничке просторије (степениште, холови, итд.) не региструју, тј. не уписују у катастар непокретности. Управо због тога предвиђено је да класа „Посебан_део_објекта“ (поглавље 5.3.3.4) региструје све посебне делове објекта укључујући заједничке просторије.

Уведена је регистрација геометрије посебних делова објекта. У складу са хибридном моделом омогућена је регистрација 2Д и 3Д геометрије ентитета из класе „Посебан_део_објекта“. Посебни делови објекти који су представљени уз помоћ 2Д геометрије на нивоу етаже имају обавезан атрибут *ВисинаСпрата* која одређује на којој висини се налази спрат на коме је посебан део објекта.

У случају када је објекат представљен преко 3Д геометрије а посебни делови не могу бити недвосмислено приказани на нивоу етажа, омогућено је коришћење 3Д геометрије. 3Д геометрија је представљена преко скупа повезаних 3Д површи (класа „Површ“ - поглавље 5.3.4.3) који формирају затворено тело.

Начин одређивања границе посебних делова објекта (поглавље 5.2.3.3) је дефинисан на начин да одређује правни посед (нпр. прати средину зида између два суседна посебна дела објекта). Вредност површине у атрибуту „Површина“ (класа „Непокретност“ - поглавље 5.3.3) представља корисну тј. нето површину посебног дела објекта. Ова површина се користи приликом закључивања уговора о непокретности и одређивања пореске основице.

6.4 Подземни објекти

Подземни објекти које представљају самосталне објекте се региструју као објекти у класи „Објекат“ уз помоћ 3Д геометрије (скуп ентитета из класе „Површ“). За све парцеле које се налазе изнад подземног објекта региструје се информација да објекат заузима део простора испод парцеле. Ова информација се региструје у оквиру класе „Терет“ као забележба. За те потребе предвиђена је функција *ПарцелеИзнад-ИсподОбјекта()* (у оквиру класе „Објекат“) која ће на основу геометрије објекта и геометрије парцела одредити које парцеле се налазе изнад подземног објекта.

Уколико се подземни објекат налази испод целе површине парцеле онда се може унети и вредност атрибута *Дубина* (класа „Парцела“) и на тај начин јасно дефинисати до које дубине је слободан простор који дефинише парцела.

За објекте који имају више улаза на површини терена, региструју се сви улази. У зависности од врсте улаза, улази се могу регистровати као посебни објекти у односу на подземну конструкцију или као део њене 3Д геометрије. За улазе на површи терена се обавезно креирају посебни делови парцеле. То значи да, ако се улази налазе на различитим парцелама, тада ће и подземни објекат бити везан за те парцеле (не као у садашњој пракси да се подземни објекат веже за парцелу на коју се налази један од улаза). Ова веза је дефинисана преко везе између класе „Објекат“ и класе „Део_парцеле“.

Посебни делови подземних објеката се региструју на истим принципима као и посебни делови других објеката, тј. у оквиру класе „Посебан_део_објекта“ (поглавље 5.3.3.4).

6.5 Тунели

Тунели се углавном налазе испод неколико катастарски парцела, а улази им се такође налазе на различитим парцелама. Управо због овога, као и у случају других подземних објеката који се налазе испод више парцела, региструје се информација

да тунел заузима део простора испод ових парцела. Ова информација се региструје у оквиру класе „Терет“ као забележба. Функција *ПарцелеИзнад-ИсподОбјекта()* (у оквиру класе „Објекат“) је предвиђена да на основу геометрије тунела и геометрије парцела одреди које се парцеле налазе изнад тунела.

Тунели имају везу са парцелама на којима се налазе улази. Ова веза је заснована на основу везе између класе „Објекат“ и класе „Део_парцеле“. То значи да се за сваки улаз у тунел формира део парцеле (ентитет у класи „Део_парцеле). За разлику од других подземних објеката, улази у тунел увек представљају интегрални део геометрије тунела.

Тунели се региструју у оквиру класе „Објекат“ и уз помоћ 3Д геометрије тј. скупа ентитета из класе „Површ“. Тунели обично немају посебне делове објекта, што се задовољава везом између класа „Објекат“ и „Посебан_део_објекта“ која не захтева да објекат има посебне делове.

6.6 Други грађевински објекти

Управо због могућих варијација у облику објекта у овој категорији, један од захтева је био и да се одреди минимални скуп података који дефинишу ове посебне грађевинске објекте. Овај скуп минималних података је одређен приликом дефинисања концептуалног модела (поглавље 5.2.3.5).

3Д геометрија се дефинише преко скупа површи, тј. скупа ентитета из класе „Површ“. За све парцеле које се налазе испод објекта се региструје да објекат заузима део њиховог правног простора. Ова информација се региструје у оквиру класе „Терет“ као забележба. Функција *ПарцелеИзнад-ИсподОбјекта()* (у оквиру класе „Објекат“) је предвиђена да на основу геометрије објекта и геометрије парцела одреди које парцеле се налазе испод подземног објекта.

Када се објекат налази изнад целе површине парцеле онда се може унети и вредност атрибута *Висина* (класа „Парцела“) и на тај начин јасно дефинисати до које висине је слободан простор који дефинише парцела.

Уколико се темељи објекта налазе на више парцела (нпр. носећи стубови моста), тада се формирају делови парцела који се налазе испод темеља. На тај начин се обезбеђује веза објекта са свим парцелама на којима се налазе његови темељи. Ова веза је дефинисана преко везе између класе „Објекат“ и „Део_парцеле“.

6.7 Водови

Приликом анализе захтева за успостављање 3Д катастра непокретности дефинисан је захтев интегрисања катастра водова и катастра непокретности. Овај захтев је такође испуњен у предложеном моделу. Главне класе у моделу које садрже податке о водовима су „Вод“, „Објекат_водови“, и „Тачкасти_елемент_вода“.

У дефинисаном моделу података, водови и одређени елементи водова се могу регистровати са подацима различитих димензија. Тачкасти ентитети (0Д) се користе за регистрацију елемената вода који се углавном представљају употребом симбола (окна, уређаји, бунари, итд.). Линијски ентитети (1Д) се користе за регистрацију водова који се недвосмислено могу представити уз помоћ линије и атрибута ширине. Сви комплексни елементи вода који се не могу представити уз помоћ линије или полигона се могу представити преко 3Д геометрије, тј. скупа ентитета из класе „Површ“.

Предложени модел података садржи само основне податке о водовима, неопходне за просторну основну и за регистрацију права над водима. Предложене класе дефинишу атрибуте који одређују скуп података који се прикупља за водове. Шири скупови података за водове могу бити предмет регистрације других установа или организација и као такви такође могу бити саставни део националне инфраструктуре геопросторних података.

6.8 Експеримент

У оквиру експеримента тестирани су 3Д елементи предложеног модела података. Другим речима, у оквиру базе података имплементиран је предложени модел података и тестирани су елементи модела који се односе на 3Д објекте. Поред тестирања 3Д објеката извршена је интеграција са постојећим 2Д катастарским подацима.

Такође, на основу висинских тачака регистрованих у класи „Тачка“ формиран је дигитални модел терена (TIN формат) за потребе визуелизације.

Коришћени су пре свега подаци из садашњег катастра непокретности и подаци из техничке документације коју пружају геодетске организације (технички опис изведеног стања објекта, етажни елаборат, мануал, катастарско топографски план, план водова, итд.). На основу ових података извршена је реконструкција 3Д геометрије објеката у оквиру експеримента. У оквиру сваког тест случаја јасно је дефинисан и описан извор података који је коришћен.

Експеримент је извршен на следећа четири тест примера:

- **Тест пример 1** - породична кућа у београдском насељу Јајинци, Вождовац,
- **Тест пример 2** - стамбено-пословна зграду (са 96 посебних делова објекта) у улици Димитрија Туцовића, у Београду,
- **Тест пример 3** - подземно склониште у улици Светог Серафима Саровског, у Батајници,
- **Тест пример 4** - гасоводна мрежа на подручју Слободне зоне, у улици Вилине воде, Београд.

У поглављу 6.8.1 приказана је методологија, коришћени DBMS, начин складиштења података и визуелизације.

6.8.1 Приступ за тестирање модела - методологија

За потребе имплементације и тестирања предложеног модела података 3Д катастра непокретности коришћена је MongoDB база података. MongoDB спада у групу NoSQL база које одликује флексибилност, што омогућава складиштење различитих типова података и омогућава систему да се лако мења и еволуира.

NoSQL базе се могу користити за лако складиштење 3Д катастарских података развијених у неким од XML шема, као што је CityGML захваљујући његовој могућности да складишти структуриране, полуструктуриране и неструктуриране податке (Višnjevac et al, 2017).

MongoDB складишти JSON (JavaScript Object Notation) документа, и управо због тога је неопходно конвертовати предложени модел података у физички модел заснован на JSON документима.

У наставку је приказан пример садржаја JSON документа за једну катастарску парцелу:

```
{
  "_id": "5b8ab7ad7ba2b8e0ec2c24d6",
  "Parcela": {
    "BrojParcele": 619,
    "PodBrojParcele": 3,
    "NamenaZemljista": 1,
    "Dubina": "",
    "Visina": "",
    "Povrsina": 5254,
    "DimenzijeNepokretnosti": 3,
    "Adresa": 169111,
    "Opis": "",
    "Zapremina": "",
    "OdnosSaTerenom": 3,
    "PremerNepokretnostiID": 385,
    "BrojLN": 922,
    "Geometrija": "5b8a91b71a584a0f8d917f0d"
  }
}
```

Следећи корак јесте читавање припремљених података (JSON докумената) у MongoDB базу података. Учитани подаци се чувају у бази под именом „3DKatastar“ и у колекцијама које одговарају класама дефинисаног модела. Колекције у MongoDB представљају скупове JSON докумената груписане заједно. Колекција се може посматрати као аналогија табели у релационој бази података. У наставку следи пример синтаксе за читавање JSON документа за једну катастарску парцелу:

```
mongoimport --db 3DKatastar --collection Parcela --type json --file
D:\3DKatastar\Parcele\1476.json
```

Сама база података и колекција могу да буду креирани коришћењем исте функције, дакле није потребна претходна спецификација. Такође, могуће је учитати више JSON докумената у једном кораку:

```
FOR %i IN (D:\3DKatastar\Parcele\*.json ) DO mongoimport --db
3DKatastar --collection Parcela -- type json --file %i
```

Користећи ову једноставну синтаксу, велика количина података се може једноставно учитати и складиштити у оквиру MongoDB базе података. Подаци смештени у MongoDB бази података се могу процесирати, управљати и вршити упити над њима. Слично као код релационих база података (RDBMS) подаци у MongoDB бази података се могу филтрирати на основу задатих услова, и изабрати жељене атрибуте. Следи пример упита за добијање свих података једне парцеле:

```
use 3DKatastar
db.Parcela.find({"Parcela.BrojParcele": 1476,
"Parcela.PodBrojParcele":2})
```

Добијање само одређених атрибута парцеле се може извршити на следећи начин:

```
use 3DKatastar
db.Parcela.find({"Parcela.BrojParcele": 1476,
"Parcela.PodBrojParcele":2}, {_id:0, "Parcela.BrojLN":1})
```

Задати упит враћа следећи JSON документ који садржи жељене податке:

```
{
  "Parcela":{
```

```
    "BrojLN":109
  }
}
```

Упит се може модификовати да враћа само вредност одређених атрибута (без структуре JSON документа). Следећи пример упита враћа број парцеле и број листа непокретности коме припада:

```
use 3DKatastar
var myQuery = db.Parcela.find({"Parcela.BrojParcele": 1476,
"Parcela.PodBrojParcele":2})

myQuery.forEach(function(myDoc) { print( "Parcela broj " +
myDoc.Parcela.BrojParcele + "/" + myDoc.Parcela.PodBrojParcele + " se
nalazi u listu nepokretnosti broj " + myDoc.Parcela.BrojLN + ".");})
```

Упит враћа следеће резултате:

```
Parcela broj 1476/2 se nalazi u listu nepokretnosti broj 109.
```

Са становишта катастра непокретности промена података је веома важна. Подаци који се чувају у MongoDB бази података се могу променити коришћењем функције *db.collection.update()*. У наставку је пример упита који врши промену припадности парцеле листу непокретности број 244:

```
use 3DKatastar
db.Parcela.update({"Parcela.BrojParcele": 1476,
"Parcela.PodBrojParcele":2},
{$set: {"Parcela.BrojLN":244}})
```

С обзиром на то да MongoDB база података складишти JSON документа, она се веома једноставно може повезати са JavaScript библиотекарма за 3Д визуализацију, или чак и за 3Д операције. У оквиру овог експеримента, подаци 3Д катастра непокретности су приказани у оквиру интернет претраживача коришћењем Cesium JavaScript библиотеке. MongoDB база података омогућује REST (Representational State Transfer) API, и заједно са JSONP методом омогућује враћање JSON података из базе (са сервера) на основу упита корисника.

Примљени подаци са сервера се уз помоћ Cesium библиотеке визуализују као интерактивни 3Д објекти. Поред визуелизације просторних података, на овај начин је могуће, на интерактиван приступ, приступити и текстуалним подацима када корисник кликне на просторни ентитет. Такође је могуће селектовати и приказати просторни ентитет на основу његових атрибута (нпр. ID или име власника). Примери визуелизације 3Д објеката уз помоћ Cesium библиотеке дати су у тест примерима. Више о коришћењу MongoDB база података и Cesium библиотеке се може пронаћи у раду (Višnjevac et al, 2017).

Приликом креирања 3Д геометрија (скупа површи које формирају 3Д објекат) коришћене су специјално написане скрипте у R језику које на основу постојећих катастарских података формирају 3Д површи по структури дефинисаној предложеним моделом података.

6.8.2 Тест 1

Први тест пример се односи на породичну кућу у београдском насељу Јајинци, Општина Вождовац, и налази се на катастарској парцели бр. 619/4, и делом на парцели бр. 619/3, у оквиру катастарске општине Јајинци. Катастарска парцела 619/3 има површину од 5254 m² и правилног је облика. Катастарска парцела број 619/4 је такође правилног облика, и обухвата површину од 4169 m². Кућа има сутерен, приземље и један спрат (Су+П+1). Највиша тачка објекта је на апсолутној надморској висини 104,91 m (релативна висинска кота +8,10) док је приземље (релативна висинска кота ±0,00) на апсолутној надморској висини 96,81 m. Објекат се користи као целина без посебних делова.

Тест пример је базиран на подацима из садашњег катастра непокретности, мануала и техничког описа изведеног стања објекта. Слика 6.1 приказује фотографије објекта који је предмет првог тест примера.



Слика 6.1 : Фотографије породичне куће која је предмет првог тест примера



Слика 6.2 : Приказ тест примера 1 на ортофото подлози и катастарском плану (ГеоСрбија, 2018)

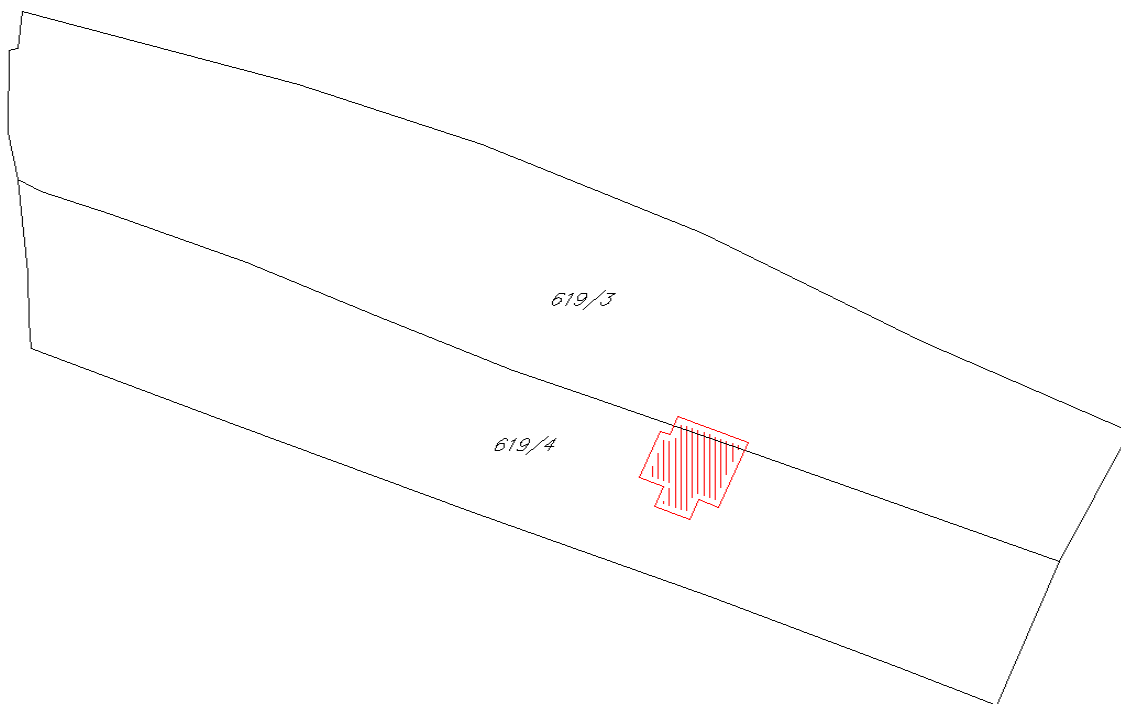
Слика 6.2 приказује тест пример на ортофото подлози и на дигиталном катастарском плану.

У оквиру овог тест примера нису узимани у обзир остали објекти који се налазе на катастарским парцелама 619/3 и 619/4.

6.8.2.1 Подаци

Као основа за креирање тест примера коришћени су постојећи катастарски подаци, катастарске парцеле и подаци из базе катастра непокретности (еКатастар, 2018).

Коришћене су две катастарске парцеле, 619/3 и 619/4, на којима се налази објект (Слика 6.3), док је основа објекта преузета са портала ГеоСрбија. Подручје у коме се налази објект је релативно равног терена тако да су одређене само висине у граничним тачкама парцеле. Висине у основи објекта су такође преузете из техничке документације. Закључено је да нема потребе за додатним висинским тачкама на подручју парцела.



Слика 6.3 : Катастарске парцеле и положај објекта - тест пример 1

Подаци о објекту и парцелама (начин коришћења, врста земљишта, имаоци права, итд.) су преузети из јавне базе катастра непокретности (еКатастар, 2018).

Општина: ВОЖДОВАЦ
 Катастарска општина: ЈАЗИНЦИ

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 619/4	1	172	СТОЈАНА ЉУБИЋА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 619/4	2	13	СТОЈАНА ЉУБИЋА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 619/4	3	174	СТОЈАНА ЉУБИЋА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 619/4	4	3.810	СТОЈАНА ЉУБИЋА	ЊИВА 2. КЛАСЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Σ: 4.169					

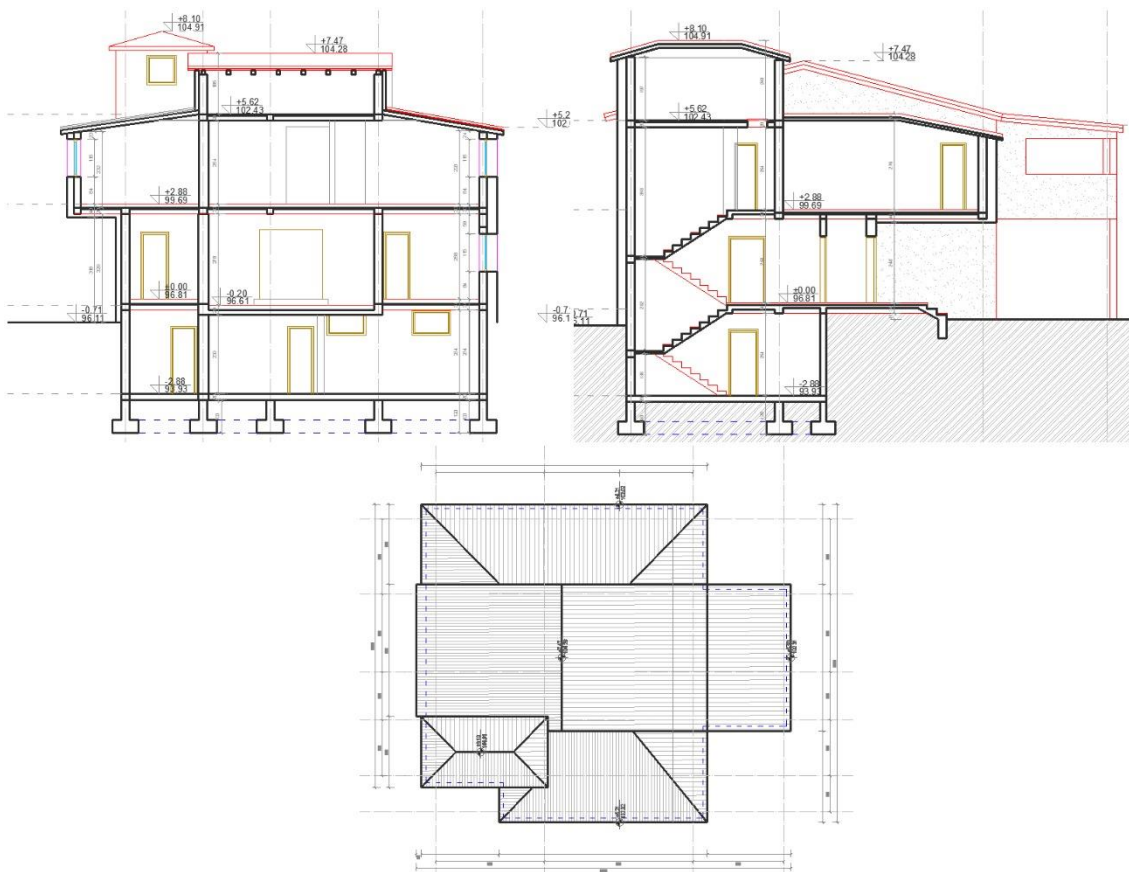
Подаци о зградама и другим грађевинским објектима (објекти на изабраном делу парцеле)

Улица	Кућни број	Кућни под. број	Површина m ²	Начин коришћења објекта	Статус објекта
СТОЈАНА ЉУБИЋА	17	Ц	172	ПОРОДИЧНА СТАМБЕНА ЗГРАДА-ДЕО	ОБЈЕКАТ ИЗГРАЂЕН БЕЗ ОДОБРЕЊА ЗА ГРАДЊУ

Нема података о посебним деловима изабраног објекта!

Слика 6.4 : Подаци из базе катастра непокретности - тест пример 1 (еКатастар, 2018)

Подаци потребни за креирање 3Д геометрије објекта су преузети из техничке документације описа изведеног стања објекта. Извештај о затеченом стању објекта је урадио предузеће за управљање непокретностима Урбим д.о.о.



Слика 6.5 : Подаци из техничке документације - тест пример 1

Техничка документација садржи основе (основ сутерена, основ приземља, основ спрата као и изглед крова) и два вертикална пресека. Слика 6.5 приказује

вертикалне пресеке и изглед крова који су коришћени за израду 3Д геометрије објекта.

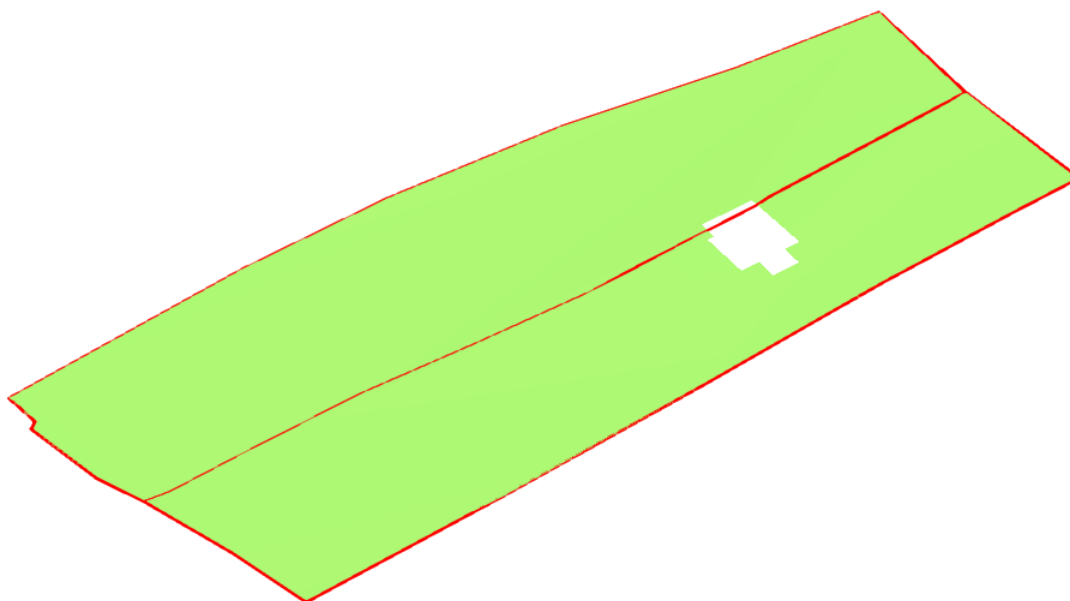
Прегледом доступних података може се закључити да су описани подаци довољни за регистрацију објекта уз помоћ 3Д геометрије и регистрацију парцела у оквиру предложеног модела података.

6.8.2.2 Упис у базу података

Први корак јесте упис у базу катастарских парцела. Као што је већ речено, свим преломним тачкама парцеле су додељене висине. Због конфигурације терена закључено је да нису неопходне додатне висинске тачке на подручју парцела.

Описани објекат се налази на две парцеле (Слика 6.3) и због тога је први корак да се за простор испод објекта креирају посебни делови парцела. На тај начин су за обе парцеле креиране по два посебна дела парцеле: посебан део парцеле за део под објектом и посебан део парцеле који представља остатак парцеле. Висине у основи објекта су преузете из техничке документације и оне представљају висине у тачкама границе између делова парцела.

Поред JSON докумената која представљају пратеће класе из предложеног модела података, за сваку парцелу су формирана и 3 JSON документа (види поглавље 6.8.1). Један JSON документ садржи податке о парцели у целости, док друга два JSON документа садрже податке о деловима парцела. Структура JSON докумената је одређена моделом података. Атрибути *Висина* и *Дубина* нису регистровани, јер није утврђена потреба за експлицитним дефинисањем дубине и висине простирања права које одређује парцела.



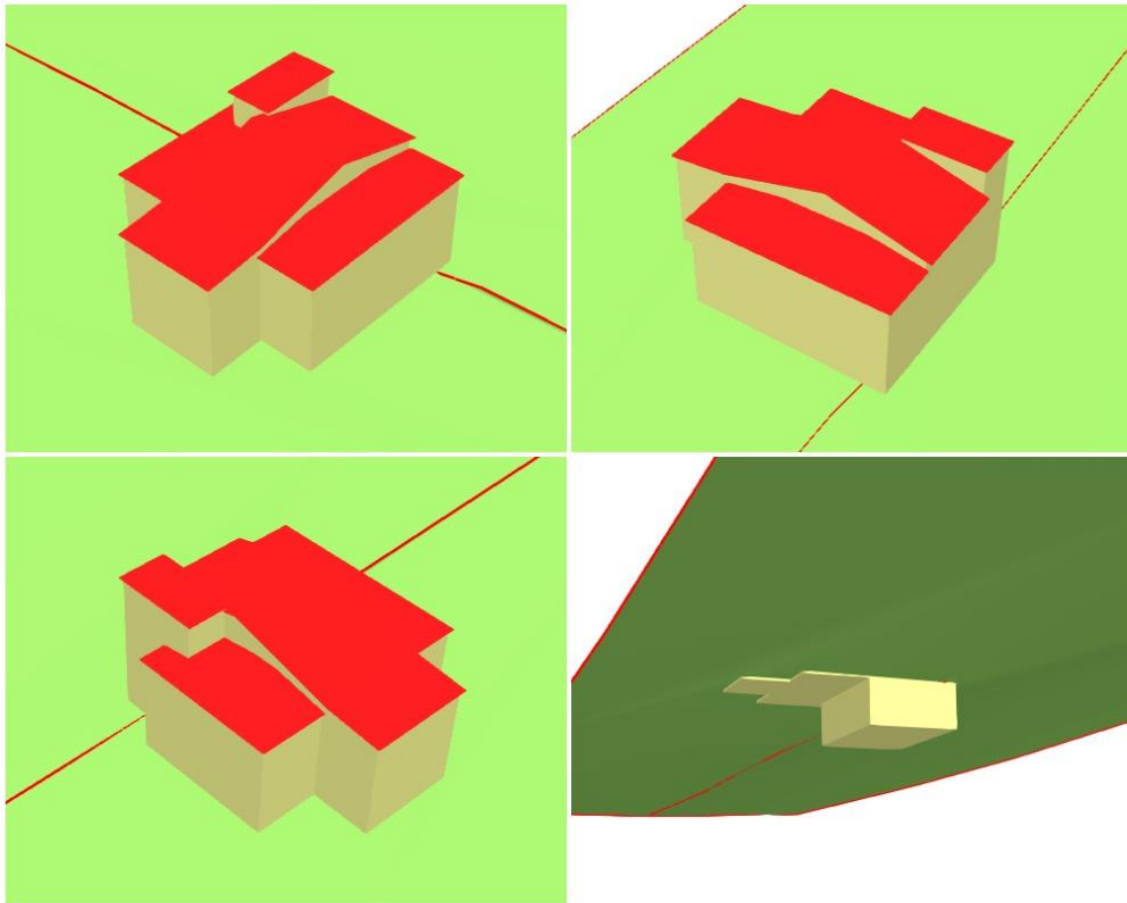
Слика 6.6 : Катастарске парцеле и делови катастарских парцела са висинама у преломним тачкама

Слика 6.6 приказује визуелизацију регистрованих катастарских парцела и делова катастарских парцела са додељеним висина у преломним тачкама. Може се уочити да је терен на коме се налази објекат релативно раван.

Описани објекат нема посебне делове тако да је регистрован као целина уз помоћ 3Д геометрије. Дакле, регистрован је један JSON документ на основу класе „Објекат“.

Приликом креирања 3Д геометрије коришћени су троуглови који формирају затворено тело објекта. У склопу 3Д геометрије објекта укупно је креирано 118 троуглова.

Слика 6.7 приказује 3Д геометрију објекта приказану уз помоћ Cesium библиотеке. Регистрована 3Д геометрија представља правни посед који је одређен спољашњим димензијама објекта. Као што се може видети и на основу вертикалних пресека (Слика 6.5), објекат заузима простор испод и изнад површи терена. То се исто и још јасније може уочити на основу 3Д геометрије објекта. На основу регистроване 3Д геометрије веома јасно се утврђује простор испод и изнад терена који заузима регистровани објекат.

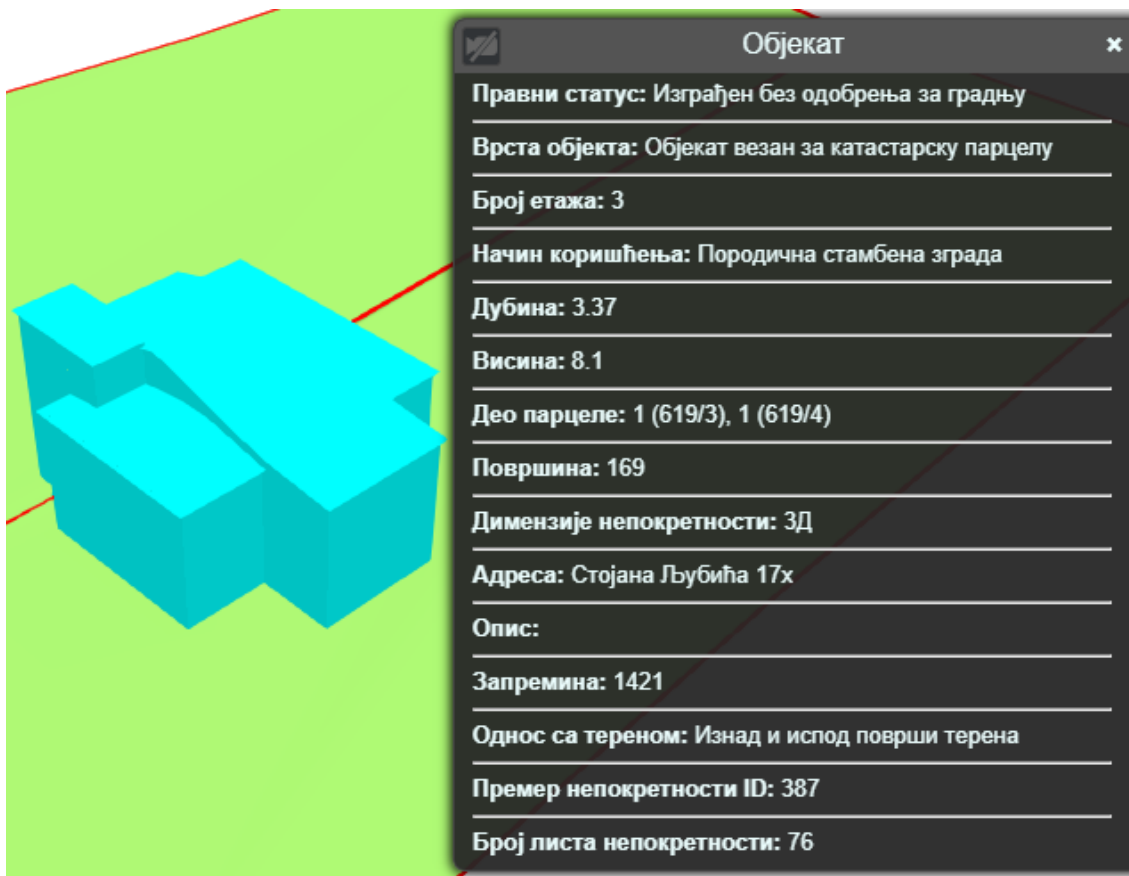


Слика 6.7 : Приказ 3Д објеката - тест пример 1

Поред регистроване 3Д геометрије објекта, могу се видети (Слика 6.7) и границе парцела у односу на објекат, тј. на слици се може видети граница између парцела 619/3 и 619/4 која прелази преко површине објекта.

Предложени модел података 3Д катастра непокретности поред геометрије као интегрални део садржи и описне податке о непокретностима. Заједно са просторним подацима, описни подаци су ускладиштени у MongoDB бази података. Cesium библиотека омогућава кориснику да приступи описним подацима на интерактиван начин, тј. кликом на геометрију непокретности.

Управо на тај начин је приступ текстуалним подацима имплементиран у оквиру тест примера.



Слика 6.8 : Приказ описних података објекта - тест пример 1

Слика 6.8 представља приказ описни података објекта. Описни подаци постају видљиви након клика на геометрију објекта. На исти начин се може остварити увид у описне податке везане за катастарске парцеле. У зависности од врсте непокретности приказују су описни подаци дефинисани моделом података за одређену врсту непокретности.

6.8.3 Тест 2

Други тест пример се односи на стамбено-пословну зграду у улици Димитрија Туцовића, у Београду. Зграда се налази на катастарским парцелама 2726/1, 2726/2 и 2729/1, и све ове парцеле се налазе на подручју катастарске општине Звездара. Катастарска парцела 2726/1 има површину од 677 m², правилног је облика и на њој се налази већи део стамбено-пословне зграде. Катастарска парцела 2726/2 има површину од 95 m², а катастарска парцела 2729/1 обухвата површину од 411 m².

Зграда је спратности 2По+П+6+Пс+Пк према улици Димитрија Туцовића и 4По+П+6+Пк према Игманској улици.

Највиша тачка објекта је на апсолутној надморској висини 147,60 m (релативна висинска кота +31,75) док је најнижа тачка објекта на апсолутној 108,10 m што одговара релативној висинској коти од -7,75 m. Зграда на свим нивоима (етажама) има посебне делове објекта. Тест пример је базиран је на подацима из садашњег катастра непокретности, мануала, етажног елабората и архитектонског пројекта. Слика 6.9 приказује фотографије зграде која је предмет овог тест примера.



Слика 6.9 : Фотографије зграде која је предмет другог тест примера

Слика 6.10 приказује тест пример на ортофото подлози и на дигиталном катастарском плану.

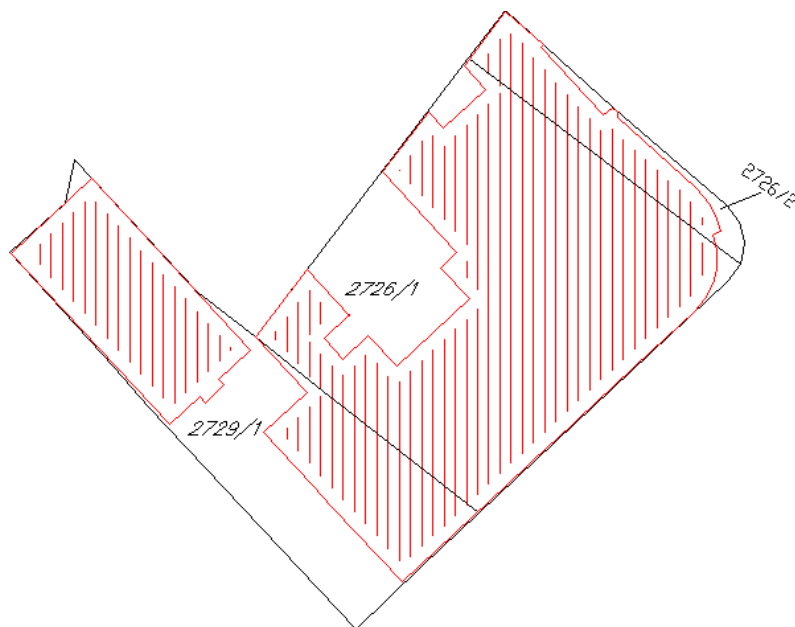


Слика 6.10 : Приказ тест примера 2 на ортофото подлози и катастарском плану (ГеоСрбија, 2018)

6.8.3.1 Подаци

Као основа за креирање тест примера коришћени су постојећи катастарски подаци тј. катастарске парцеле, подаци из етажног елабората зграде и архитектонског пројекта.

Кориштени су подаци о три катастарске парцеле (2726/1, 2726/2 и 2729/1), на којима се налази објекат (Слика 6.11). Основа зграде је преузета из техничке документације етажног елабората. Подручје на коме се налази зграда има одређени нагиб, али је прегледом локације утврђено да су висине у граничним тачкама парцела довољне за адекватан приказ терена (јер зграда заузима велики део површине парцеле). Висине у основи зграде су такође преузете из техничке документације.



Слика 6.11 : Катастарске парцеле - тест пример 2

Прегледом базе података катастра непокретности утврђено је да зграда која је предмет овог тест примера није још увек уписана у базу катастра непокретности. Другим речима, на парцелама 2726/1, 2726/2 и 2729/1 не постоје уписани објекти у катастарској бази података. С обзиром на то да је етажни елаборат урађен у децембру 2017. године, од стране предузећа за управљање непокретностима Урбим д.о.о., претпоставка је да је упис зграде у току. Текстуални подаци о парцелама (начин коришћења, врста земљишта, имаоци права, итд.) су преузети из јавне базе катастра непокретности (еКатастар, 2018).

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 2726/1	1	677	ЈОВАНА ЋИРИЛОВА	ЗЕМЉИШТЕ УЗ ЗГРАДУ И ДРУГИ ОБЈЕКАТ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Σ: 677					

Нема података о зградама и другим грађевинским објектима изабраног дела парцеле!

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 2726/2	1	95	ЈОВАНА ЋИРИЛОВА	ОСТАЛО ВЕШТАЧКИ СТВОРЕНО НЕПЛОДНО ЗЕМЉИШТЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Σ: 95					

Нема података о зградама и другим грађевинским објектима изабраног дела парцеле!

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 2729/1	1	411	ЈОВАНА ЋИРИЛОВА	ЗЕМЉИШТЕ УЗ ЗГРАДУ И ДРУГИ ОБЈЕКАТ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
Σ: 411					

Нема података о зградама и другим грађевинским објектима изабраног дела парцеле!

Слика 6.12 : Подаци из базе катастра непокретности - тест пример 2 (еКатастар, 2018)

Слика 6.12 приказује податке о катастарским парцелама које су уписане у базу катастра непокретности. Такође, на слици се може видети потврда да на катастарским парцелама 2726/1, 2726/2 и 2729/1 нема података о зградама и другим грађевинским објектима.

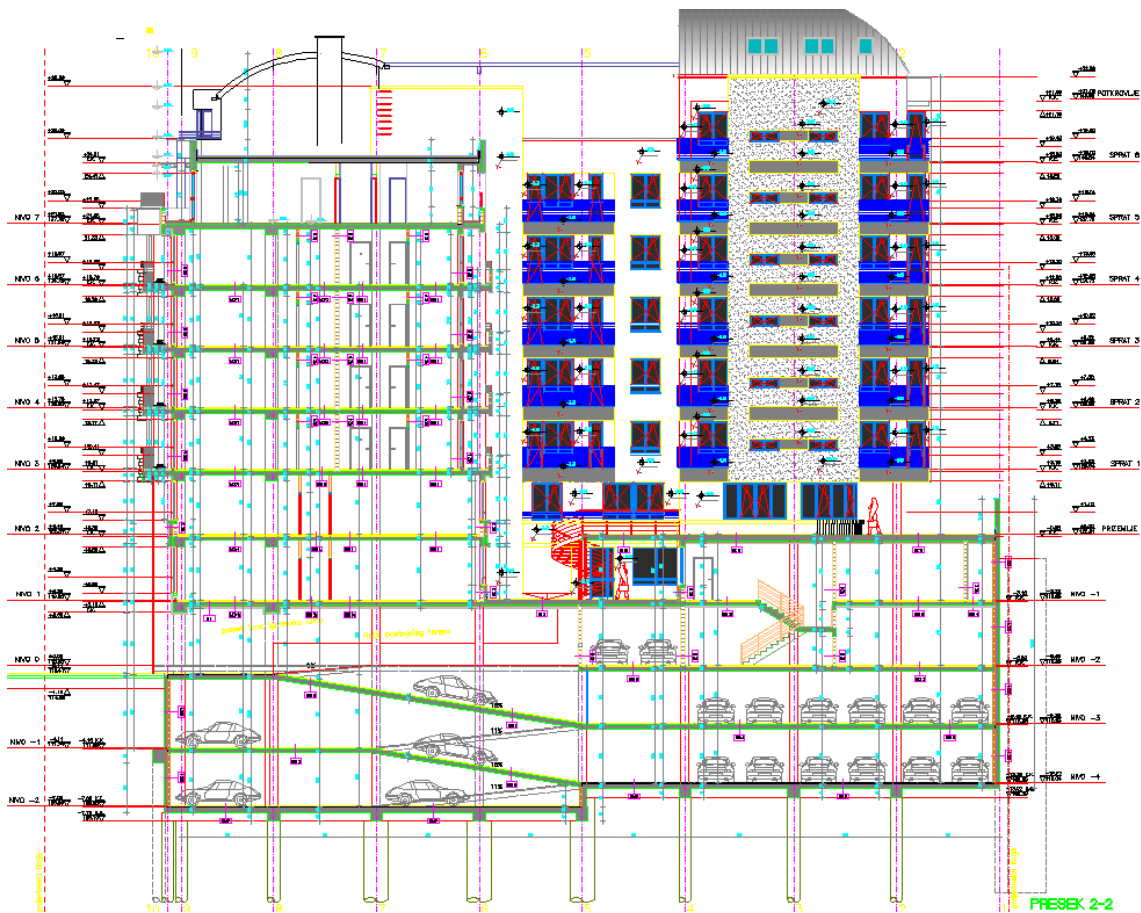
Као што је већ наглашено, подаци потребни за креирање 3Д геометрије зграде и посебних делова су преузети из техничке документације етажног елабората који садржи скице посебних делова објекта по етажама. Вертикални пресеци зграде су преузети из архитектонског пројекта. Етажни елаборат је урађен од стране предузећа Урбим д.о.о., а архитектонски пројекат је урађен од стране фирме Investment Engineering d.o.o.

Слика 6.13 приказује пример коришћене скице посебних делова на нивоу једне етаже.



Слика 6.13 : Пример скице посебних делова објекта на нивоу етаже - тест пример 2

Слика 6.14 приказује пример вертикалног пресека зграде који је урађен у склопу архитектонског пројекта.



Слика 6.14 : Пример вертикалног пресека зграде - тест пример 2

Прегледом доступних података може се закључити да су описани подаци довољни за регистрацију зграде и њених посебних делова уз помоћ 3Д геометрије и регистрацију парцела у оквиру предложеног модела података. Назначен је недостатак извора податка за текстуалне податке о згради и посебним деловима.

6.8.3.2 Упис у базу података

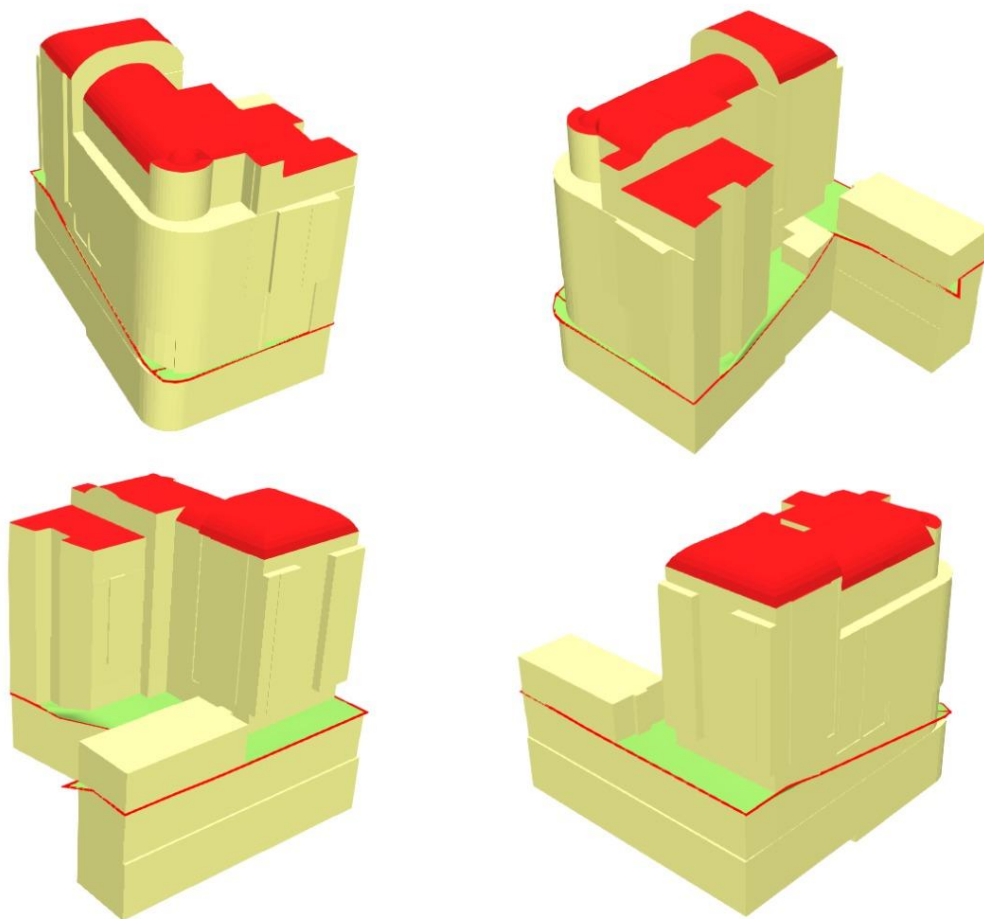
Као и у претходном тест примеру, први корак јесте упис у базу катастарских парцела. У преломним тачкама парцеле су додељене висине. Закључено је да нису неопходне додатне висинске тачке на подручју парцела.

Описана зграда се налази на три парцеле (Слика 6.11) и у првом кораку су за простор испод зграде креирани посебни делови парцела. На тај начин су за све три парцеле креиране по два посебна дела парцеле. Посебан део парцеле за део под зградом и посебан део парцеле који представља остатак парцеле. Преломним тачкама границе делова парцела су такође додељене висине.

Поред JSON докумената која представљају пратеће класе из предложеног модела података, за сваку парцелу су формирана и 3 JSON документа (види поглавље 6.8.1). Један JSON документ садржи податке о парцели у целости, док друга два JSON документа садрже податке о деловима парцела. Структура JSON докумената је одређена моделом података. Атрибути *Висина* и *Дубина* нису регистровани, јер није утврђена потреба за експлицитним дефинисање дубине и висине простирања права које одређује парцела.

Описана зграда има посебне делове, тако да је регистровано 96 JSON документа на основу класе „Посебан_део_објекта“. Ових 96 посебних делова објекта се налази на укупно 12 етажа (укључујући и етаж испод површи земље). У оквиру посебних делова поред станова и пословних простора регистровани су и посебни делови који представљају заједничку својину (улазни хол, ходник, степениште, лифт, магацин, топлотна подстаница, улаз у гаражу, итд.).

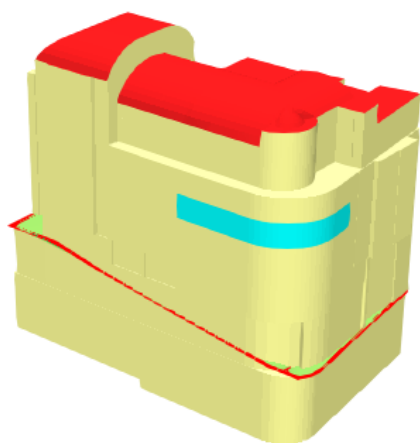
Слика 6.15 приказује 3Д геометрију зграде сачињену од геометрије посебних делова зграде приказане уз помоћ Cesium библиотеке. Регистроване 3Д геометрије представљају правни посед који је одређен спољашњим димензијама зграде и средином зидова између посебних делова зграде. Као што се може видети и на основу вертикалних пресека (Слика 6.14), неки посебни делови зграде се налазе испод површи терена. На основу регистрованих 3Д геометрија веома јасно се може утврдити који посебни делови зграде се налазе испод површи терена.



Слика 6.15 : Приказ 3Д објекта - тест пример 2

Слика 6.15 такође приказује конфигурацију терена (зелена боја). Приказане су и границе парцела, тј. на слици се могу видети границе парцела 2726/1, 2726/2 и 2729/1.

Предложени модел података 3Д катастра непокретности, као интегрални део, поред геометрије, садржи и описне податке о непокретностима. Имплементација у оквиру Cesium библиотека омогућава кориснику да приступи описним подацима на интерактиван начин, тј. кликом на геометрију посебног дела зграде.

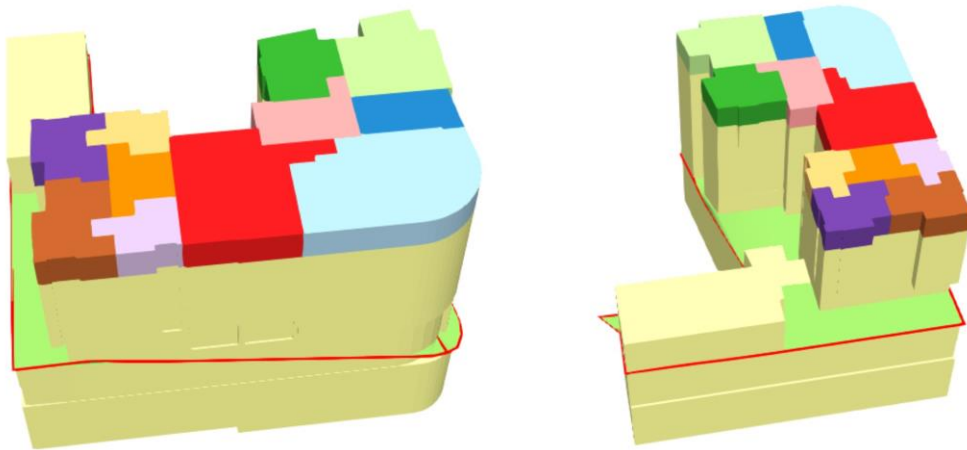


Део објекта	
Број посебног дела:	53
Врста посебног дела:	Стан
Број улаза:	а
Спрат:	3
Висина спрата:	131.52
Структура:	Трособан стан
Број објекта:	1
Површина:	128.3
Димензије непокретности:	3Д
Адреса:	Димитрија Туцовића 28
Опис:	
Запремина:	391.7
Однос са тереном:	Изнад површи терена
Пример непокретности ID:	547
Број листа непокретности:	741

Слика 6.16 : Приказ описних података посебног дела зграде - тест пример 2

Слика 6.16 представља приказ описних података посебног дела зграде. Описни подаци постају видљиви након клика на геометрију посебног дела. На исти начин се може остварити увид у описне податке везане за катастарске парцеле. Приказују се описни подаци дефинисани класом предложеног модела.

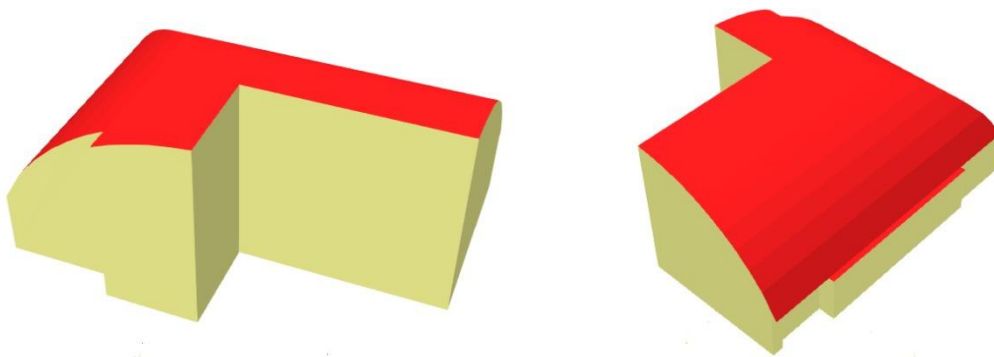
Поред одабира посебних делова зграде и приказа описних података о посебним деловима, предложени модел података и његова имплементација уз помоћ Cesium библиотеке и MongoDB базе података омогућава и другачије врсте приказа. Пре свега то се односи на приказ посебних делова објекта на нивоу етажe.



Слика 6.17 : Приказ посебних делова објекта на нивоу етажe - тест пример 2

Слика 6.17 приказује посебне делове регистроване зграде на нивоу четвртог спрата. Овакав приказ омогућује одређивање посебног дела у односу на остале делове који се налазе на истој етажи. Посебни делови су обојени различитим бојама, али се могу приказати и уз помоћ границе.

У случају потребе за приказом геометрије само једног, одређеног посебног дела објекта и то се може урадити у оквиру имплементираног тест примера. Геометрија посебног дела објекта се може посматрати независно у односу на геометрије осталих посебних објеката у згради.

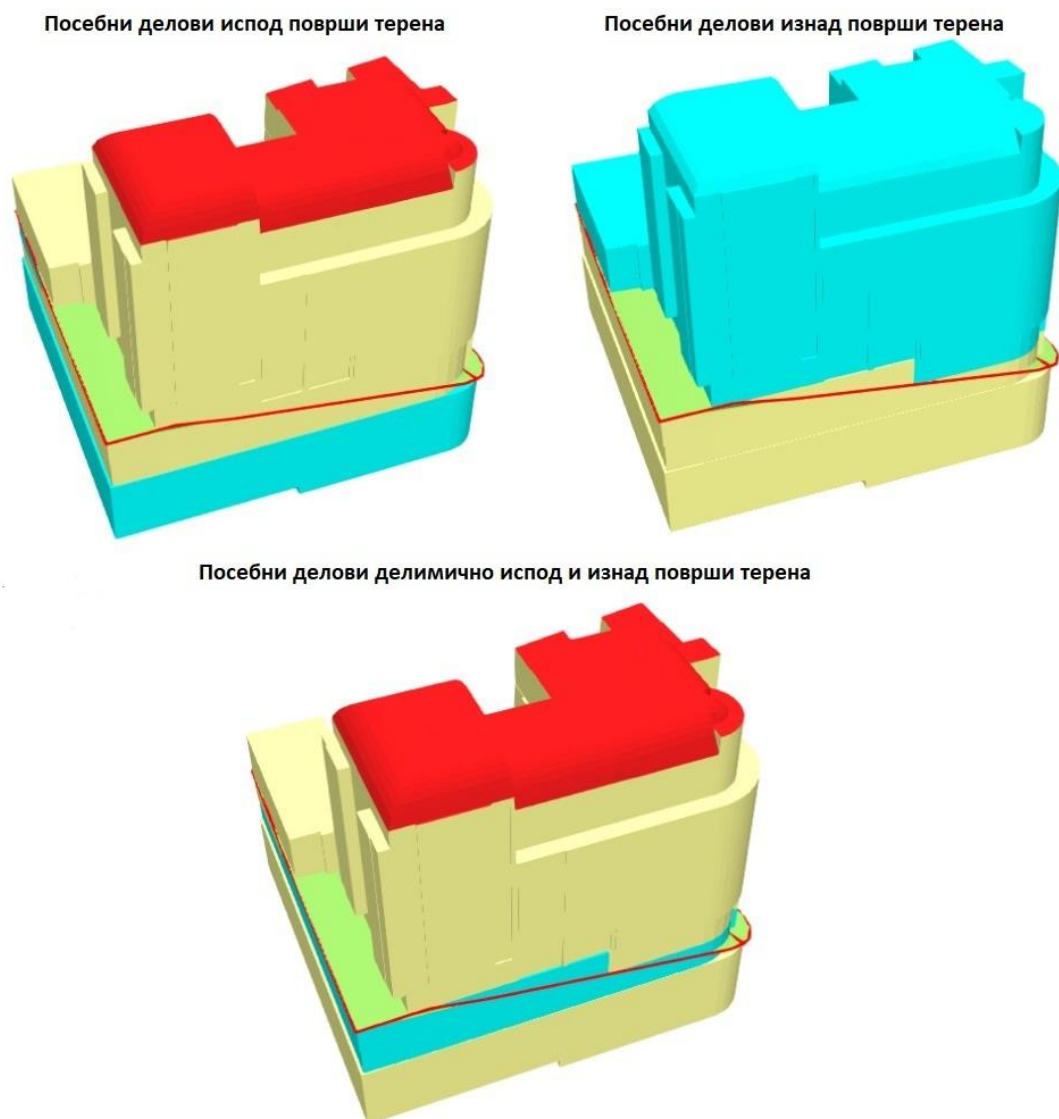


Слика 6.18 : Приказ геометрије једног посебног дела - тест пример 2

Слика 6.18 приказује геометрију само једног посебног дела објекта. У конкретном случају, реч је о геометрији трособног стана који се налази на седмом спрату (поткровљу) регистроване зграде.

Предложени модел података, поред основних података о посебним деловима објекта, дефинише и атрибуте као што је *ОдносСаТереном* на основу којих се могу вршити упити (без просторних анализа) над посебним деловима објекта. Ово подразумева селектовање посебних делова објекта који се налазе испод површи терена, изнад површи терена или који су делимично изнад и испод површи терена.

Слика 6.19 управо приказује резултате ових упита.

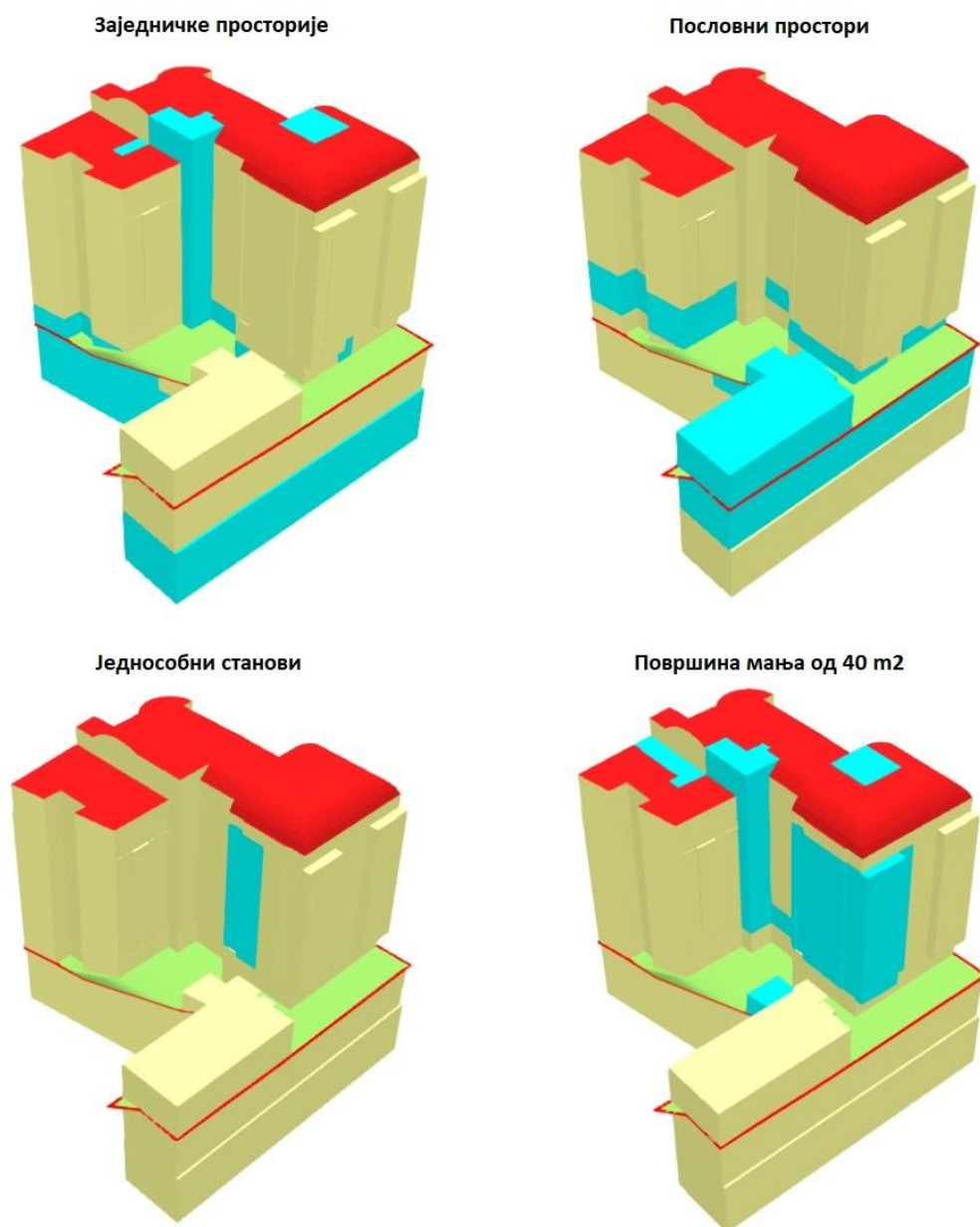


Слика 6.19 : Селекција посебних делова објекта у односу на површ терена - тест пример 2

Слично селектовање, тј. упити се могу вршити и на основу свих осталих атрибута дефинисаних предложеним моделом. На тај начин се 3Д катастарски подаци могу

користити и за потребе различитих анализа и сагледавања уписаних посебних делова објекта.

Слика 6.20 приказује резултате упита, тј. селекције посебних делова објекта на основу вредности различитих атрибута. Селектовани су посебни делови објекта који представљају заједничке просторије, пословне просторе, једнособне станове и посебне делове чија је површина мања од 40 квадратних метара.



Слика 6.20: Селекција посебних делова објекта у односу на вредност различитих атрибута - тест пример 2

6.8.4 Тест 3

Трећи пример је подземно склониште у улици Светог Серафима Саровског бр. 15, у београдском насељу Батајница. Склониште се налази на катастарској парцели број 5352/2 у катастарској општини Батајница. Катастарска парцела 5352/2 има површину од 1339 m², правилног је квадратног облика и на њој се налази целокупна површина подземног објекта. Објекат има само једну етажу, и на три места излази на површину терена (улаз и два вентилациона отвора).



Слика 6.21 : Фотографије склоништа који је предмет трећег тест примера

Највиша тачка објекта је на апсолутној надморској висини 83.4 m, док је најнижа тачка објекта на апсолутној коти 77.3 m.

Тест пример је базиран је на подацима из садашњег катастра непокретности, геодетског снимка и додатних мерења на терену. Слика 6.21 приказује фотографије склоништа, тј. улаза, вентилационих отвора и локације склоништа.

Слика 6.22 приказује тест пример на ортофото подлози и на дигиталном катастарском плану. Црвеним круговима је обележен улаз у склониште и вентилациони отвори.



Слика 6.22 : Приказ тест примера 3 на ортофото подлози и катастарском плану (ГеоСрбија, 2018)

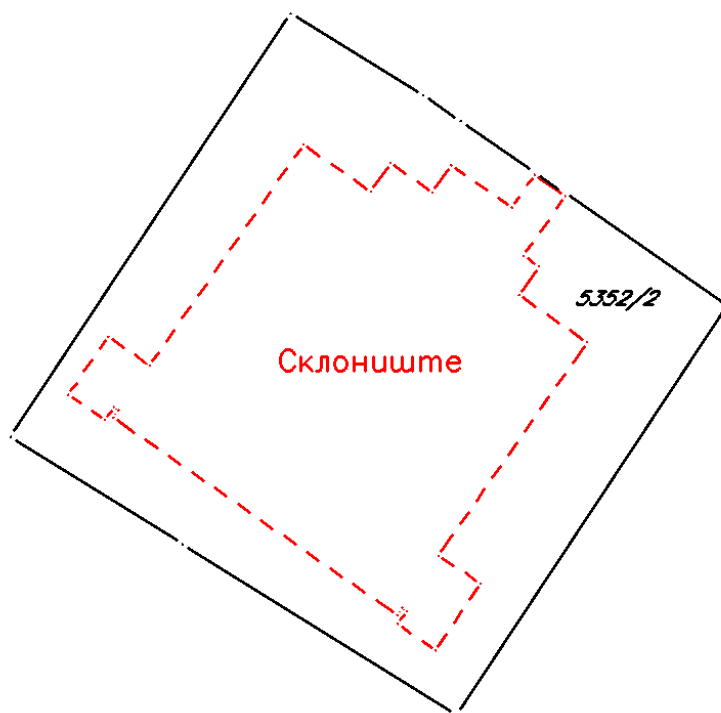
6.8.4.1 Подаци

Подаци који су коришћени за потребе трећег тест случаја су постојећи катастарски подаци и геодетски снимак које је урадило предузеће за управљање непокретностима Урбим д.о.о. Сагледавањем расположивих података установљено је да нема довољно информација о дубини до које се простире склониште нити довољно података о облику и висини делова склоништа који се налазе изнад површи терена.

С обзиром на то да није била доступна друга техничка документација, за потребе овог тест случаја, претпостављена је дубина склоништа док су извршена додатна мерења како би се креирала 3Д геометрија улаза и вентилационих отвора.

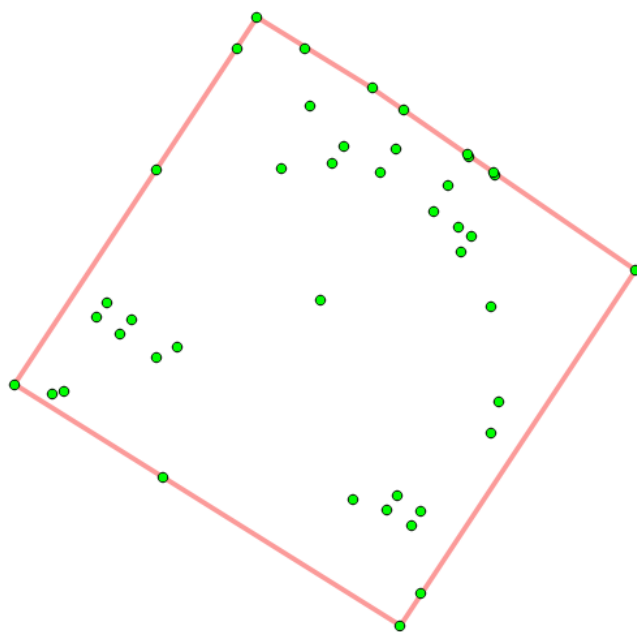
Кориштени су подаци о катастарској парцели 5352/2 на којој се налази целокупно склониште. Основа склоништа је преузета из техничке документације геодетског снимка.

Слика 6.23 приказује границе катастарске парцеле 5352/2 и основу склоништа (испрекидана црвена линија).



Слика 6.23 : Катастарска парцела и основа склоништа - тест пример 3

Подручје на коме се налази склониште, тј. терен изнад склоништа има значајне промене у нагибу и висини терена. Управо због тога је било неопходно поред висина у преломним тачкама парцеле, регистровати и додатне висинске тачке на основу којих се може дефинисати површ терена и његове структурне линије. За те потребе су коришћени подаци са топографског плана постојећег стања. На подручју парцеле 5352/2 постоје снимљене укупно 43 висинске тачке.



Слика 6.24 : Висинске тачке на подручју катастарске парцеле - тест пример 3

Прегледом базе података катастра непокретности (еКатастар, 2018) утврђено је да постоје уписани подаци о склоништу. На парцели постоје формирани делови парцела за улаз и вентилационе отворе, али је као објекат уписан само улаз у склониште са површином од 14 квадратних метара.

Слика 6.25 приказује податке о катастарској парцели и објекту који су уписани у базу катастра непокретности.

Општина: ЗЕМУН
 Катастарска општина: БАТАЈНИЦА

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта	
▶ 5352/2	1	14	СВЕТОГ СЕРАФИМА САРОВСКОГ	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ	
▶ 5352/2	2	4	СВЕТОГ СЕРАФИМА САРОВСКОГ	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ДЕЛОМ ЗГРАДЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ	
▶ 5352/2	3	3	СВЕТОГ СЕРАФИМА САРОВСКОГ	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ДЕЛОМ ЗГРАДЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ	
▶ 5352/2	4	1.318	СВЕТОГ СЕРАФИМА САРОВСКОГ	ОСТАЛО ВЕШТАЧКИ СТВОРЕНО НЕПЛОДНО ЗЕМЉИШТЕ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ	
		Σ: 1.339				

Подаци о зградама и другим грађевинским објектима (објекти на изабраном делу парцеле)

Улица	Кућни број	Кућни под. број	Површина m ²	Начин коришћења објекта	Статус објекта
▶ СВЕТОГ СЕРАФИМА САРОВСКОГ			14	ЗГРАДА ЈАВНОГ СКЛОНИШТА	ОБЈЕКАТ ИЗГРАЂЕН БЕЗ ОДОБРЕЊА ЗА ГРАДЊУ

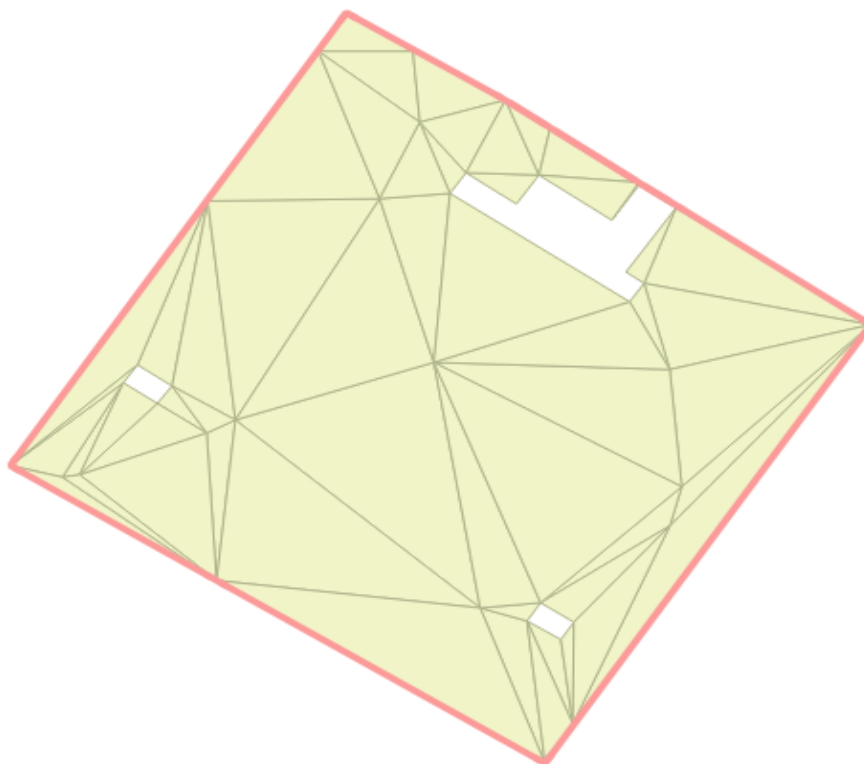
Нема података о посебним деловима изабраног објекта!

Слика 6.25 : Подаци из базе катастра непокретности - тест пример 3 (еКатастар, 2018)

6.8.4.2 Упис у базу података

Први корак јесте упис катастарских парцела. Преломним тачкама парцеле су додељене висине. Већ је наглашено да је због конфигурације терена потребно регистровати и висинске тачке на подручју парцеле. Регистровано је укупно 43 висинске тачке (Слика 6.24).

Поред катастарске парцеле, регистрована су и 4 дела парцеле. Три дела парцела су креирана за подручја на коме се налази улаз у склониште и два вентилационог одмора. Дакле, JSON докумената која представљају пратеће класе из предложеног модела података, за парцелу је формирано и 5 JSON документа. Један JSON документ садржи податке о парцели у целисти, док остали JSON документи садрже податке о деловима парцела. Структура JSON докумената је одређена моделом података. Атрибути *Висина* и *Дубина* нису регистровани јер није утврђена потреба за експлицитним дефинисањем дубине и висине простирања права које одређује парцела.



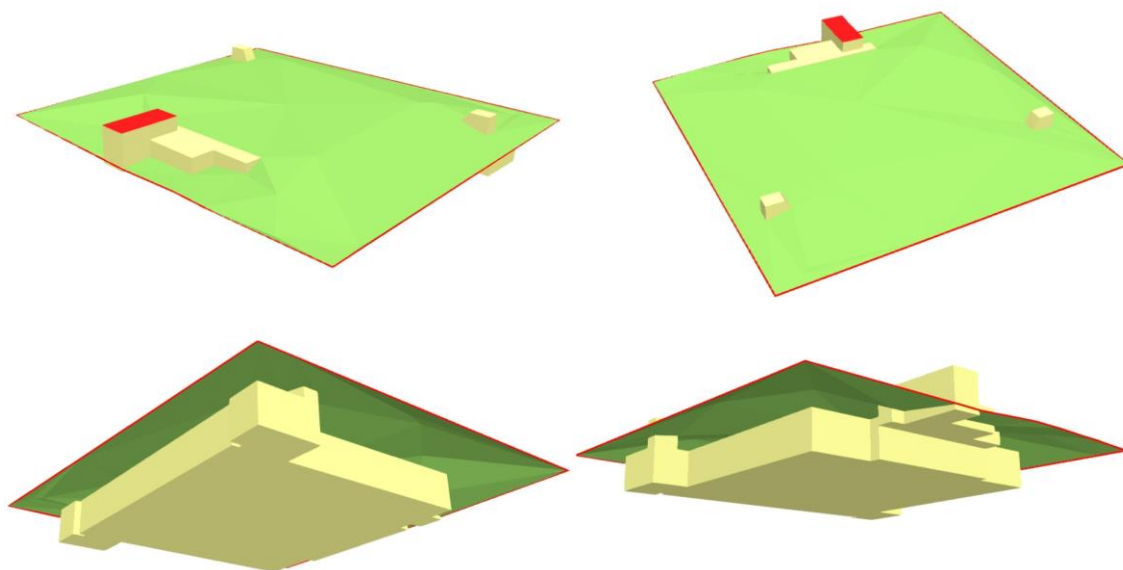
Слика 6.26 : Приказ троуглова дигиталног модела терена - тест пример 3

За потребе визуелизације тест примера на основу регистрованих висинских тачака креиран је дигитални модел терена (TIN модел). TIN модел се састоји од 59 троуглова. Дигитални модел терена представља помоћни сет података и базира се на висинским тачкама које представљају део предложеног модела.

Слика 6.26 приказује креиране троуглове дигиталног модела терена. Подручја на којима нема троуглова представљају подручја где делови објекта излазе на површину терена.

Следећи корак је упис у базу саме конструкције подземног објекта. Геометрија овог објекта је регистрована као скуп троуглова који формира затворено тело. У склопу 3Д геометрије објекта укупно је креирано 186 троуглова. Дакле, регистрован је један JSON документ на основу класе „Објекат“.

Слика 6.27 приказује 3Д геометрију објекта приказану уз помоћ Cesium библиотеке. Регистрована 3Д геометрија представља правни посед који је одређен спољашњим димензијама објекта. Као што се може видети и на основу фотографија (Слика 6.21), објекат заузима простор испод и изнад површи терена, тј. већи део објекта се налази испод површи терена док се на површини налази конструкција улаза и вентилациони отвори.

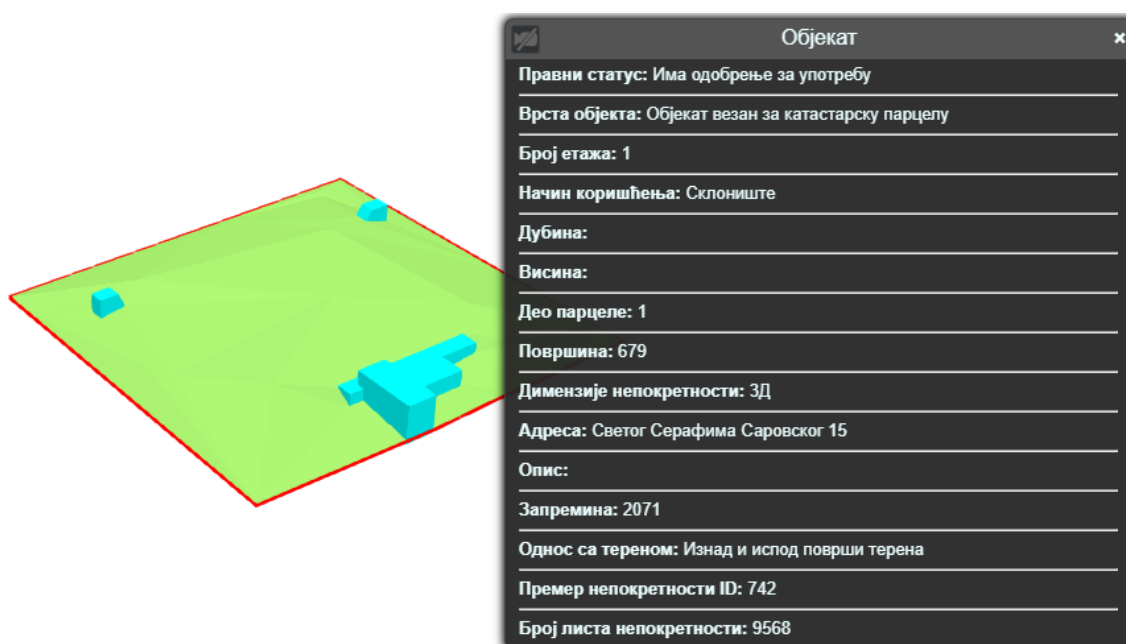


Слика 6.27 : Приказ 3Д објекта - тест пример 3

То се исто и још јасније може уочити на основу 3Д геометрије објекта у комбинацији са дигиталним моделом терена (Слика 6.27).

На основу регистроване 3Д геометрије веома јасно се утврђује простор испод и изнад терена који заузима регистровани објекат.

Предложени модел података 3Д катастра непокретности поред геометрије као интегрални део садржи и описне податке о непокретностима. Као и у осталим тест примерима, Cesium библиотека омогућава кориснику да приступи описним подацима на интерактиван начин, тј. кликом на геометрију подземног објекта.



Слика 6.28 : Приказ описних података подземног објекта - тест пример 3

Слика 6.28 представља приказ описних података регистрованог подземног објекта. Описни подаци постају видљиви након клика на геометрију подземног објекта.

6.8.5 Тест 4

Четврти пример је гасоводна мрежа на подручју Слободне зоне Београд, у улици Вилине воде бб, Београд. У оквиру тест подручја обрађена је гасоводна мрежа која се налази на катастарској парцели 7/25.

Катастарска парцела 7/25 има површину од 76216 m² и правилног је квадратног облика. На самој парцели се налази преко 20 објеката. Укупна дужина гасоводне мреже на подручју тест примера је 1051 метар. Такође, димензије цеви гасовода варирају и на подручју се налазе цеви са следећим димензијама: PEØ90 x 8,2 mm, PEØ63 x 5,8 mm, PEØ40 x 3,7 mm и PEØ25 x 3,0 mm.

Тест пример је базиран на подацима из садашњег катастра непокретности, скице гасоводне мреже и катастарско-топографског плана. Слика 6.22 приказује тест пример 4 на ортофото подлози и на дигиталном катастарском плану.



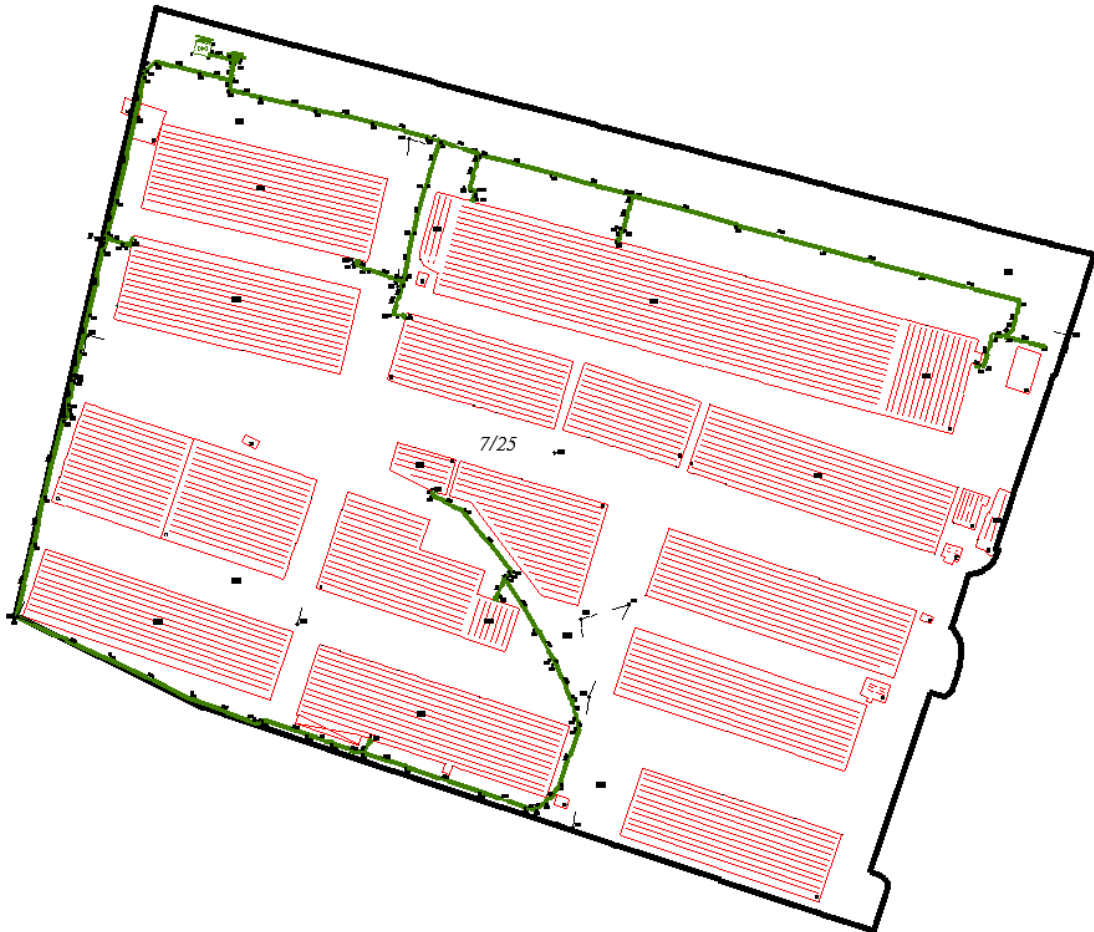
Слика 6.29 : Приказ тест примера 4 на ортофото подлози и катастарском плану (ГеоСрбија, 2018)

6.8.5.1 Подаци

Подаци који су кориштени за потребе четвртог тест случаја су постојећи катастарски подаци, скица гасоводне мреже и катастарско-топографски план који је израдио предузеће за управљање непокретностима Урбим д.о.о. Сагледавањем расположивих података установљено је да постоји довољно података за регистрацију гасоводне мреже по предложеном моделу података.

Кориштени су подаци о катастарској парцели 7/25 на којој се налази гасоводна мрежа. Објекти који се налазе на катастарској парцели нису разматрани у оквиру овог тест примера.

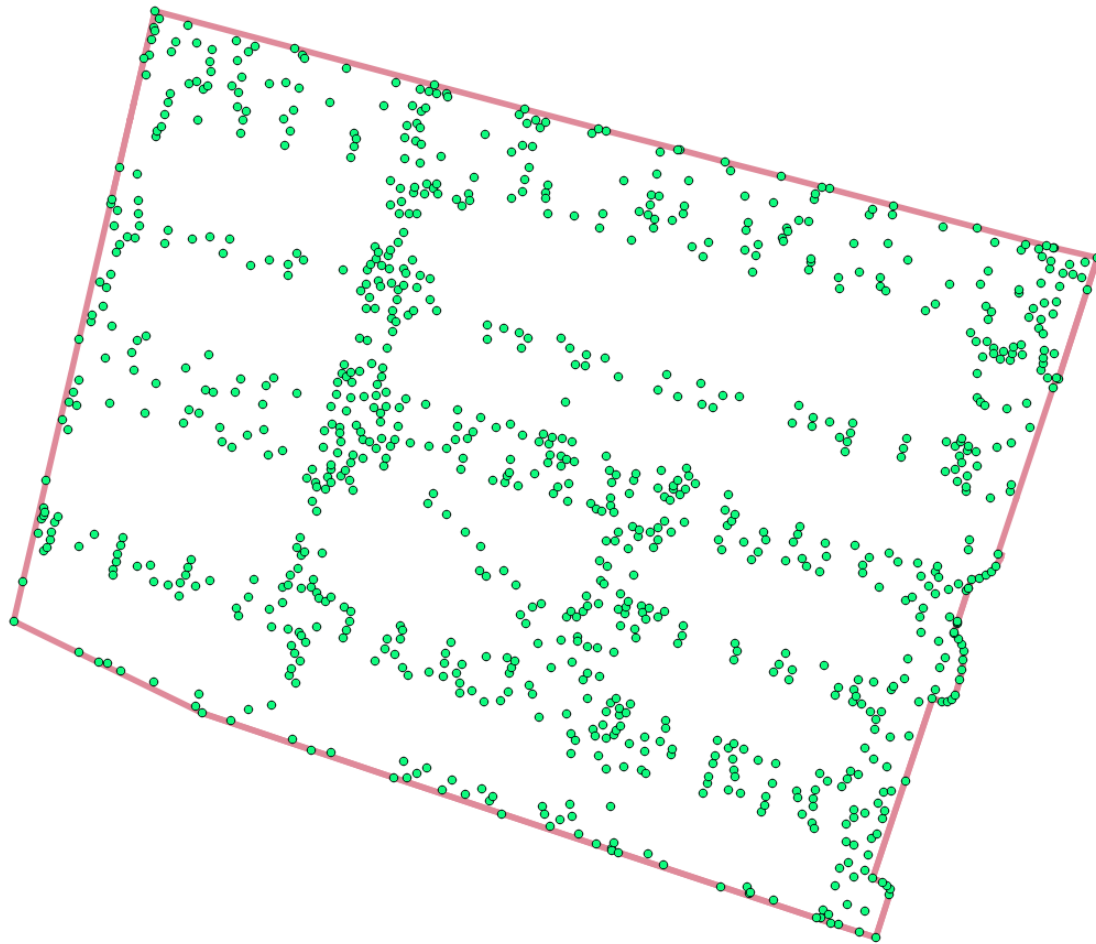
Слика 6.30 приказује границе катастарске парцеле 7/25, основу објеката и скицу гасоводне мреже.



Слика 6.30 : Катастарска парцела, основа објеката и скица гасоводне мреже - тест пример 4

Подручје на коме се налази гасоводна мрежа, тј. терен изнад гасоводне мреже је релативно раван. Да би се обезбедила висока прецизност регистрације и одређивања гасоводне мреже у односу на површ терена, регистроване су све висинске тачке представљене на катастарско-топографско плану.

На подручју парцеле 7/25 постоје снимљене укупно 948 висинске тачке. Слика 6.31 приказује регистроване висинске тачке.



Слика 6.31 : Висинске тачке на подручју катастарске парцеле - тест пример 4

Прегледом базе података катастра непокретности (еКатастар, 2018) утврђено је да постоје уписани подаци о катастарским парцелама и објектима. Слика 6.32 приказује податке о катастарској парцели и објектима који су уписани у базу катастра непокретности.

Општина: ПАЛИЛУЛА (БЕОГРАД)
Катастарска општина: ПАЛИЛУЛА

Подаци о земљишту (парцела и делови парцела)

Број парцеле	Бр.дела парцеле	Површина m ²	Улица/Потес	Начин коришћења земљишта	Врста земљишта
▶ 7/25	1	6.584	ЛУКА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 7/25	2	2.437	ЛУКА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 7/25	3	2.431	ЛУКА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 7/25	4	2.424	ЛУКА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
▶ 7/25	5	2.263	ЛУКА	ЗЕМЉИШТЕ ПОД ЗГРАДОМ И ДРУГИМ ОБЈЕКТОМ	ГРАДСКО ГРАЂЕВИНСКО ЗЕМЉИШТЕ
		Σ: 16.139			

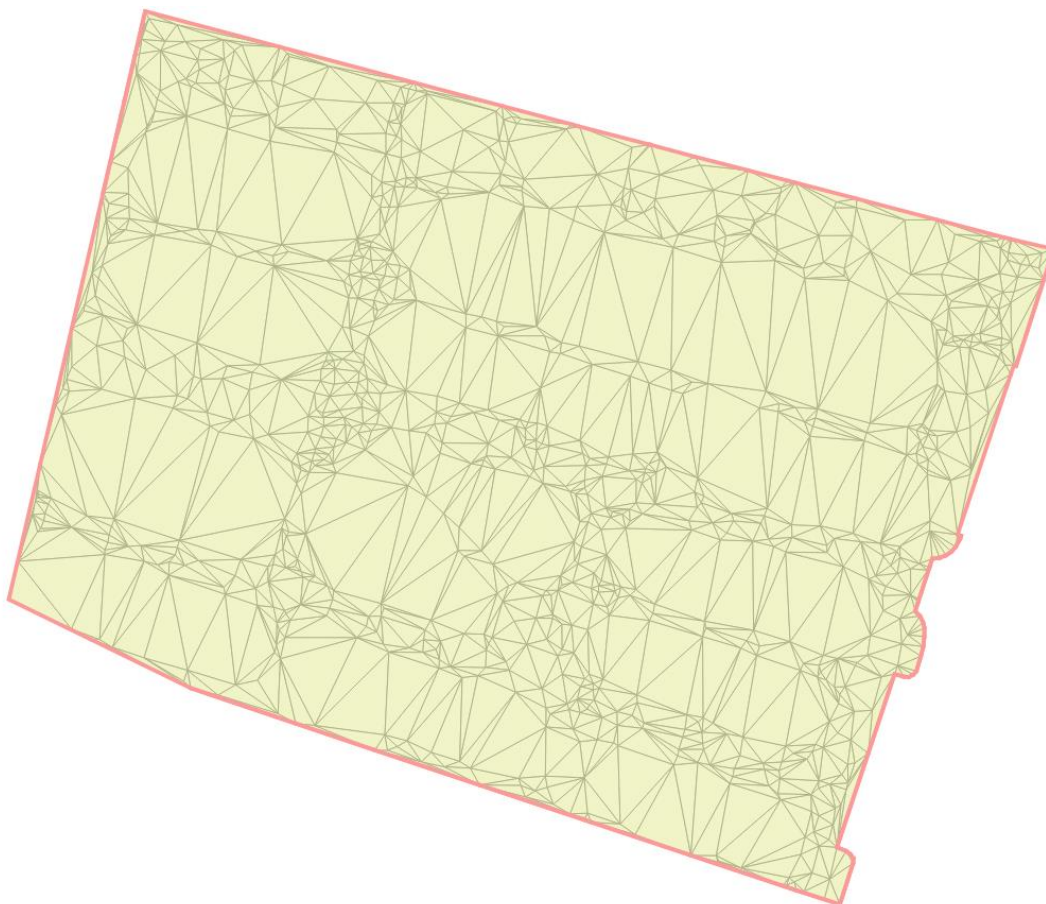
1 2 3 4 5 6

Слика 6.32 : Подаци из базе катастра непокретности - тест пример 4 (еКатастар, 2018)

6.8.5.2 Упис у базу података

Прво је приступљено упису у базу катастарске парцеле. Преломним тачкама парцеле су додељене висине. Поред висина у граничним тачкама, регистроване су и додатне висинске тачке на подручју парцеле. Регистровано је укупно 948 висинске тачке (Слика 6.31).

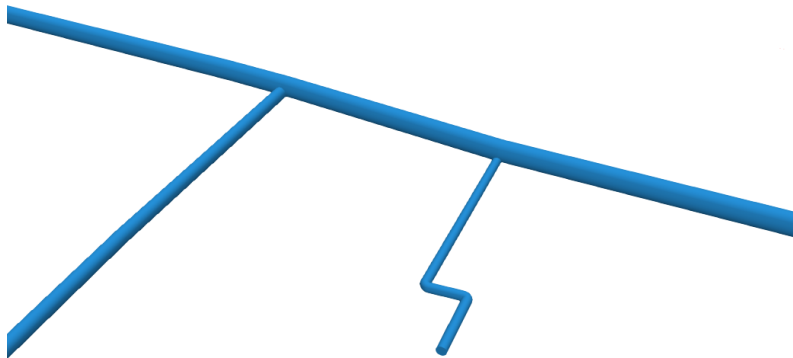
Већ је напоменуто да објекти који се налазе на тест подручју нису узети у разматрање тако да је катастарска парцела регистрована без делова. Дакле, регистрован је један JSON документ који садржи податке о парцели у целисти. Структура JSON докумената је одређена моделом података. Атрибути *Висина* и *Дубина* нису регистровани, јер није утврђена потреба за експлицитним дефинисањем дубине и висине простирања права које одређује парцела.



Слика 6.33 : Приказ троуглова дигиталног модела терена - тест пример 4

За потребе визуелизације тест примера на основу регистрованих висинских тачака креиран је дигитални модел терена (TIN модел). TIN модел се састоји од 1828 троуглова. Дигитални модел терена представља помоћни сет података и базира се на висинским тачкама које представљају део предложеног модела. Слика 6.33 приказује креиране троуглове дигиталног модела терена.

Следећи корак је упис у базу саме гасоводне мреже. Гасоводна мрежа је подељена на неколико линија, тј. на 12 линија које заједно формирају гасоводну мрежу. Дакле, регистровано је 12 JSON документа на основу класе „Вод“. Линије су регистроване као полилиније са информацијама о висинама у својим преломним тачкама. Поред геометрије, за сваку линију вода регистрован је атрибут који одређује ширину вода. На основу геометрије линије вода и податка о ширини могуће је уз помоћ Cesium библиотеке приказати водове као 3Д тела са запремином. Слика 6.34 приказује начин приказивања водова уз помоћ 3Д геометрије.



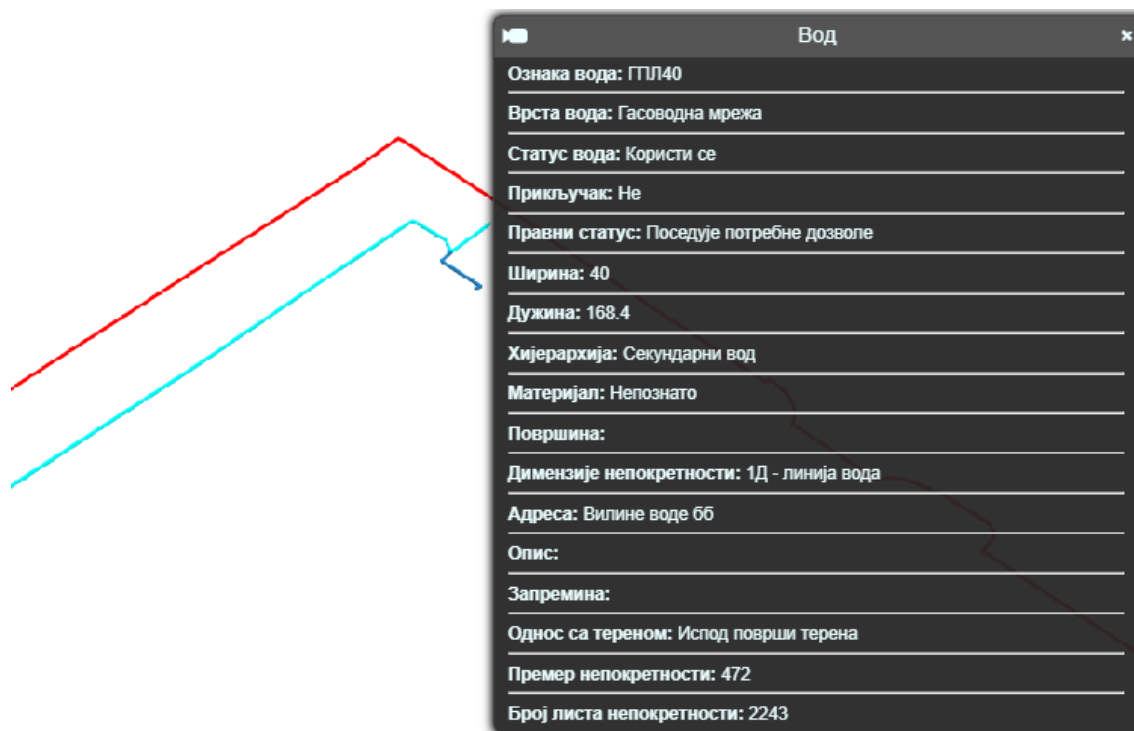
Слика 6.34 : Приказ водова уз помоћ 3Д геометрије - тест пример 4



Слика 6.35 : Приказ 3Д геометрије гасоводне мреже - тест пример 4

Слика 6.35 приказује 3Д геометрију регистроване гасоводне мреже приказану уз помоћ Cesium библиотеке. Као што се може видети, на основу 3Д геометрије водова јасно се могу утврдити димензије водова и њихова позиција у односу на површ терена.

Предложени модел података 3Д катастра непокретности, поред геометрије водова као интегрални део садржи и описне податке о водовима. Као и у осталим тест примерима, Cesium библиотека омогућава кориснику да приступи описним подацима на интерактиван начин, тј. кликом на геометрију вода.



Слика 6.36 : Приказ описних података вода гасоводне мреже - тест пример 4

Слика 6.36 представља приказ описних података регистрованог вода гасоводне мреже. Текстуални подаци постају видљиви након клика на геометрију вода.

6.8.6 Закључак

У оквиру овог поглавља верификован је предложени модел података 3Д катастра непокретности за Републику Србију. На почетку поглавља разматрана је испуњеност захтева дефинисаних у поглављу 4. Такође, за специфичне захтеве је објашњено који елементи предложеног модела података испуњавају захтев. Установљено је да модел испуњава предложене захтеве.

Предложени модел података је имплементиран уз помоћ MongoDB базе података и Cesium JavaScript библиотеке. За имплементацију су коришћени подаци које геодетске организације тренутно достављају и на основу њих су креирани 3Д модели дефинисани моделом података.

На основу представљена четири тест случаја може се закључити да предложени модел података омогућава превазилажење потешкоћа које има садашњи катастар

непокретности базиран на 2Д катастарским плановима. Другим речима, показано је да се на предложени начин омогућава јаснија регистрација и приказивање непокретности тј. добијање јаснијег контекста о положају објеката изнад и испод површи земље.

7 ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У оквиру реализације истраживања у овом раду развијен је модел података 3Д катастра непокретности за Републику Србију на начин да представља савремени катастарски систем. Истраживање је реализовано на основу сагледавања садашње праксе катастра непокретности, закона, осталих правних аката, међународних стандарда и истраживања.

Кроз конкретне примере доказана је полазна хипотеза да садашњи катастар непокретности није адекватан за регистровање и приказивање свих 3Д комплексних ситуација. Описане су потешкоће садашњег катастра непокретности да у методолошком и техничком смислу региструје и прикаже комплексне 3Д ситуације.

Као резултат рада, дефинисан је концепт 3Д катастра непокретности за Републику Србију, тј. пружена је анализа захтева које треба да испуни модел података како би се превазишле претходно анализирани потешкоће садашњег катастра непокретности. Према различитим типовима непокретности, дефинисане су потребе које треба да задовољи 3Д катастар непокретности за Републику Србију. На основу предложеног концепта развијен је концептуални и логички модел података 3Д катастра непокретности.

Базирајући развијени модел података на међународним стандардима и коришћењем 2Д и 3Д катастарских података дато је оптимално решење у смислу успостављања и одржавања система 3Д катастра непокретности. Практична вредност предложеног модела података базираног на међународним стандардима јесте превазилажење потешкоћа садашњег катастра непокретности када је реч о регистрацији 3Д ситуација и давање основе за развој модерног катастарског система.

Предложени модел података је имплементиран уз помоћ MongoDB базе података и Cesium JavaScript библиотеке. Кроз четири тест примера приказан је начин уписа и приказивања 3Д катастарских података у оквиру корисничке апликације.

Кроз анализу досадашњих истраживања и имплементираних тест примера експерименталног дела рада доказана је хипотеза да се регистрација и приказивање 3Д комплексних ситуација и комплексних објеката може успешно моделирати и имплементирати применом модерних ГИС технологија и технологија за визуелизацију и складиштење 3Д података.

Полазећи од основног питања, да ли се и на који начин садашњи катастар непокретности у Србији може унапредити како би се превазишле потешкоће приликом регистрације комплексних 3Д ситуација, на основу резултата рада утврђено је да је то могуће. И то пре свега, уз развијање модела података базираног на међународним стандардима, употребом модерних информационих технологија и коришћењем 2Д и 3Д катастарских података.

Предложени концепт 3Д катастра предвиђа значајне промене катастра непокретности у Србији. Да би се извршила имплементација предложеног модела података потребно је додатно дефинисати и спровести промене у правном и организационом аспекту.

7.1 Преглед извршених истраживања и добијених резултата

Преглед извршених истраживања и добијених резултата обухвата:

1. Сагледане су потешкоће садашњег катастра непокретности у Србији када је реч о регистрацији и приказивању комплексних 3Д ситуација и објеката. Утврђена је неопходност превазилажења методолошких и техничких потешкоћа садашњег катастра непокретности.
2. Проучена је потреба за коришћењем 3Д геометрије и нових технолошких приступа како би се омогућило јасно регистровање и приказивање непокретности које су део 3Д комплексних ситуација.

3. Анализиране су карактеристике 3Д катастра непокретности, његови аспекти, различити приступи и могућност његове имплементације у Србији.
4. Одређен је концепт развоја 3Д катастра непокретности. Дефинисане су функционалности и захтеви које је потребно испунити приликом развоја и имплементације 3Д катастра непокретности у Републици Србији. Другим речима одређени су циљеви које 3Д катастарски систем у Србији треба да испуни.
5. Поред основних функционалности 3Д катастра непокретности извршен је преглед додатних захтева катастра непокретности које настају као резултат увођења модерног катастарског система базираног на међународним стандардима и модерном технологијом.
6. Предложен је концептуални модел података за 3Д катастар непокретности у Србији. Кроз преглед предложених приступа у научној заједници за развој 3Д катастра непокретности предложено је да будући катастарски систем садржи 2Д и 3Д катастарске податке.
7. Детаљно је разрађен предложени концептуални модел кроз процес логичког моделирања. Одређени су атрибути класа, детаљне везе између класа и операције водећи рачуна о што лакшем прелазу између садашњег катастарског система и предложеног модела 3Д катастра непокретности.
8. Доказана је применљивост предложеног модела података 3Д катастра непокретности чији су делови имплементиран у физички модел и тестирани на стварним катастарским подацима и тест случајевима.
9. Кроз имплементирани модел података 3Д катастра непокретности и интерактивну апликацију за управљање и приказивање 3Д катастарских

података, на конкретним примерима је приказано функционисање предложеног 3Д катастра непокретности.

7.2 Научни допринос рада

Научни допринос остварен постигнутим резултатима у оквиру овог истраживања може се разврстати на следећи начин:

1. Дефинисање потешкоћа и недостатака садашњег катастра непокретности у Србији када је реч о регистрацији и приказивању комплексних 3Д ситуација.
2. Унапређење досадашњих достигнућа у области катастра непокретности кроз испитивање могућности примене савремених информационих технологија и метода у циљу проширивања катастра непокретности како би се превазишле дефинисане потешкоће.
3. Дефинисање концептуалног приступа за развој 3Д катастра непокретности у Србији са дефинисањем основних циљева, захтева и функционалности система.
4. Развој новог модела података 3Д катастра непокретности за Републику Србију у односу на анализиране захтеве и функционалности система.
5. Проширење фонда релевантних знања и информација о модерним аспектима катастра непокретности, међународном научном праксом као и могућностима њихове примене у Србији.

7.3 Смернице за даља истраживања

Истраживања спроведена у овој докторској дисертацији, кроз концепт развоја 3Д катастра непокретности у Србији и предложени модел података, дају добру полазну основу за даља истраживања и надоградњу теоријских и практичних достигнућа у циљу потпуне имплементације 3Д катастарског система. 3Д катастар непокретности представља сложен катастарски систем у којем су поред техничког аспекта веома изражени прави и организациони аспект. За потпуно успостављање функционалног 3Д катастра непокретности, као наставак овог рада потребно је извршити следећа истраживања:

1. Дефинисање топологије тј. тополошких правила преко којих би се проверавала конзистентност просторних података у 3Д простору.
2. Развој подршке за визуелизацију 3Д катастарских података и дефинисање начина и методологије интуитивног приказивања катастарских података у 3Д простору.
3. Одређивање протокола, методологије, извора и начина прикупљања 3Д катастарских података.
4. Прилагођавање законских и институционалних оквира у циљу имплементације предложеног 3Д катастра непокретности.
5. Унапређење организационог аспекта за подршку катастарског система у погледу сарадње свих институција укључених у процес.

8 ЛИТЕРАТУРА

- Aien, A., Rajabifard, A., Kalantari, M., & Williamson, I. (2011). Aspects of 3D Cadastre – A Case study in Victoria. In *Proceedings of FIG Working Week 2011*. Marrakech.
- Aien, A., Kalantari, M., Rajabifard, A., Williamson, I., & Shojaei, D. (2012). Developing and testing a 3D cadastral data model: A case study in Australia. In *Proceedings of XXII ISPRS Congress*. Melbourne.
- Aien, A. (2013). *3D Cadastral Data Modelling* (doctoral dissertation). University of Melbourne.
- Aien, A., Kalantari, M., Rajabifard, A., Williamson, I., & Wallace, J. (2013). Towards integration of 3D legal and physical objects in cadastral data models. *Land Use Policy*, 35, 140-154.
- Aien, A., Rajabifard, A., Kalantari, M., & Williamson, I. (2017). Review and Assessment of Current Cadastral Data Models for 3D Cadastral Applications. In *Advances in 3D Geoinformation*. Springer, Cham.
- Banut, R. (2011). Overview working sessions. Summary and conclusions. In *Proceedings of 2nd International Workshop on 3D Cadastres*. Delft.
- Bogdanović, B. (1987). Nastajanje i razvoj geodetske delatnosti; Period od 1837-1918. godine i Period od 1918-1945. godine. In *Geodetska delatnost u Srbiji 1837-1947-1987*. Republička geodetska uprava SR Srbije.
- Breunig, M., & Zlatanova, S. (2011). 3D geo-database research: Retrospective and future directions. *Computers & Geosciences*, 37(7), 791-803.
- Budisusanto, Y., Aditya, T., & Muryamto, R. (2013). LADM Implementation Prototype of 3D Cadastre Information System for Multi-Level Apartment in Indonesia. In *Proceedings of 5th Land Administration Domain Model Workshop*. Kuala Lumpur.

- Bydłosz, J. (2012). The 3D Cadastre Aspects in International Standards and Solutions. In *Proceedings of FIG Commission 3 Workshop 2012*. Athens.
- Bydłosz, J. (2016). Developing the Polish Cadastral Model towards a 3D Cadastre. In *Proceedings of 5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens.
- CesiumJS - Geospatial 3D Mapping and Virtual Globe Platform (2019). Retrieved February 10, 2019, from <https://cesiumjs.org/>
- Chandra, D. G. (2015). BASE analysis of NoSQL database. *Future Generation Computer Systems*, 52, 13-21.
- Dimopoulou, E., Karki, S., Miodrag, R., De Almeida, J. D., Griffith-Charles, C., Thompson, R., Ying, S., Van Oosterom, P. (2016). Initial Registration of 3D Parcels. In *Proceedings of 5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens.
- Drobež, P., Fras, M. K., Ferlan, M., & Lisec, A. (2017). Transition from 2D to 3D real property cadastre: The case of the Slovenian cadastre. *Computers, Environment and Urban Systems*, 62, 125-135.
- El-Mekawy, M., Paasch, J., & Paulsson, J. (2014). Integration of 3D Cadastre, 3D Property Formation and BIM in Sweden. In *Proceedings of 4th International Workshop on 3D Cadastres*. Dubai.
- Felus, Y., Barzani, S., Caine, A., Blumkine, N., & Van Oosterom, P. (2014). Steps towards 3D Cadastre and ISO 19152 (LADM) in Israel. In *Proceedings of 4th International Workshop on 3D Cadastres*. Dubai.
- FIG (1995). *FIG Statement on the Cadastre*. The International Federation of Surveyors.
- FIG joint commission 3 and 7 Working Group on 3D Cadastres (2019). Retrieved February 10, 2019, from <http://www.gdmc.nl/3DCadastres/>
- Goodhart, C., & Hofmann, B. (2008). House prices, money, credit, and the macroeconomy. *Oxford Review of Economic Policy*, 180-205.

Griffith-Charles, C., & Sutherland, M. (2013). Analysing the costs and benefits of 3D cadastres with reference to Trinidad and Tobago. *Computers, Environment and Urban Systems*,*40*, 24-33.

Griffith-Charles, C., & Edwards, E. (2014). Proposal for Taking the Current Cadastre to a 3D, LADM Based Cadastre in Trinidad and Tobago. In *Proceedings of 4th International Workshop 3D Cadastres*. Dubai.

Gröger, G., & Plümer, L. (2012). CityGML – Interoperable semantic 3D city models. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*,*71*, 12-33.

Gruber, U., Riecken, J., & Seifert, M. (2014). Germany on the Way to 3D–Cadastre. In *Proceedings of FIG Congress 2014*. Kuala Lumpur.

Guo, R., Yu, C., He, B., Zhao, Z., Li, L., & Ying, S. (2012). Logical Design and Implementation of the Data Model for 3D Cadastre in China. In *Proceedings of 3rd International Workshop on 3D Cadastres*. Shenzhen.

Ho, S., & Rajabifard, A. (2012). Delivering 3D Land and Property Management in Australia: A Preliminary Consideration of Institutional Challenges. In *Proceedings of 3rd International Workshop on 3D Cadastres*. Shenzhen.

Ho, S., Rajabifard, A., Stoter, J., & Kalantari, M. (2013). Legal barriers to 3D cadastre implementation: What is the issue? *Land Use Policy*,*35*, 379-387.

Huml, M. (2001). How to define real estate: 2D or 3D? Legal view, conditions and experiences in the Czech Republic. In *Proceedings of the International Workshop on 3D Cadastres*. Delft.

INSPIRE (2007). *Directive 2007/2/EC of The European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community*.

INSPIRE (2013). *Thematic Working Group Buildings. INSPIRE Data Specification for the spatial data theme Buildings*.

ISO (2012). *Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM)*. ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics.

ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics (2019). Retrieved February 10, 2019, from <http://www.isotc211.org/>

Jaljolie, R., Van Oosterom, P., & Dalyot, S. (2018). Spatial Data Structure and Functionalities for 3D Land Management System Implementation: Israel Case Study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(1), 10.

Kaufmann, J., & Steudler, D. (1998). *CADASTRE 2014 – A Vision for a Future Cadastral System*. FIG.

Kaufmann, J. (2002). Cadastre 2014: A Vision for Future Cadastral Systems. In *Proceedings of 1st Congress on Cadastre in the European Union*. Granada.

Kitsakis, D., & Dimopoulou, E. (2014). Contribution of Existing Documentation in 3D Cadastre. In *Proceedings of 4th International Workshop on 3D Cadastres*. Dubai.

Kitsakis, D., & Dimopoulou, E. (2017). Addressing Public Law Restrictions within a 3D Cadastral Context. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(7).

Lemmen, C., & Van Oosterom, P. (2013). The Land Administration Domain Model Standard. In *Proceedings of 5th Land Administration Domain Model Workshop*. Kuala Lumpur.

Lemmen, C., & Van Oosterom, P. (2014). LADM and its role in establishing cadastral systems. In *CADASTRE 2014 and beyond*.

Lemmen, C., Van Oosterom, P., & Bennett, R. (2015). The Land Administration Domain Model. *Land Use Policy*, 49, 535-545.

Li, L., Luo, F., Zhu, H., Ying, S., & Zhao, Z. (2016). A two-level topological model for 3D features in CityGML. *Computers, Environment and Urban Systems*, 59, 11-24.

Marcin, K. (2012). Registration of untypical 3D objects in Polish cadastre – do we need 3D cadastre? *Geodesy and Cartography*, 61(2), 75-89.

- Miladinović, M. (2004). *Katastar nepokretnosti*. Beograd.
- Miladinović, M., & Dugonjić, M. (2012). Istorijski razvoj. In *Geodetska delatnost u Srbiji 1837-2012*. Republički geodetski zavod.
- Miladinović, M., Popović, D., Stanković, S., Dugonjić, M., Jovanović, Z., & Rašković, M. (2012). Državni premer i katastar. In *Geodetska delatnost u Srbiji 1837-2012*. Republički geodetski zavod.
- Mihajlović, R., Miladinović, M., Šoškić, M., & Dugonjić, M. (2011). Katastarske reforme u Srbiji u poređenju sa dokumentom Katastar 2014. *Prvi srpski geodetski kongres*. Beograd.
- Milićev, D., Piroćanac, N., & Zarić, M. (2002). *Објектно оријентисано моделовање на језику UML*. Beograd.
- Mohamed, M., Altrafi, O., & Ismail, M. (2014). Relational vs. NoSQL Databases: A Survey. *International Journal of Computer and Information Technology*.
- Mohan, C. (2013). History Repeats Itself: Sensible and NonsenSQL Aspects of the NoSQL Hoopla. In *Proceedings of the 16th International Conference on Extending Database Technology*. Genoa.
- Nakos, B. (2016). The Hellenic National Cadastre: An Elemental Institution for Nurturing and Promoting Innovation in 3D Geospatial Data. In *5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens.
- Nance, C., Lossner, T., Iype, R., & Harmon, G. (2013). NoSQL vs RDBMS - Why there is room for both. In *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference*. Savannah.
- Navratil, G. (2011). Cadastral boundaries: benefits of complexity. *URISA Journal - Urban and Regional Information Systems Association*.
- Navratil, G. (2012). Combining 3D cadastre and public law – an Austrian perspective. In *Proceedings of 3rd International Workshop on 3D Cadastres*. Shenzhen.

- Navratil, G., & Unger, E. (2013). Reprint of: Requirements of 3D cadastres for height systems. *Computers, Environment and Urban Systems*,40, 14-23.
- Navratil, G., & Fogliaroni, P. (2014). Visibility analysis in a 3D Cadastre. In *Proceedings of Fourth International FIG Workshop on 3D Cadastres*. Dubai.
- Nayak, A., Poriya, A., & Poojary, D. (2013). Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases. *International Journal of Applied Information Systems (IJAIS)*.
- OGC Open Geospatial Consortium (2019). Retrieved February 10, 2019, from <http://www.opengeospatial.org/>
- Paasch, J., & Paulsson, J. (2014). Legal Framework 3D Cadastres Position - Paper 1. In *Proceedings 4th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Dubai.
- Paasch, J. M., Paulsson, J., Navratil, G., Vučić, N., Kitsakis, D., Karabin, M., & El-Mekawy, M. (2016). Building a modern cadastre: Legal issues in describing real property in 3D. *Geodetski Vestnik*,60(02), 256-268.
- Park, S., Lee, J., & Li, H. (2009). Data Model for 3D Cadastre in Korea. *The Journal of GIS Association of Korea*,469-481.
- Paulsson, J. (2007). *3D Property Rights* (doctoral dissertation). KTH.
- Paulsson, J. (2008). 3D Property – types of rights and management factors. In *Proceedings of FIG Working Week 2008*. Stockholm.
- Paulsson, J., & Paasch, J. (2011). 3D Property Research – a Survey of the Occurrence of Legal Topics in Publications. In *Proceedings of 2nd International Workshop on 3D Cadastres*. Delft.
- Paulsson, J. (2012). Swedish 3D Property in an International Comparison. In *Proceedings of 3rd International Workshop on 3D Cadastres*. Shenhen.
- Pouliot, J., Hubert, F., Wang, C., Ellul, C., & Rajabifard, A. (2016). 3D Cadastre Visualization: Recent Progress and Future Directions. In *Proceedings of 5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens.

- Radulović, A., Sladić, D., & Govedarica, M. (2017). Towards 3D Cadastre in Serbia: Development of Serbian Cadastral Domain Model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*,6(10), 312.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2005). *The unified modeling language reference manual. The Addison-Wesley object technology series*. Boston.
- Schon, B., Laefer, D., Morrish, S., & Bertolotto, M. (2009). Three-Dimensional Spatial Information Systems: State of the Art Review. *Recent Patents on Computer Science*,2(1), 21-31.
- Shojaei, D., Kalantari, M., Bishop, I. D., Rajabifard, A., & Aien, A. (2013). Visualization requirements for 3D cadastral systems. *Computers, Environment and Urban Systems*,41, 39-54.
- Shojaei, D. (2014). *3D Cadastral Visualisation : Understanding Users' Requirements* (doctoral dissertation). University of Melbourne.
- SRPS (2002). *Израчунавање површина објеката у области високоградње - SRPS U.C2.100:2002*.
- Stanojević, I., & Surla, D. (1999). *Uvod u objedinjeni jezik modeliranja*. Beograd.
- Stuedler, D. (2014). *Cadastre 2014 and Beyond*. FIG publication No 61.
- Stoter, J., & Zevenbergen, J. (2001). Changes in the definition of property: A consideration for a 3D cadastral registration system. In *Proceedings of the FIG Working Week*. Seoul.
- Stoter, J., & Van Oosterom, P. (2002). Incorporating 3D geo-objects into a 2D geo-DBMS. In *Proceedings ASPRS/ACSM conference*. Washington.
- Stoter, J., & Salzman, M. (2003). Towards a 3D cadastre: Where do cadastral needs and technical possibilities meet? *Computers, Environment and Urban Systems*,27(4), 395-410.
- Stoter, J. (2004). *3D Cadastre* (doctoral dissertation). TU Delft.

- Šarkić, S. (2013). Službenosti u vizantijskom i srpskom srednjovekovnom pravu. *Zbornik radova Vizantološkog instituta*. 1003-1012.
- Tan, L., & Hussin, K. B. (2012). Establishing 3D property rights in Malaysia. In *Proceedings of the 2012 FIG Working Week, Knowing To Manage The Territory, Protect The Environment, Evaluate The Cultural Heritage*. Rome.
- Tekavec, J., Ferlan, M., & Lisec, A. (2018). A review of research on 3D real property cadastre. *Geodetski Vestnik*, 62(02), 249-278.
- Tekavec, J., & Lisec, A. (2018). A framework for assessing cadastral data as a source for 3D indoor modelling. In *Proceedings of 6th International Workshop on 3D Cadastres*. Delft.
- Thompson, R., Van Oosterom, P., Soon, K. H., & Priebbenow, R. (2016). A Conceptual Model Supporting a Range of 3D Parcel Representations through all Stages: Data Capture, Transfer and Storage. In *Proceedings of FIG Working Week*. Christchurch.
- Tomić, H., Roić, M., & Ivić, S. M. (2012). Use of 3D cadastral data for real estate mass valuation in the urban areas. In *Proceedings of 3rd International Workshop on 3D Cadastres*. Shenzhen.
- Van der Molen, P. (2003). Institutional aspects of 3D cadastres. *Computers, Environment and Urban Systems*, 27(4), 383-394.
- Van Oosterom, P., Lemmen, C., Ingvarsson, T., Molen, P. V., Ploeger, H., Quak, W., Stoter, J., Zevenbergen, J. (2006). The core cadastral domain model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30(5), 627-660.
- Van Oosterom, P., Stoter, J., Ploeger, H., Karki, S., & Thompson, R. (2011). World-wide inventory of the status of 3D Cadastres in 2010 and expectations for 2014. In *Proceedings of FIG Working Week 2011*. Morocco.
- Van Oosterom, P., Vandysheva, N., Ivanov, I., Pakhomov, S., Spiering, B., Stoter, J., Zlatanova, S. (2012). Design of 3D cadastre model in the Russian Federation. *Geospatial World*.

- Van Oosterom, P. (2013). Research and development in 3D cadastres. *Computers, Environment and Urban Systems*,40, 1-6.
- Van Oosterom, P., Stoter, J., Hendrik, P., & Thompson, R. (2014). Initial Analysis of the Second FIG 3D Cadastres Questionnaire:Status in 2014 and Expectations for 2018. In *Proceedings of 4th International Workshop on 3D Cadastres*. Dubai.
- Van Oosterom, P., & Dimopoulou, E. (2018). Introduction to the Special Issue: “Research and Development Progress in 3D Cadastral Systems”. *ISPRS International Journal of Geo-Information*,7(2), 59.
- Višnjevac, N., Mihajlović, R., Šoškić, M., Cvijetinović, Ž, & Bajat, B. (2017). Using NoSQL databases in the 3D cadastre domain. *Geodetski Vestnik*,61(03), 412-426.
- Vučić, N., Roić, M., Mađer, M., Vranić, S., & Van Oosterom, P. V. (2017). Overview of the Croatian Land Administration System and the Possibilities for Its Upgrade to 3D by Existing Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*,6(7), 223.
- Wang, C., Pouliot, J., & Hubert, F. (2012). Visualization Principles in 3D Cadastre: A First Assessment of Visual Variables. In *Proceedings of 3rd International Workshop on 3D Cadastres*. Shenzhen.
- Wang, C. (2015). *3D Visualization of Cadastre: Assessing the Suitability of Visual Variables and Enhancement Techniques in the 3D Model of Condominium Property Units* (doctoral dissertation). Laval University.
- Williamson, I. P. (1985). Cadastres And Land Information Systems In Common Law Jurisdictions. *Survey Review*,28(218), 186-195.
- Ying, S., Guo, R., Li, L., Van Oosterom, P., Ledoux, H., & Stoter, J. (2011). Design and Development of a 3D Cadastral System Prototype based on the LADM and 3D Topology. In *Proceedings of 2nd International Workshop on 3D Cadastres*. Delft.
- Ying, S., Guo, R., Li, W., Yang, J., Zhao, Z., & Li, L. (2016). Visualization for the Coherent Set of 3D Property Units. In *Proceedings of 5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens.

Zhang, J., Yin, P., Li, G., Gu, H., Zhao, H., & Fu, J. (2016). 3D Cadastral Data Model Based on Conformal Geometry Algebra. *ISPRS International Journal of Geo-Information*,5(2), 20.

Zulkifli, N., Alias, A., Hassan, M. I., & Choon, T. L. (2015a). Conceptual Modelling of 3D Cadastre and LADM. In *Proceedings of the World Cadastre Summit, Congress & Exhibition*. Istanbul.

Zulkifli, N. A., Rahman, A., & Van Oosterom, P. (2015b). An Overview Of 3D Topology For Ladm-Based Objects. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*,71-73.

ГеоСрбија (2018). Retrieved January 14, 2018, from <http://www.geosrbija.rs/>

еКатастар (2018). Retrieved January 14, 2018, from <http://katastar.rgz.gov.rs/KnWebPublic/PublicAccess.aspx>

РГЗ Републички геодетски завод (2018). Retrieved August 15, 2018, from <http://www.rgz.gov.rs/>

Службени гласник РС 10/1981. *Правилник о техничким нормативима и методама снимања детаља код премера земљишта.*

Службени гласник РС 53/93, 67/93 и 48/94. *Закон о регистру просторних јединица.*

Службени гласник РС 46/1999. *Правилник о изради и одржавању катастра непокретности.*

Службени гласник РС 72/2009. *Закон о државном премеру и катастру.*

Службени гласник РС 7/2016. *Правилник о катастарском премеру и катастру непокретности.*

Службени гласник РС 27/2018. *Закон о националној инфраструктури геопросторних података.*

9 ПРИЛОЗИ

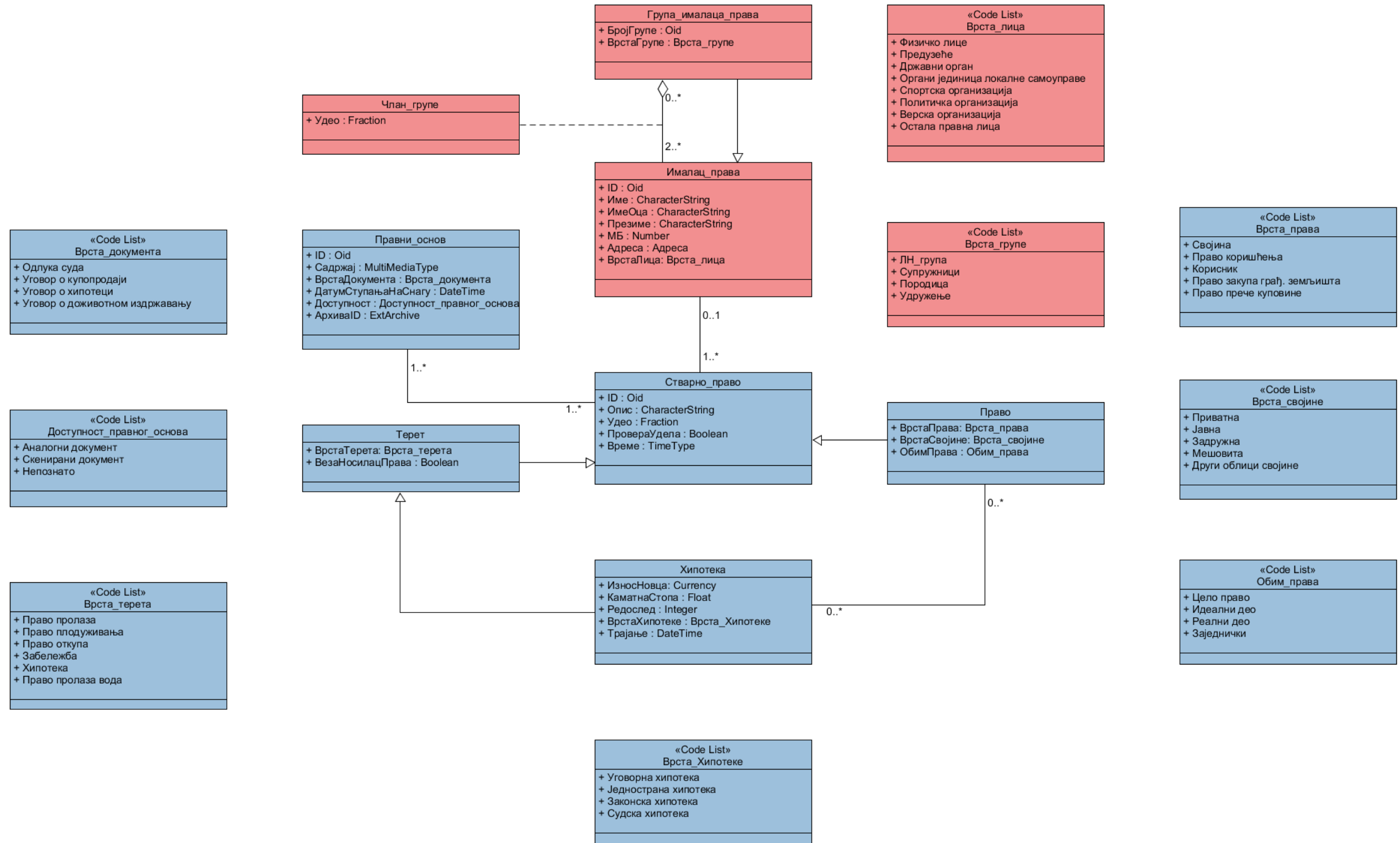
ПРИЛОГ 1: Група класа које дефинишу стварна права и имаоце права

ПРИЛОГ 2: Група класе које дефинишу непокретности

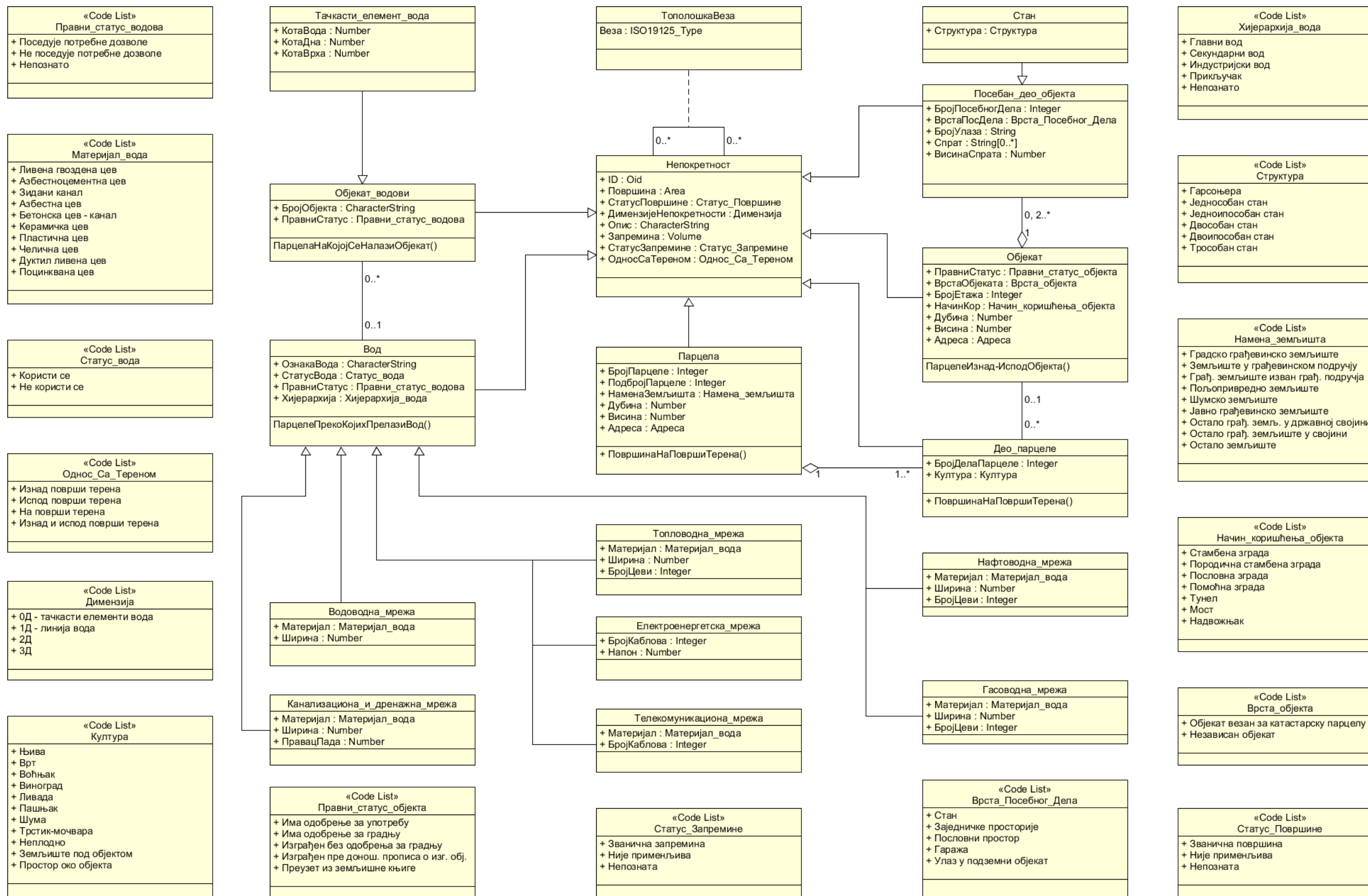
ПРИЛОГ 3: Група класа које дефинишу геометрију и премер непокретности

ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности

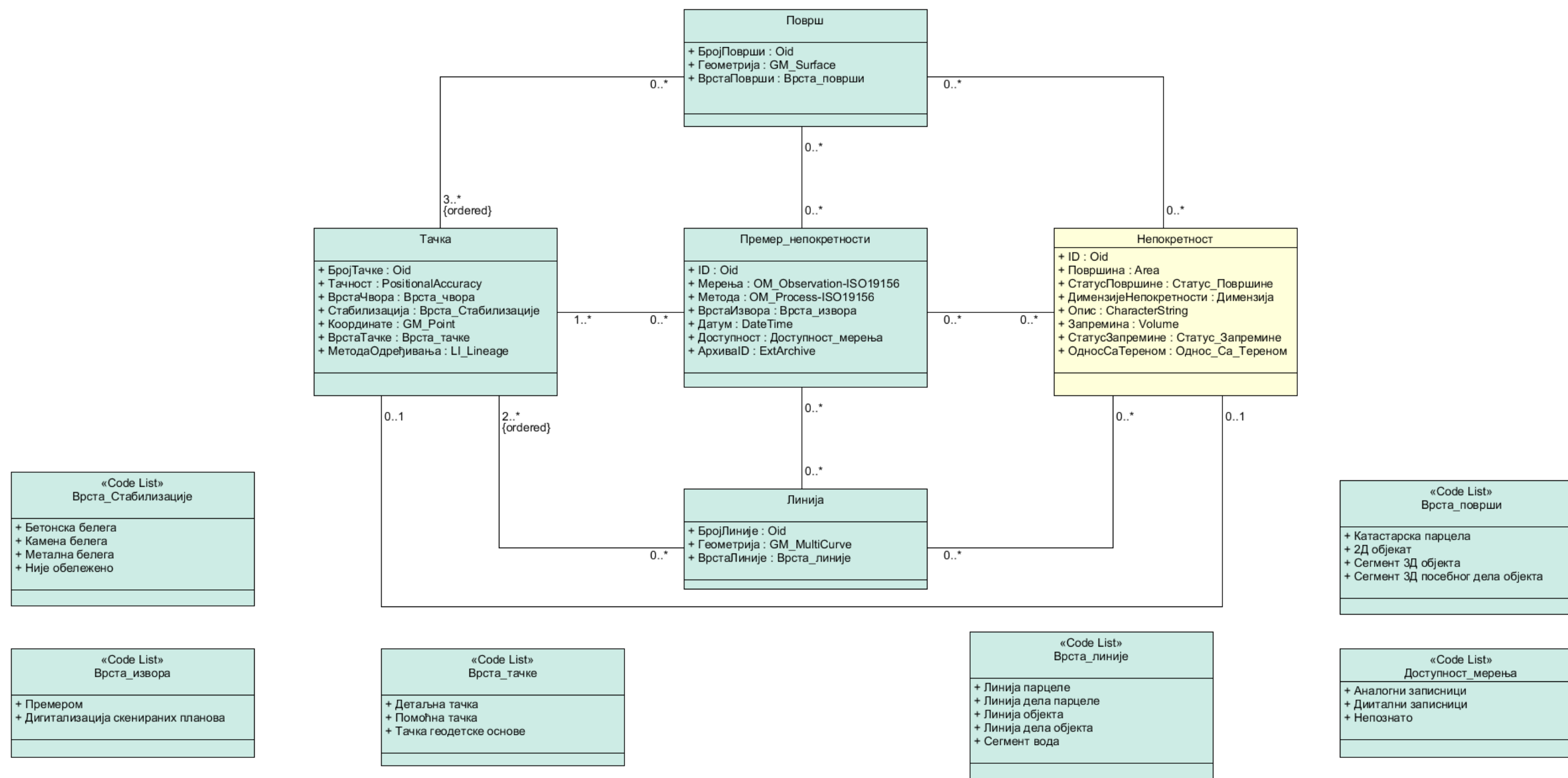
ПРИЛОГ 1: Група класа које дефинишу стварна права и имаоце права



ПРИЛОГ 2: Група класа које дефинишу непокретности



ПРИЛОГ 3: Група класа које дефинишу геометрију и премемер непокретности



ПРИЛОГ 4: Модел података 3Д катастра непокретности

«Code List»
Обим_права

- + Цело право
- + Идеални део
- + Реални део
- + Заједнички

«Code List»
Врста_Хипотеке

- + Уговорна хипотека
- + Једнострана хипотека
- + Законска хипотека
- + Судска хипотека

«Code List»
Доступност_правног_основа

- + Аналогни документ
- + Скенирани документ
- + Непознато

«Code List»
Врста_документа

- + Одлука суда
- + Уговор о купопродаји
- + Уговор о хипотеци
- + Уговор о доживотном издржавању

«Code List»
Врста_лица

- + Физично лице
- + Предузеће
- + Државни орган
- + Органи јединица локалне самоуправе
- + Спортска организација
- + Политичка организација
- + Верска организација
- + Остала правна лица

«Code List»
Правни_статус_објекта

- + Има одобрење за употребу
- + Има одобрење за градњу
- + Изграђен без одобрења за градњу
- + Изграђен пре донош. прописа о изг. обј.
- + Преузет из земљишне књиге

«Code List»
Намена_земљишта

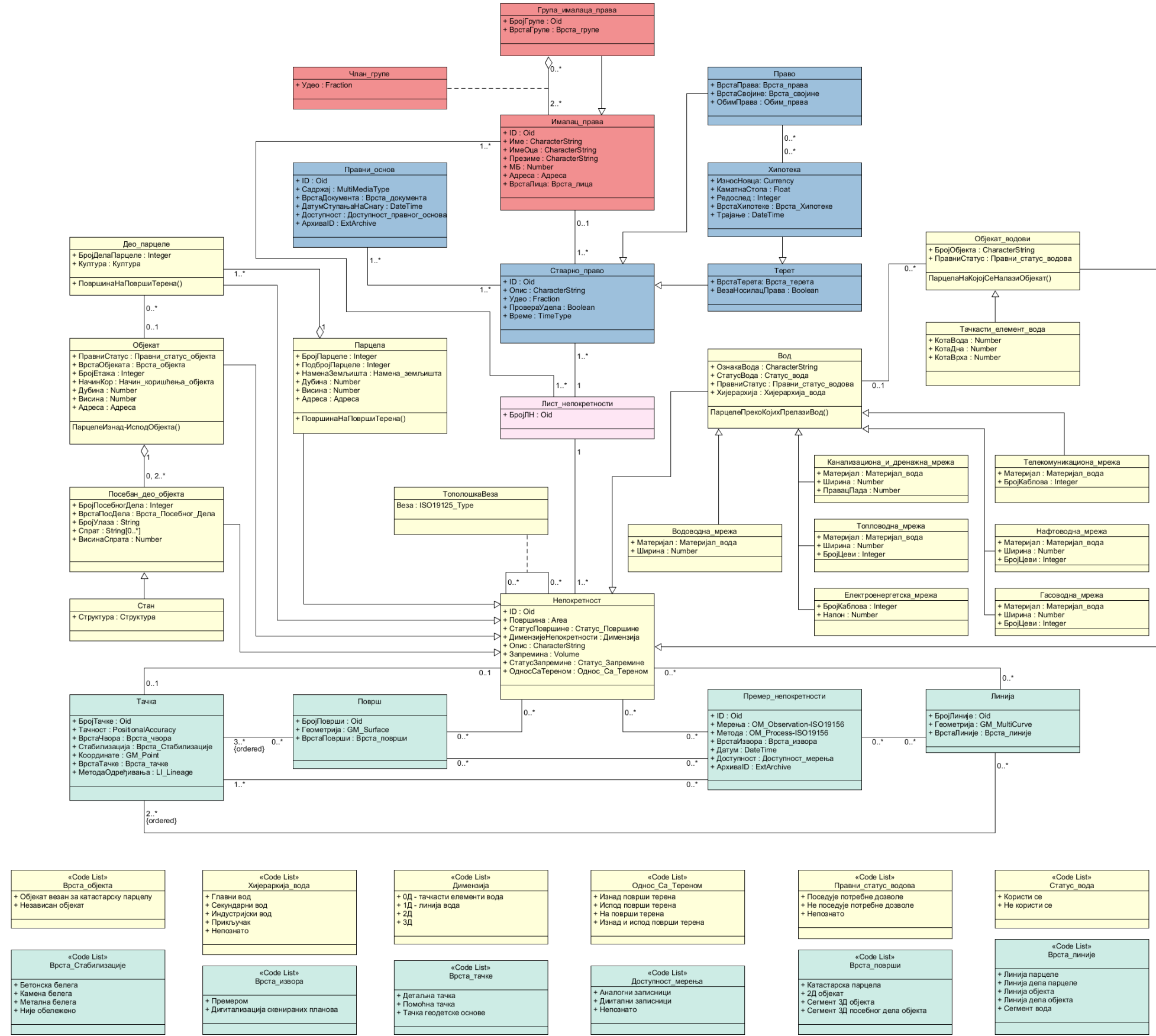
- + Градско грађевинско земљиште
- + Земљиште у грађевинском подручју
- + Грађ. земљиште изван грађ. подручја
- + Пољопривредно земљиште
- + Шумско земљиште
- + Јавно грађевинско земљиште
- + Остало грађ. земљ. у државној својини
- + Остало грађ. земљиште у својини
- + Остало земљиште

«Code List»
Начин_коришћења_објекта

- + Стамбена зграда
- + Породишна стамбена зграда
- + Пословна зграда
- + Помоћна зграда
- + Тунел
- + Мост
- + Надвожњак

«Code List»
Структура

- + Гарсоњера
- + Једнособан стан
- + Једнокитосан стан
- + Двоособан стан
- + Трособан стан



«Code List»
Врста_права

- + Својина
- + Право коришћења
- + Корисник
- + Право закупа (граф), земљишта
- + Право прече куповине

«Code List»
Врста_својине

- + Приватна
- + Јавна
- + Задружна
- + Мешовита
- + Други облици својине

«Code List»
Врста_терета

- + Право пролаза
- + Право плодуживања
- + Право откупа
- + Забелеба
- + Хипотека
- + Право пролаза вода

«Code List»
Врста_групе

- + ЛН_група
- + Супружници
- + Породица
- + Удружење

«Code List»
Материјал_вода

- + Ливена гвоздена цев
- + Азбестоцементна цев
- + Зидани канал
- + Азбестна цев
- + Бетонска цев - канал
- + Керамичка цев
- + Пластична цев
- + Челична цев
- + Дуктил ливена цев
- + Подицквана цев

«Code List»
Култура

- + Њива
- + Врт
- + Воћњак
- + Виноград
- + Ливада
- + Пањњак
- + Шума
- + Трстик-мочвара
- + Неплодно
- + Земљиште под објектом
- + Простор око објекта

«Code List»
Статус_запремине

- + Званична запремина
- + Није примењива
- + Непозната

«Code List»
Статус_површине

- + Званична површина
- + Није примењива
- + Непозната

«Code List»
Врста_Посебног_Дела

- + Стан
- + Заједничке просторије
- + Пословни простор
- + Гаража
- + Улаз у подземни објект

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Ненад Вишњевац рођен је 15.03.1989. године у Сарајеву. Основну школу завршио је у Требињу 2003. године. Средњу геодетску школу је завршио 2007. године такође у Требињу. Грађевински факултет Универзитета у Београду, Одсек за геодезију и геоинформатику, уписао је 2007. године а завршио 2010. године са просечном оценом 9.13. Исте године уписао је мастер студије, студијски програм Геоинформатика на Грађевинском факултету Универзитета у Београду. Мастер студије је завршио 2012. године са просечном оценом 10.00. Одбранио је мастер рад под насловом „Имплементација топологије за просторне податке коришћењем Microsoft SQL сервера“ дана 20.09.2012.

Школске 2012/2013. године уписао је докторске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, Одсек за геодезију и геоинформатику. У међувремену положио је све испите предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10.00.

Од 2010. до 2012. био је студент демонстратор на Грађевинском факултету, Универзитета у Београду на предметима: Геоинформатика 2 и Фотограмetriја и даљинска детекција 2. Од 2013. је запослен на Грађевинском факултету, Универзитета у Београду као асистент - студент докторских студија на предметима: Катастар непокретности 1, Катастар непокретности 2, Уређење земљишне територије, Геодезија у просторном планирању и урбанизму, Геодезија у уређењу простора, Комасација - напредни курс. Током тог периода учествовао је у изради и реализацији 9 стручних пројеката. Активно учествује у креирању и унапређењу наставног плана и програма.

До сада је, као аутор или коаутор, објавио бројне стручне и научноистраживачке радове у страним и домаћим научним часописима и међународним научним конференцијама из области катастра, комасације и ГИС-а.

Говори, чита и пише енглески језик. Није ожењен.

ИЗЈАВЕ

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Ненад Вишњевац

Број индекса: 918/12

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОДАТАКА 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, _____

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Ненад Вишњевац

Број индекса: 918/12

Студијски програм: Геодезија и геоинформатика

Наслов рада: РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОДАТАКА 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

Ментор: проф. др Бранислав Бајат, дипл. инж. геод.

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, _____

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

РАЗВОЈ МОДЕЛА ПОДАТАКА 3Д КАТАСТРА НЕПОКРЕТНОСТИ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.