



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

GEODEZIJOS IR KADASTRO KATEDRA

Eimantas Plavinskas

**LIETUVOS 2D NEKILNOJAMOJO TURTO KADASTRO SISTEMOS
KONVERSIJA Į 3D
LITHUANIAN 2D REAL PROPERTY CADASTER SYSTEM CONVERSION
INTO 3D**

Baigiamasis magistro darbas

Geodezijos ir kartografijos studijų programa, valstybinis kodas 6211EX036

Geografinių informacinių sistemų specializacija

Matavimų inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2020

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Geodezijos ir kadastro katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Geodezijos ir kartografijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Lietuvos 2D nekilnojamojo turto kadastro sistemos konversija į 3D**

Autorius **Eimantas Plavinskas**

Vadovas doc. dr. **Jūratė Sužiedelytė Visockienė**

Kalba

☒ X

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjama 3D nekilnojamojo turto kadastro sistemos koncepcija, dabartinės 2D Lietuvos kadastro sistemos konversijos į 3D galimybės pagal kitų pasaulio šalių patirtį. Atskleidžiami dabartinės 2D Lietuvos kadastro sistemos trūkumai. Pateikiami 3D kadastro sistemos galimi privalumai ir paaiškinamas konversijos reikalingumas. Siūlomi konkretūs ir būtini su kadastru susijusių įstatymų bei matavimo taisyklių pakeitimai, reikalingi kuriant Lietuvos 3D kadastro sistemą. Sukurtas 3D kadastro žemėlapių prototipas, pateikiami pavyzdžiai, kaip galėtų atrodyti kadastro objektai 3D kadastro žemėlapyje. Atskleidžiamos 2D duomenų integravimo į 3D kadastro žemėlapių problemos ir sprendimo būdai. Išnagrinėjus mokslinę literatūrą ir pritaikius praktines žinias, pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir pasiūlymai.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, literatūros apžvalga, teorinė dalis, praktinė dalis, išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 67 puslapiai teksto be priedų, 20 paveikslų, 10 lentelių, 53 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: 3D nekilnojamojo turto kadastras, 3D nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis, 2D kadastro sistemos konversija į 3D.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of **Environmental Engineering**
Department of **Geodesy and Cadastre**

ISBN ISSN
Copies No.
Date-.....-.....

Master's thesis of the **Geodesy and Cartography** study program

Title **Lithuanian 2D real property cadaster system conversion into 3D**

Author **Eimantas Plavinskas** Academic supervisor doc. dr. **Jūratė Sužiedelytė Visockienė**

Language

☒ Lithuanian
☐ foreign

Annotation

The final master's thesis examines the concept of 3D real estate cadastre system, the possibilities of conversion of current 2D Lithuanian cadastral system into 3D according to the experience of other countries of the world. The limitations of the current 2D Lithuanian cadastral system are revealed. The possible advantages of the 3D cadastral system are presented and the need for conversion is explained. Specific and necessary amendments to the laws and measurement rules related to the cadastre required for the development of the Lithuanian 3D cadastre system are proposed. A prototype of a 3D cadastral map has been created, providing examples of how cadastral objects could look like on a 3D cadastral map. Problems and solutions of 2D data integration into 3D cadastral map are revealed. After analyzing the scientific literature and applying practical knowledge, the conclusions and suggestions of the final work are presented.

The work consists of 6 parts: introduction, literature review, theoretical part, practical part, conclusions and suggestions, references.

Thesis consists of – 67 pages text without attachments, 20 pictures, 10 tables, 53 bibliographic sources.

Keywords: 3D real estate cadastre, 3D real estate cadastral map, conversion of 2D cadastral system to 3D.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	10
ĮVADAS	11
LITERATŪROS APŽVALGA	13
1. KADASTRO SISTEMOS	16
1.1. Lietuvos kadastro sistema ir nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis	16
1.2. Lietuvos 3D modeliai ir jų pritaikymas 3D kadastrui	23
1.3. 3D kadastro sistemos koncepcija.....	26
1.4. Užsienio šalių kadastro sistemos	31
2. LIETUVOS 2D NEKILNOJAMOJO TURTO KADASTRO SISTEMOS KONVERSIJA Į 3D	39
2.1. 3D kadastro sistemos pagrindiniai aspektai ir teisės aktų koregavimas	39
2.2. 3D kadastro žemėlapio prototipo kūrimas.....	45
2.2.1. Žemės sklypų integravimas į 3D kadastro sistemą.....	46
2.2.2. Pastatų integravimas į 3D kadastro sistemą	48
2.2.3. Kitų statinių integravimas į 3D kadastro sistemą	55
2.2.4. Patalpų integravimas į 3D kadastro sistemą	56
2.3. 2D ir 3D kadastro žemėlapių palyginimas	59
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	61
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	63

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Kadastro žemėlapis (plano) dalies ištrauka	17
1.2 pav. Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis naudotojai	18
1.3 pav. Pastato vaizdas vietovėje ir kadastrinių matavimų planai	20
1.4 pav. Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis rengimo ir tikslinimo pagrindo duomenų sandara (sudaryta autoriaus pagal Lietuvos erdvinės...2020)	22
1.5 pav. (1) 3D Panevėžio miesto modelis (šaltinis: Panevėžio..., 2020); (2) 3D Klaipėdos rajono modelis (šaltinis: Hnit-Baltic, 2016); (3) 3D Vilniaus miesto modelis (šaltinis: Vilniaus..., 2020) .	24
1.6 pav. 3D kadastro koncepcija (sudaryta autoriaus pagal Ding et al., (2017)).....	26
1.7 pav. Kadastro sistemos idėja (sudaryta autoriaus pagal M.Karabin'ą (2014)).....	29
1.8 pav. 3D sklypų atskyrimas nuo paprasto žemės sklypo (sudaryta autoriaus pagal M.Karabin'ą (2014))	30
1.9 pav. Australijos Viktorijos valstijos nuosavybės teisių, naudojimo apribojimų, kitų prievolių 3D kadastro sistemos prototipas (šaltinis: State..., 2020).....	31
2.1 pav. 3D erdvinio sklypo suformavimo pavyzdys	43
2.2 pav. 3D erdvinio sklypų suformavimo pavyzdys	44
2.3 pav. 3D servituto arba apribojimo pavyzdys	45
2.4 pav. Žemės sklypų ribų atvaizdavimas 3D kadastro žemėlapyje: (a) 2D projekcijoje; (b) 3D reljefo modelyje su topografiniu sluoksniu; (c) 3D reljefo modelyje su ortofotografiniu sluoksniu;	47
2.5 pav. LOD detalumo lygiai (šaltinis: F. Biljecki et al., 2016)	49
2.6 pav. 3D kadastro žemėlapyje sugeneruoti 3D pastatai	49
2.7 pav. Interaktyvus 3D pastatas	50
2.8 pav. 3D inžineriniai tinklai	55
2.9 pav. Inžineriniai tinklai reljefo modelyje	56
2.10 pav. 2D aukštų planai 3D kadastro žemėlapyje.....	57
2.11 pav. 2D ir 3D kadastro žemėlapių palyginimas.....	59

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Įvairių pasaulio šalių (arba regionų) kadastro sistemų požymiai.....	33
1.2 lentelė. Įvairių pasaulio šalių (arba regionų) kadastro registracijos ypatumai	36
1.3 lentelė. Tunelių registracija įvairiose Europos šalyse	37
2.1 lentelė. Žemės sklypo savininko teisių turinio pakeitimai civiliniame kodekse	39
2.2 lentelė. Žemės įstatymo pakeitimai	40
2.3 lentelė. Nekilnojamojo turto kadastro įstatymo pakeitimai.....	41
2.4 lentelė. Nekilnojamojo turto registro įstatymo pakeitimai	42
2.5 lentelė. Pastatų išdėstymo plano sudarymo taisyklių siūlomi patobulinimai	51
2.6 lentelė. Pastatų aukšto plano sudarymo taisyklių siūlomi patobulinimai.....	58
2.7 lentelė. 2D ir 3D kadastro žemėlapių palyginimas.....	60

IVADAS

Dvimatė (2D) nekilnojamojo turto kadastro sistema jau daugelį metų yra naudojama Lietuvoje ir kitose pasaulio šalyse. Tokia sistema pilnai tenkino visuomenės, valstybinių institucijų poreikius. Tačiau sparčiai didėjant populiacijai atsirado ypač didelis poreikis statyti statinius (požeminius prekybos centrus, aikšteles, tunelius ir t. t.) sunaudojant kuo mažiau vietos. Todėl tobulėjant technologijoms, spartėjant urbanizacijai, sudėtingėjant statinių konstrukcijoms, atsiranda vis daugiau persidengiančių nekilnojamojo turto objektų skirtinguose erdviniuose sluoksniuose. Vienas iš pagrindinių 2D nekilnojamojo turto kadastro sistemos trūkumų yra tai, kad kadastro objektai registruojami ir atvaizduojami pagal plotą ir tik horizontalioje projekcijoje. Tačiau žmonės juos supančią erdvę ir aplinką suvokia trijose dimensijose, todėl ypatingai tiems, kurie nėra geodezijos, architektūros ar kitų su kadastru susijusių sričių specialistai, 2D žemėlapiai gali būti sunkiai suprantami. Kadangi infrastruktūra tendencingai plėtojasi ne tik į šonus, tačiau ir į žemės gelmes bei aukštį, darosi aišku, kad (2D) nekilnojamojo turto kadastro sistema nebetenkina žmonių poreikių ir būtų tikslinga sukurti trimatę (3D) erdvinę nekilnojamojo turto kadastro sistemą (Park et al., 2010).

3D nekilnojamojo turto kadastro sistemos sukūrimas apima ne tik inovatyvų kadastro objektų atvaizdavimą 3D kadastro žemėlapyje, tačiau taip pat daug kitų teisinių ir technologinių aspektų pasikeitimų. Šiais laikais, kai mokslas sparčiai tobulėja, atsiranda įvairios inovacijos, daugelis sričių turi greitai adaptuotis ir priimti naujoves. Ne išimtis yra ir nekilnojamojo turto kadastras bei visa su juo susijusi politika.

Temos aktualumas. Didėjant urbanizacijai vis daugiau nekilnojamojo turto kadastro objektų persidengia skirtinguose erdviniuose sluoksniuose, tačiau dabartinėje 2D kadastro sistemoje objektus registruoti ir atvaizduoti galima tik horizontalioje projekcijoje. Šis sistemos trūkumas yra reikšmingas, todėl norint sukurti šių laikų situacijoms pritaikytą ir geriau funkcionuojančią 3D kadastro sistemą, pirmiausia svarbu ištirti konversijos teisinius ir technologinius aspektus.

Temos naujumas. Darbo tema yra sąlyginai nauja visame pasaulyje, nes dar nėra šalies, kurioje būtų pilnai įdiegta ir funkcionuojanti 3D kadastro sistema. Lietuvoje iki šiol nagrinėta tik kai kurių kadastro objektų konvertavimo į 3D žemėlapius galimybės, 3D miestų modelių pritaikymo aspektai, tačiau visos kadastro sistemos konversijos galimybės į 3D analizę neatlikta. Todėl baigiamojo darbo tema Lietuvoje yra moksliskai nauja, pasiūlant 3D nekilnojamojo turto kadastro sistemos koncepciją.

Tyrimo objektas. 3D nekilnojamojo turto kadastro sistemos koncepcija, pritaikymo galimybės, jos reikalingumas ir pranašumai prieš dabartinę 2D kadastro sistemą. Esminiai susijusių teisės aktų pakeitimai, 3D kadastro žemėlapio prototipo sukūrimas.

Teorinė ir praktinė reikšmė. Baigiamajame darbe yra pateikiami 3D nekilnojamojo turto kadastro sistemos sukūrimo pavyzdžiai, galimai kylančių problemų sprendimo būdai, siūlomi galiojančių teisės aktų konkretūs pakeitimai, pagrindžiamas sistemos tobulinimo reikalingumas, todėl darbo rezultatai labiausiai svarbūs valstybinėms institucijoms, kurios yra atsakingos už kadastro sistemos priežiūrą ir plėtrą. Taip pat darbo rezultatai gali būti naudingi mokslinei bendruomenei, specialistams, kurie prisidės prie 3D kadastro sistemos kūrimo.

Baigiamojo darbo tikslas – ištirti Lietuvos 2D nekilnojamojo turto kadastro sistemos konversijos galimybes į 3D.

Šiam tikslui pasiekti, keliami uždaviniai:

1. Išanalizavus kitų šalių gerąją praktiką pasiūlyti galimą Lietuvos 3D kadastro sistemos koncepciją ir pagrindinių teisės aktų pasikeitimus;
2. Sukurti 3D nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių prototipą ir išanalizuoti kadastro objektų integravimo problemas;
3. Palyginti 2D ir 3D nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių savybes.

Darbą sudaro: įvadas, literatūros apžvalga, darbo teorinė dalis, darbo praktinė dalis, išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 67 puslapiai, jame yra 10 lentelių ir 20 paveikslų. Bibliografinį aprašą sudaro 53 šaltiniai.

LITERATŪROS APŽVALGA

Tarptautinė Matininkų Federacija (angl. International Federation of Surveyors – FIG) jau prieš daugelį metų yra pateikę siūlymą, kaip būtų galima apibrėžti kadastro sąvoką. Tuomet kadastras buvo apibrėžiamas kaip žemės naudojimo administravimo sistema, dažniausiai valdoma šalies valdžios institucijų. Kadastras suteikdavo informaciją nekilnojamojo turto sandoriuose ir pagerindavo šių sandorių efektyvumą ir patį nuosavybės teisių saugumą. Kadastras dažniausiai yra sklypų pagrindu veikianti sistema. Pavyzdžiui, informacija yra geografiškai susijusi su unikaliais, aiškiai apibrėžtais žemės vienetais. Šie vienetai yra apibrėžiami formaliomis arba neformaliomis ribomis, kurios nurodo savininkams jų sklypo vietą. Kiekvienas sklypas turi unikalų kodą. Tačiau šiais laikais kadastro informaciją privatus ir valstybinis sektorius naudoja dėl daug didesnių tikslų, pavyzdžiui, teritorijų planavime, žemėtvarkoje, aplinkos stebėjime ir t. t. (FIG, 1995).

Lietuvoje nekilnojamojo turto kadastro sąvoka yra apibrėžta Lietuvos Respublikos nekilnojamojo turto kadastro įstatyme (Lietuvos..., 2000b): tai - „susistemintas ir metodiškai sutvarkytas nekilnojamųjų daiktų grafinių ir atributinių duomenų rinkinys (valstybinėje koordinacių sistemoje), saugomas kompiuterių laikmenose“.

Kadastras yra tokia sistema, kuri atlieka svarbų vaidmenį teritorijų planavime ir netgi daro įtaką visai šalies ekonomikai. Kadastro sistema kaupia duomenis apie nekilnojamąjį turtą. Tai yra pagrindas teisiniams aspektams, tokiems kaip nuosavybės teisės, ir taip pat fiskaliniams, tokiems kaip žemės apmokestinimas. Taip pat kadastras yra vienas iš svarbiausių aspektų teritorijų planavimui ir vystymuisi. Norint suprasti, kaip būtų galima patobulinti kadastro sistemą, pirmiausia reikia išanalizuoti kadastro procesus. Taip pat svarbu nustatyti tikslų kadastro poreikį šalyje, konkrečiose disciplinose. Turi būti stengiamasi patenkinti visų kadastro sistemos vartotojų lūkesčius. Tobulinant kadastro sistemą ir procesus, vartotojai turėtų tiesiogiai pajauti naudą ir didesnę našumą (greičiau, patogiau, geriau įvykdomos užduotys). Kadastras yra trijų skirtingų socialinių poreikių įgyvendinimo pagrindas (Navratil & Frank, 2004). Kadastro sistemos sukurtos dėl:

- Poreikio užtikrinti nuosavybės teises į nekilnojamąjį turtą;
- Nustatyti sklypų savininkams mokesčius, priklausomai nuo valdomo sklypo dydžio ir kitų specifikacijų;
- Teritorijų planavimo užduotims spręsti;

Būtų sunku įsivaizduoti vakarų kultūros šalį, kurioje visuomenė neturėtų teisių į nekilnojamąjį turtą. Nekilnojamieji daiktai tai yra ne tik ekonominis turtas, tačiau visų pirma pats nuosavybės teisių saugojimas suteikia tapatybės ir priklausymo bendruomenei jausmą, kuris persipina su visos demokratijos ir žmogaus laisve (Enemark, 2010). Ir būtent nekilnojamojo turto kadastre bei registre

yra kaupiama ir sisteminama ši svarbi informacija. Todėl net gali būti teigiama, kad tinkamai veikianti kadastro sistema tiesiogiai užtikrina nuosavybės teisių saugumą (Enemark, 2010).

2018 metų FIG publikacijoje, federacijos prezidentas, profesorius Chryssy Potsiou (2018) teigė, kad sklandus nekilnojamojo turto objektų nuosavybės teisių registracijos procesas tampa vis svarbesniu komponentu, siekiant tvaraus vystymosi žemės ir kito nekilnojamojo turto sektoriuose visose Jungtinių Tautų organizacijos valstybėse, ypač jų urbanizuotose vietovėse. Dabartinėms kadastro sistemoms reikalingos pertvarkos. Jos turi nuolat vystytis, kad galėtų prisitaikyti prie nuolat vykstančių įvairių tendencijų: spartėjanti urbanizacija, demografiniai pokyčiai, visuomenės skirtumai, skaitmeninių paslaugų integracija ir transformacija, ekonominiai pokyčiai, aplinkos išsaugojimas ir pan.

Net ir šiais laikais kadastro sistemų pagrindas vis dar dažniausiai yra žemės sklypai. Nuo pat pradžių to visiškai užtekdamo kadastro funkcionavimo poreikiams patenkinti. Konkrečiai Lietuvoje, žemės sklypas – teritorijos dalis, turinti nustatytas ribas, kadastro duomenis ir įregistruota Nekilnojamojo turto registre (Lietuvos..., 1994), yra lengvai atpažįstamas registracijos procese, tenkinantis tiek žemėlapių sudarytojų, tiek registracijos įrašų sudarytojų poreikius. Vystantis technologijoms, į kadastro sistemą buvo nuolat įtraukiami nauji funkcionalumai ir ji toliau sėkmingai atitiko žemėtvarkos ir kitų disciplinų poreikius. Tačiau dėl visuomenės poreikių, sudėtingumo, kurį reikia pritaikyti, kadastras vis tobulėjo iki tiek, kad nebepavyksta įgyvendinti visų užsibrėžtų tikslų. 3D kadastro objektų registravimas yra vienas iš jų. Dėl geometrijos sudėtingumo objektai, apimantys vieną ar daugiau žemės sklypų, sukūrė techninių ir teisinių iššūkių (Karki et al., 2010).

Dėl tobulėjančių technologijų, populiacijos didėjimo ir urbanizacijos spartėjimo miestuose atsiranda vis didesnių bei sudėtingesnių, persidengiančių statinių, o prie esamo teisinio reguliavimo ir technologinių aspektų, kadastro sistema nepajėgs užtikrinti visų paskirtų funkcijų. Ypač svarbu tai, kad pasaulinė sveikatos organizacija (PSO) paskelbė, kad 2015 metais 54 proc. pasaulio populiacijos gyveno urbanizuotose vietovėse, 2030 metais padaugės iki 60 proc., o 2050 metais 66 proc. (Pasaulio sveikatos organizacija..., 2020). Taip pat reikia pažymėti, kad tuo pačiu didėja ir bendras populiacijos dydis, todėl ateityje žmonių skaičius miestuose dar labiau padidės. Tuo tarpu Lietuvoje, 2019 metais miestuose gyveno 67,1 proc. žmonių, o kaimuose tik 32,9 proc. (Oficialiosios statistikos portalas, 2019). Todėl remiantis tokiais skaičiais, daroma išvada, kad kadastro sistemos tobulinimo ir pritaikymo šiuolaikinėms reikmėms poreikis tik didės.

Nors pasaulyje dar nėra daug bent dalinai veikiančių 3D kadastro sistemos pavyzdžių, tačiau apie 3D kadastro koncepciją mokslinėje literatūroje tyrimų randama net nuo 1990 metų, su įvairiais pritaikymo privalumais ir pavyzdžiais (Kitsakis et al., 2016).

Dabartinėje kadastro sistemoje, nuosavybės teisės į kadastro objektus galima turėti nepriklausomai nuo to ar jie yra žemiau ar virš žemės paviršiaus. Tačiau tai, kad keli objektai, kurie

perdengia vienas kitą skirtinguose sluoksniuose ir yra valdomi skirtingų asmenų, praktikoje gali sukelti nemažai neaiškumų. Pažengus statybų technologijom, pastatai statomi iš vis sudėtingesnių konstrukcijų, netradicinių formų, todėl įprastas (2D) kadastro modelis tampa neefektyvus trijų dimensijų (3D) situacijose (Kaiwen & Minhua, 2009). Todėl pagal Stoter ir kitus (2011), nekilnojamojo turto, kuris yra skirtinguose sluoksniuose registracija 3D kadastre kuo toliau, tuo labiau sulaukia dėmesio, nes atsiranda vis daugiau ir daugiau situacijų, kai 2D kadastro sistemoje objektų registracija tampa problematiška.

Kadastro sistemos šiai dienai nėra tinkamos susidoroti su vis sudėtingesnėmis nuosavybės teisių ribomis, apribojimais ir kitomis prievolėmis, susijusiomis su žeme. Dauguma egzistuojančių kadastro sistemų remiasi paradigma, kilusia prieš šimtmečius, todėl ši paradigma turėtų būti persvarstyta ir pritaikyta šiuolaikiniam pasauliui. Naujos tezės persvarsto centrinę kadastrinės registracijos paradigmą pagal dimensijų praplėtimą (iš 2D į 3D) (Stoter, 2004).

1. KADASTRO SISTEMOS

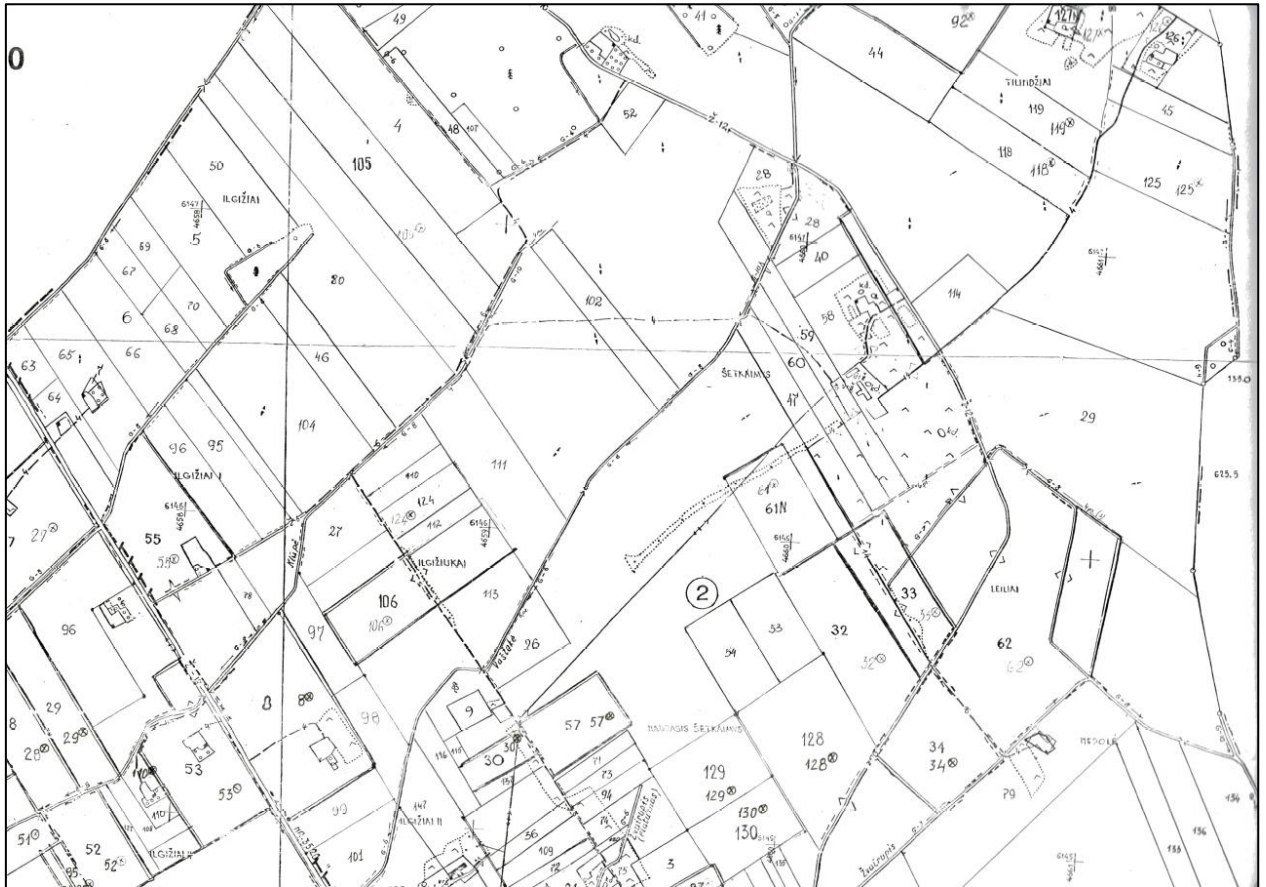
1.1. Lietuvos kadastro sistema ir nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis

Lietuvai atgavus nepriklausomybę, veiksmingai žemės fondo apskaitai ir nekilnojamojo turto civilinei apyvartai įgalinti, buvo būtinas bendras nekilnojamojo turto kadastras ir registras, jis turėjo pakeisti tarybinio laikotarpio sistemą, kurioje žemės administravimas ir statinių administravimas buvo atskirti (Kasparevičius, 2012). O tam, kad būtų galima registruojamus nekilnojamojo turto kadastro objektus efektyviai kaupti, juos analizuoti, reikalingas sistemingas duomenų rinkinys – nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis.

Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapio sąvoka Lietuvos įstatymuose pradėta naudoti net kai nebuvo sukurto visos Lietuvos vieningo skaitmeninio kadastro žemėlapio. Pavyzdžiui, 1992 metų Lietuvos Respublikos valstybinio žemės kadastro nuostatuose (Lietuvos..., 1992) teigiama, kad Lietuvos Respublikos valstybinį žemės kadastrą be kitų duomenų sudaro ir valstybinio žemės kadastro žemėlapiai (planai). Valstybinio žemės kadastro rodiklių grafinei išraiškai pateikti sudaromi žemės kadastro žemėlapiai (planai), kurių mastelis priklauso nuo informacijos detalumo. 1994 metų Žemės įstatyme (Lietuvos..., 1994) galiojo nuostata: „registruojant žemės sklypus ir žemėnaudas, rengiami ir tikslinami žemės kadastro žemėlapiai, kuriuose pažymimi įregistruoti žemės sklypai ir kiti nekilnojamojo turto bei gamtos objektai, turintys įtakos žemės sklypo vertei ir žemės naudojimo sąlygoms“.

Kadastro žemėlapiai buvo rengiami pasirinkus reikiamą mastelį, o kaimo vietovėje tai dažniausiai buvo M1:10000, miestuose ar kitose urbanizuotose teritorijoje M1:500 – M1:2000. Rajoniniai žemėtvarkos skyriai pagal žemės sklypų planus ar žemės reformos žemėtvarkos (ar jiems prilyginamus) projektus turėdavo papildyti kadastro žemėlapį rankiniu būdu.

Taigi, kadastro žemėlapiai buvo rengiami beveik nuo Lietuvos Respublikos nepriklausomybės atkūrimo, tačiau tokie žemėlapiai nepasižymėjo nei dideliu tikslumu nei tarpusavio suderinamumu. Pateikiamas Raseinių rajono vienos iš kadastro vietovės, kadastro žemėlapio (plano) pavyzdys (1.1 pav.).



1.1 pav. Kadastro žemėlapis (plano) dalies ištrauka

Pažymėtina, kad pats skaitmeninis Lietuvos Respublikos nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis pradėtas kurti tik 1995 m. Jo pagrindas buvo pirminiai analoginiai kadastro žemėlapiai. Juos digitalizavus gautas pirminis skaitmeninis kadastro žemėlapis. Dėl tuometinės metodikos trūkumų ir techninių galimybių trūkumo, kadastro žemėlapyje buvo labai daug neatitikimų, todėl pagrindinis jo tobulinimas ir tvarkymas užsitęsė net iki 2002 metų. Skaitmeninio Lietuvos kadastro žemėlapis gerinimas ir pildymas vyko nuolat. Pavyzdžiui, pažymint kadastro žemėlapyje žemės sklypus buvo sugalvota dėl didesnio tikslumo kaip pagalbinę medžiagą naudoti ortofotografijas, kad būtų išvengta dažnai pasitaikančių, akivaizdžių klaidų, kai sklypas kerta stabilius vietovės objektus ir t. t. Šiek tiek vėliau buvo pradėtas naudoti ir Lietuvos Respublikos georeferencinis pagrindas, kuris dar labiau padėjo sumažinti akivaizdžių klaidų tikimybę. Tačiau net kai kadastro žemėlapyje esančių klaidų sumažės iki minimumo, dėl nuolat tobulėjančių technologijų ir atsirandančių galimybių, kadastro žemėlapis turės būti nuolat tobulinamas.

Pagal Nekilnojamojo turto kadastro įstatymą (Lietuvos..., 2000b) nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis naudojamas teritorijų planavimo, žemėtvarkos projektų rengimo darbams, kitiems kadastrams bei registrams, nustatant nekilnojamojo turto apmokestinimą ir kitais tikslais. Tačiau potencialių naudotojų yra žymiai daugiau. Paveiksle 1.2 pateikiami nekilnojamojo turto kadastro

žemėlapiu naudotojai, nors pažymėtina, kad tai yra tik pagrindiniai subjektai, o realių naudotojų yra žymiai daugiau.



1.2 pav. Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapiu naudotojai

Pagal teisės aktus nekilnojamojo turto kadastro objektai turi būti atvaizduojami skaitmeniniame nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje. Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis – nekilnojamojo turto kadastro grafinė dalis, kurioje parodoma nekilnojamojo turto kadastre įrašytų nekilnojamųjų daiktų vieta ir ribos valstybinėje koordinatų sistemoje (Lietuvos..., 2000b). Pagal Lietuvos Respublikos civilinę teisę daiktai, kaip civilinės teisės objektai, būna dviejų rūšių: kilnojamieji ir nekilnojamieji (Lietuvos..., 2000a). Kilnojamuosius daiktus galima perkelti iš vienos vietos į kitą, nepažeidžiant pačio daikto ir nesumažinant jo vertės. Priešingai, nekilnojamieji daiktai yra iš esmės nejudinami, kurių negalima paprastai perkelti nepakeitus paskirties ar nesumažinus daikto vertės. Nors civilinėje teisėje vartojama sąvoką „nekilnojamas daiktas“, kituose teisės aktuose vartojama „nekilnojamojo turto“ sąvoka reiškia tą patį.

Nekilnojamojo turto kadastro objektai skirstomi į tris tipus:

1. Žemės sklypai (teritorijos dalis, turinti nustatytas ribas, kadastro duomenis ir įregistruota Nekilnojamojo turto registre);
2. Statiniai, kurių statybai reikalingas statybą leidžiantis dokumentas:
 - 2.2. pastatai (apdengtas stogu statinys, kurio didžiausią dalį sudaro patalpos);

2.3. inžineriniai statiniai (susisiekimo komunikacijos (visų rūšių transporto ir pėsčiųjų judėjimui skirti statiniai), inžineriniai tinklai (statinio statybos sklype (išskyrus statinio vidų) ir už jo ribų nutiesti komunaliniai ar vietiniai vandentiekio, nuotekų šalinimo, šilumos, naftos, dujų ar kito kuro, technologiniai vamzdynai, elektros perdavimo, energijos ir elektroninių ryšių tinklai kartu su maitinimo šaltiniais ir įrenginiais), kanalai, taip pat visi kiti statiniai, kurie nėra pastatai);

3. Patalpos (sienomis ir kitomis atitvaromis apribota statinio erdvė).

Duomenų įrašymą reglamentuoja po įstatyminis teisės aktas – Nekilnojamojo turto kadastro nuostatai. Šiuose nuostatuose detalizuojama, kad nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje žymima (Lietuvos..., 2002):

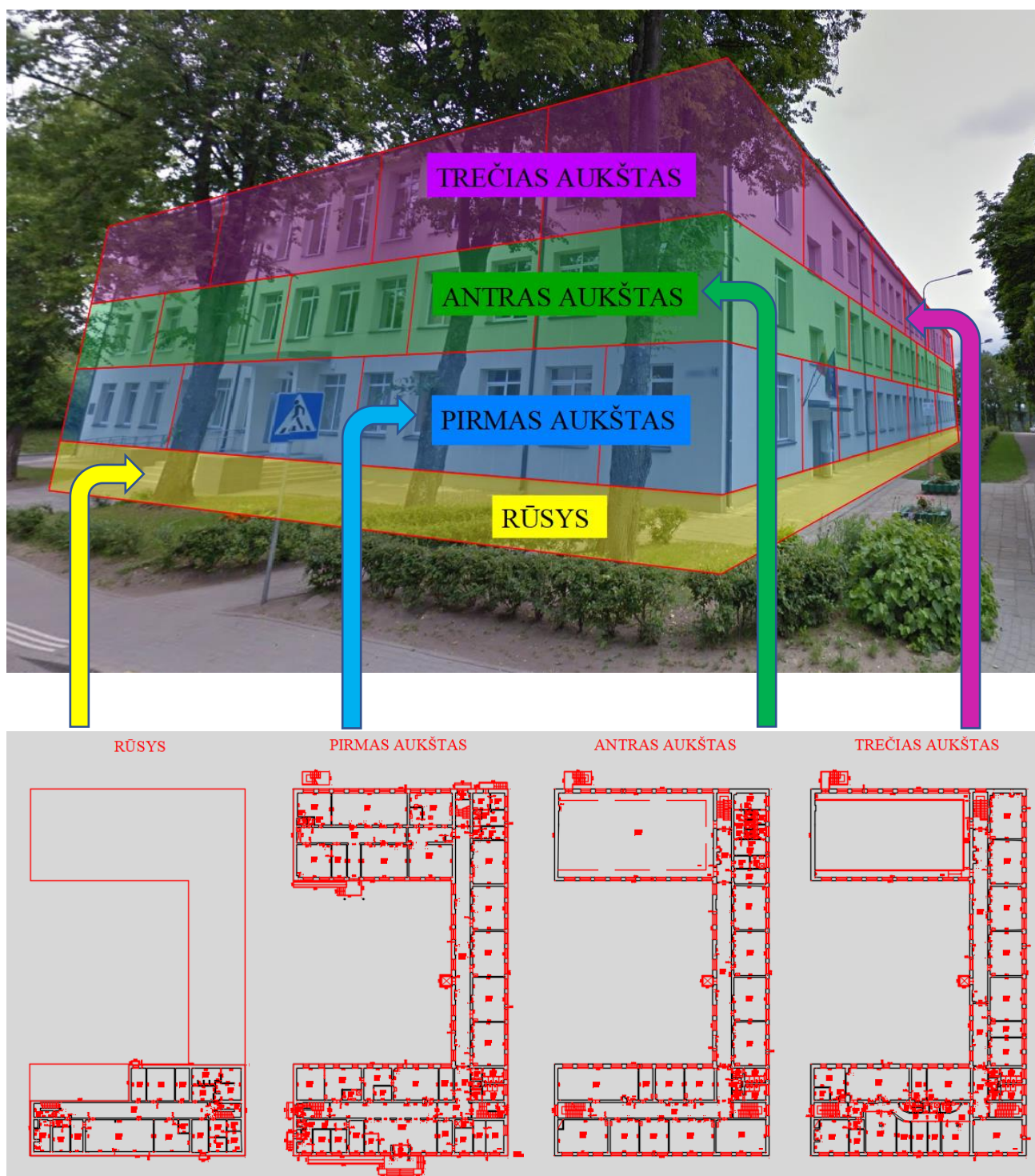
1. Žemės sklypo ribų posūkio taškų koordinatės valstybinėje koordinačių sistemoje, nustatytas kadastrinių matavimų metu arba vektorizuojant planus;
2. Pastatų kontūrų ar pastatų centrų taškų koordinatės valstybinėje koordinačių sistemoje;
3. Inžinerinių statinių kontūrų ar ašinių linijų, jų pradžios, pabaigos ir posūkio taškų koordinatės valstybinėje koordinačių sistemoje.

Be Nekilnojamųjų daiktų, taip pat kadastro žemėlapyje yra ir kiti pagrindiniai grafiniai sluoksniai (Lietuvos..., 2002):

- Georeferenciniai duomenys: vektorinė ar rastrinė kartografinė medžiaga; valstybinio ir vietinio geodezinio pagrindo taškų, susietų su valstybine koordinačių sistema, koordinatės ir kita šiuos taškus apibūdinanti atributinė informacija;
- Administracinių vienetų ribų, pavadinimų, kodų;
- Gyvenamųjų vietovių ribų, pavadinimų, kodų;
- Kadastro vietovių ribų, pavadinimų, kodų;
- Kadastro blokų ribų, pavadinimų, kodų;
- Nekilnojamojo daikto rinkos verčių, nustatytų masinio vertinimo būdu, zonų, pavadinimų, kodų.

Išaiškėja labai svarbi aplinkybė: nors nekilnojamojo turto kadastro įstatyme nurodyta, kad nekilnojamojo turto kadastro objektai yra žemės sklypai, statiniai (pastatai ir inžineriniai statiniai) ir patalpos bei nurodoma, kad šie objektai turi būti atvaizduojami kadastro žemėlapyje, po įstatyminiame teisės akte – Kadastro nuostatuose, kuris turi nurodyti tikslesnį nekilnojamojo turto kadastro įstatymo straipsnių įgyvendinimą, nurodyta, kad kadastro žemėlapyje pažymimi tik žemės sklypai, pastatai, inžineriniai statiniai, t.y. be patalpų. Taigi, po įstatyminis teisės aktas pilnai neįgyvendina nekilnojamojo turto kadastro įstatymo. Tačiau kodėl taip yra, galima surasti racionalų paaiškinimą. Akivaizdu, kad dabartiniame, dviejų dimensijų (2D) nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje patalpas pažymėti būtų sunkiai įgyvendinama užduotis. Pavyzdžiui, paprastas 3 aukštų

daugiabutis pastatas toje pačioje projekcijoje turėtų net 3 persidengiančias patalpas o pridėjus rūšio patalpas skaičius padidėtų iki 4, todėl 2D kadastro žemėlapyje tokių patalpų pavaizduoti neįmanoma. Tokios situacijos pavyzdys pateikiamas paveiksle (1.3 pav.).



1.3 pav. Pastato vaizdas vietovėje ir kadastrinių matavimų planai

Nors ši problema sprendžiama atskirų patalpų 2D planų sudarymu, tačiau vieno modelio, kuriame būtų matyti visos persidengiančios patalpos – nėra. Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje

yra žymimas tik pastato centro taškas, be kontūrų, o patalpos visai neatvaizduojamos. Svarbu pažymėti, kad tokiu atveju, kai 2D erdvėje objektai persidengia, 3D modelyje ši problema būtų išsprendžiama.

Iš esmės Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis yra išvestinis produktas, nes yra rengiamas kitų duomenų bazių, registrų, dokumentų pagrindu. Nekilnojamojo turto kadastro įstatyme nurodyta, kad Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis rengiamas ir tikslinamas naudojantis (Lietuvos..., 2000b):

1. Georeferencinių duomenų bazėmis;
2. Nekilnojamojo turto registro duomenimis;
3. Nekilnojamojo daikto formavimo procese sudarytais dokumentais, kurie yra pateikti nekilnojamojo daikto kadastro duomenims įrašyti;

Todėl sprendžiant Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapio tobulinimo, t.y. 2D žemėlapio konversijos į 3D klausimą, pirmiausia reikia išnagrinėti esamų pagrindo duomenų tobulinimo arba papildomų erdvinių duomenų rinkinių panaudojimo galimybes.

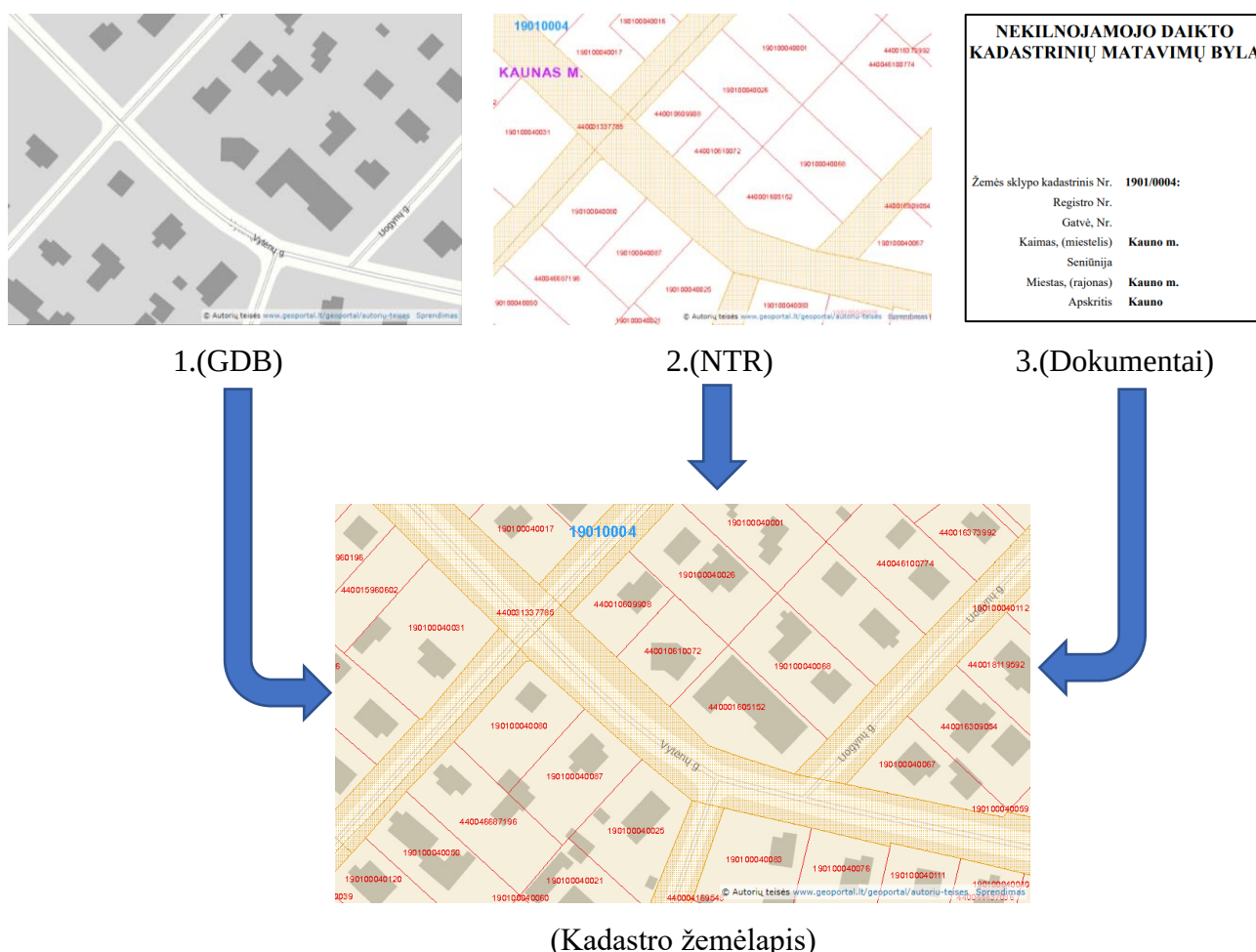
1. Georeferencinių duomenų modeliai yra visų žemėlapių rinkinių pagrindas. Jis susideda iš realaus pasaulio objektų. Realų pasaulį sudaro visi natūralūs gamtiniai (miškas, upė, pieva ir kt.) bei dirbtiniai antropogeniniai (pastatas, kelias, vamzdynas ir kt.) objektai. Realus pasaulis sudarytas iš daugybės duomenų. Galima teigti, kad įvairių duomenų bazių projektavimas gali būti vadinamas realaus pasaulio modeliavimu. Taigi, stabilūs realaus pasaulio objektai sudaro georeferencinių duomenų modelį. Valstybinių erdvinių duomenų rinkinių ir žemėlapių sąrašė patvirtintas vienas iš svarbiausių erdvinių duomenų rinkinių - Lietuvos Respublikos teritorijos georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys (GDR) (Lietuvos..., 2017). Rinkinyje kaupiama informacija apie: kelių ir gatvių ašinės linijas, geležinkelių ašinės linijas, hidrografinių objektų ašinės linijas, aukštos įtampos elektros perdavimo linijas, dujotiekio vamzdynus, naftotiekio vamzdynus, plotines žemės naudmenas ir vandens telkinius, pakilimo takų ašinės linijas, vandens telkinių krantų ribas, pastatų dengiamą teritoriją, aeronavigacines kliūtis, geodezinio pagrindo taškus, administracines ribas, savivaldybių teritorijas, saugomas teritorijas, kraštovaizdžio objektų teritorijas, kultūros paveldo objektus, miškų kvartalines linijas, užtvankų vietas, reljefo aukščius, kitus gamtinius ir antropogeninius (mastelinius ir nemastelinius) objektus, nomenklatūrinius lapus. Kitas - georeferencinio pagrindo kadastro erdvinių duomenų rinkinys (GRPK) Geodezijos ir kartografijos įstatyme (Lietuvos..., 2001) apibrėžtas kaip reikalingas rinkti, kaupti, apdoroti, sisteminti, saugoti ir teikti duomenis apie gamtinius ir antropogeninius objektus: kelių ašinės linijas, gatvių ašinės linijas, geležinkelių ašinės linijas, upių ir upelių ašinės linijas, kanalų ir melioracijos griovių ašinės linijas, ežerų ir tvenkinių ribas, pastatų ribas, miškų naudmenų ribas, žemės ūkio naudmenų ribas, geodezinio pagrindo

punktus, žemės paviršiaus (aukščio) taškus. Taip pat yra ir kiti specialieji duomenų sluoksniai. Šie du georeferenciniai modeliai yra dabartinio Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių pagrindas.

2. Nekilnojamojo turto registro duomenys yra dar viena Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių sudedamoji dalis. Nekilnojamojo turto registrą sudaro nekilnojamųjų daiktų registro įrašai (Lietuvos..., 1996). Registre yra įrašomi visi reikiami nekilnojamojo turto kadastro duomenys, daiktinės teisės, kiti duomenys bei žymos. Informacija apie nekilnojamąjį daiktą yra kaupiama tiek tekstiniu, tiek grafiniu (padėtis valstybinėje koordinatų sistemoje) formatu.

3. Nekilnojamojo daikto formavimo procese sudaryti dokumentai yra trečioji nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių rengimo ir tikslinimo pagrindo dalis. Tai yra visi dokumentai, kurie susiję su nekilnojamojo daikto suformavimu, padalijimu, atidalijimu, sujungimu, perdalijimu ir yra pateikti nekilnojamojo daikto kadastro duomenims įrašyti.

Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių sandara pateikta paveiksle (1.4 pav.).



1.4 pav. Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapių rengimo ir tikslinimo pagrindo duomenų sandara (sudaryta autoriaus pagal Lietuvos erdvinės...2020)

Poskyryje išnagrinėti pagrindiniai Lietuvos nekilnojamojo turto kadastro teisiniai aspektai, sandara, sistemos aspektai.

1.2. Lietuvos 3D modeliai ir jų pritaikymas 3D kadastrui

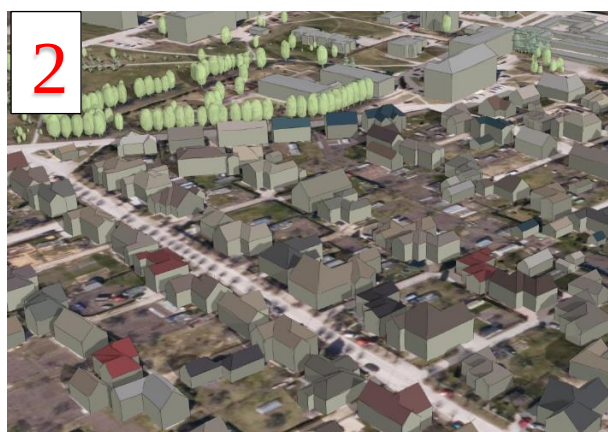
Pirmoji pradėjusi viešų Lietuvos 3D žemėlapių kūrimą yra įmonė „Hint-Baltic“. 2016 metais pristatytas pirmasis Lietuvos teritorijos 3D žemėlapis. Vertinant iš dabartinės perspektyvos ir remiantis pasauliniais pasiekimais, jis nėra labai išskirtinis dėl savo panaudojimo galimybių ir tikslumo, tačiau Lietuvoje jis žymi svarbią pradžią 3D žemėlapių kūrime. Pagal viešai prieinamą informaciją užteko panaudoti atskirus valstybinius erdvinių duomenų rinkinius ir pavyko sukurti trimatį modelį. Šiame žemėlapyje pagrindą sudaro 3D skaitmeninis reljefo modelis ir trimačiai pastatai. Pradėjus nuo tokių paprastesnių produktų, patirtį galima panaudoti ir vystant 3D kadastro projektą.

Nors kai kurios pasaulio šalys yra sukūrus tinkamą teisinę sistemą, įdiegę 3D kadastro žemėlapi, tačiau kol kas dar nėra šalies, kuri visiškai pilnai naudotų 3D kadastro sistemą (Spirou-Sioula et al., 2011). Kaip daugelyje pasaulio šalių, taip ir Lietuvoje, nevykstant greitai visos valstybės 3D kadastro sistemos sukūrimo procesui, nemažai miestų savivaldybių imasi iniciatyvos ir kuria savo teritorijos 3D modelius. Šių modelių kūrimo tikslai yra labiausiai orientuoti į darnesnę urbanizuotų teritorijų planavimą, investicijų pritraukimą, viešumą ir kt.

Vienas iš pirmųjų Lietuvoje 2017 metais sukūrus 3D miesto modelį yra Panevėžys. Su dronais atlikus dešimtis tūkstančių nuotraukų, automatizuotos fotogrametrijos būdu, sugeneruotas 3D modelis. Ilgai netrukus, ši miesto investicija pradėjo teikti naudą tiek gyventojams, tiek verslui, tiek pačiai savivaldybei. Gyventojai gali daug patogiau stebėti mieste vykstančius projektus, įsitraukti į miesto raidą, verslas gali lengviau suplanuoti būsimus projektus, investicijas, o savivaldybė 3D modelio pagalba gali lengviau pritraukti investicijas, konkuruojant su kitais miestais. Maža to, tobulėjant modeliui, savivaldybei atsirado galimybė organizuojant architektūrinius konkursus, sąlygose nurodyti, jog projektinius pasiūlymus teikti tiesiai į 3D miesto modelį. Tokiu būdu projektus galima nagrinėti interaktyviu būdu, analizuoti kaip statiniai įsilieja į miesto aplinką ir netgi juos stebėti virtualioje realybėje (1.5 pav.). 2019 metais šis projektas įtrauktas į tarptautinius metų infrastruktūros projektų apdovanojimus („Year in Infrastructure Awards“). Tai padeda miestui tapti labiau žinomam, patraukliam.

Kitas, labai pažangus ir detalumu pasižymintis 3D Vilniaus miesto modelis (1.5 pav.), sukurtas naudojant panašias technologijas kaip Panevėžio miesto projekte, tačiau turintis papildomų galimybių. Pavyzdžiui, į modelį integruoti įvairių vykstančių projektų planų (detaliųjų, techninių) erdviniai duomenys. Didėjant projektų viešumui, gali būti efektyviai apsaugomas viešasis interesas, sumažinama klaidų tikimybė, įtraukiama visuomenė, suteikiama būtina informacija kietiems projektuotojams bei investuotojams.

Lietuvoje taip pat 3D miesto modeliu yra sukurta ir kitose miestuose: Klaipėdoje, Palangoje, Trakuose, Radviliškyje, Anykščiuose ir kitur. Akivaizdu, kad kiekvienas miesto modelis reikalauja nemažų investicijų. Viešai skelbiama, kad Vilniui sukurti žemėlapių kainavo apie 90 tūkst. eurų, kad Panevėžiui apie 40 tūkst. eurų, Klaipėdai apie 30 tūkst. eurų. Tačiau, tai yra tik sukūrimo kaštai. Vėliau reikia palaikyti ir prižiūrėti žemėlapių sklandų veikimą, juos atnaujinti, koreguoti ir pan. Investavimas į šiuos miestų projektus taip pat priklauso ir nuo savivaldybių požiūrio, todėl vieni miestai gali turėti pažangius 3D miesto modelius, kiti visiškai paprastus, o tretieji – investuoti nenorintys arba mažesni miestai visai neturėti. Tai gali skatinti dar didesnę atskirtį tarp didžiųjų ir mažųjų miestų. Taip pat galimai miestai praranda daug daugiau pinigų, kurdami atskirus modelius ir juos palaikydami nei būtų kuriamas vienas, bendras. Nors šios miestų iniciatyvos yra svarbios ir reikalingos, atskiri 3D miestų modeliai negali atnešti tiek daug naudos, kiek galėtų vieningas, visos šalies 3D kadastro modelis, su daug platesnėmis galimybėmis. Netgi Stoter ir Salzmann'as (2001) yra pabrėžę, kad kuriant 3D kadastro modelį, geriausia patirtį yra panaudoti iš sukurtų 3D miestų modelių.



1.5 pav. (1) 3D Panevėžio miesto modelis (šaltinis: Panevėžio..., 2020); (2) 3D Klaipėdos rajono modelis (šaltinis: Hnit-Baltic, 2016); (3) 3D Vilniaus miesto modelis (šaltinis: Vilniaus..., 2020)

Tačiau Lietuvoje progresuojama ir 3D kadastro linkme. 2018 metais VĮ „Registrų centro“ paskelbtame konkurse nurodyta „sukurti erdvinių trimačių (3D) duomenų, būtinų ūkio plėtros projektų efektyviam įgyvendinimui, parengimo, saugojimo ir valdymo technologiją“. Šis projektas turėtų apimti ne tik Nekilnojamojo turto kadastro objektų duomenų konversiją iš 2D į 3D, bet ir daugelio kitų kadastrų, registrų, savivaldybių informacinių sistemų, BIM (angl. *Building Information Modeling*) proceso metu sukuriamus statinių informacinius modelius, topografinių ir inžinerinių tinklų GIS, ir kitų duomenų bazių pateikimą vienoje trimatėje sistemoje. Nors tikimasi, kad sukurtoje sistemoje bus įdiegtas dar didesnis funkcionalumas, „ikiprekybinėse“ pirkimo sąlygose (Valstybės įmonės..., 2018) nurodyti pagrindiniai kriterijai, kuriuos siekiama įgyvendinti:

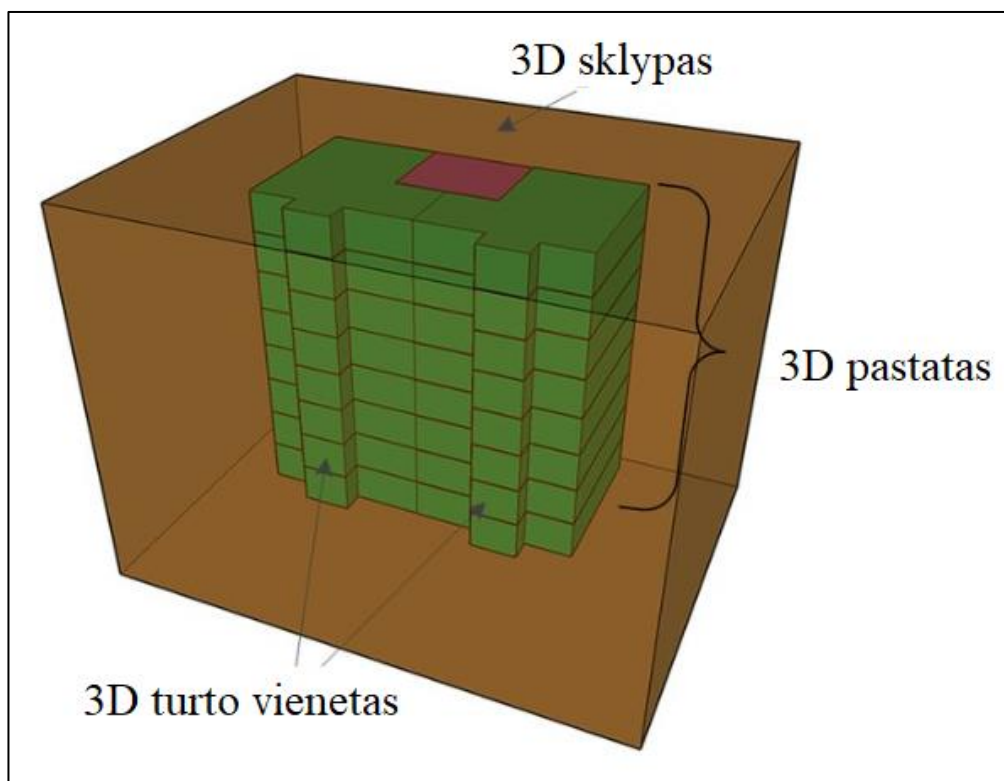
- Automatizuotas Nekilnojamojo turto kadastre kaupiamų dvimačių nekilnojamojo turto kadastro objektų erdvinių duomenų konvertavimas į trimačius;
- Antžeminių statinių ir žemės paviršiaus trimačių modelių integravimas, bei požeminių statinių (kaupiamų Nekilnojamojo turto kadastre bei savivaldybių duomenų bazėse) trimačių modelių sukūrimas ir jų pavaizdavimas bendroje REGIA aplinkoje;
- Mažesnio detalumo trimačių modelių keitimas didesnio detalumo trimačiais modeliais;
- Statinių informacinio modeliavimo (BIM) proceso metu sukuriamų statinių informacinių modelių integravimas;
- Erdvinių duomenų pokyčių istorijos dinaminis vaizdavimas, tam naudojant įvairios paskirties, skirtingų tipų ir laikotarpių archyvinę bei aktualią medžiagą: žemėlapius, geoinformacinių sistemų duomenis, geodezinių ir kadastrinių matavimų rezultatus, ortofotografinius ir palydovinius vaizdus bei duomenis, gaunamus taikant šiuolaikines lazerinio skenavimo, aerofotogrametrijos ir antžeminės fotogrametrijos metodus.
- Lazerinio skenavimo (naudojant orlaivius) metu gaunamo taškų debesies (LIDAR) duomenų apdorojimo metodų, siekiant iš taškų debesies automatizuotai išskirti pastatus, inžinerinius statinius (kelius, tiltus ir pan.), vandens telkinius, miškų masyvus, realizavimas.
- Operatyvus modeliavimas tiek išorinių (kraštovaizdžio, viešųjų ir gyvenamųjų zonų) erdvių, tiek statinių (prekybos centrų, namų ar butų, inžinerinių statinių bei požeminių komunikacijų) tūrinių (3D) išorės ir vidaus erdvių.

Įgyvendinus šį didelės apimties projektą, ilgalaikę naudą turėtų pajauti ne tik visi subjektai, susiję su architektūra, teritorijų planavimu, žemėtvarka, nekilnjamuoju turtu ir pan., bet ir daugelis kitų sričių. Iš kadastro perspektyvos, kaip parodyti ir registruoti persidengiančius objektus 2D žemėlapyje, tampa iššūkiu. Todėl 3D modelis, kuris galėtų išplėsti kadastrinę registraciją į trečiąją dimensiją, tampa būtinybe (Hao et al., 2011). Tiriant kadastro sistemos konversijos į trimatę erdvę galimybes, negalima pamiršti ir kitų, susijusių sistemų bei duomenų bazių integravimo. Kadastro žemėlapyje be pagrindinių objektų ir duomenų gali būti pateikiama ir įvairi pagalbinė informacija.

Šiais laikais kadastro sistemos plėtojamos ne tik dėl sklandžios nuosavybės teisių į nekilnojamąjį turtą registracijos, bet taip pat padeda įgyvendinti ir kitas privataus ir valstybinio sektoriaus uždutis (žemėtvarkos, teritorijų planavimo, žemės plėtros, statybų, aplinkosaugos ir kt. srityse) (Stoter, 2004). Pasak M. Hachet'o ir P. Guitton'o, (2001) kadastro duomenis sujungti su 3D modeliais urbanizuotose vietovėse ypač naudinga ir verslui. Pavyzdžiui, atsakyti į klausimą, kur geriausiai mieste atidaryti restoraną, reikia ir tokių duomenų kaip: ar restoranas bus pakankamai matomas iš transporto priemonių (neužstos jo kiti pastatai), ar bus lengva pasiekti restoraną nuo stovėjimo aikštelių ir stotelių. 3D sistema tik su nekilnojamojo turto kadastro objektais būtų ne tokia naudinga ir ne taip plačiai naudojama, todėl VĮ „Registrų centro“ iškeltos ambicingos sąlygos yra sveikintinos, nors gali kelti ir nemažai technologinių iššūkių. Pavyzdžiui, Lenkijoje 3D kadastro kūrimo progresą stabdo būtent daugelio skirtingų duomenų bazių techninių bei teisinių aspektų nesuderinamumas, dėl ko sistema nebūtų visiškai patikima (Mika & Jurkiewicz, 2018). Todėl pavykus įgyvendinti išsikeltus tikslus, tai taptų geru pavyzdžiu net ir kur kas didesnėms valstybėms.

1.3. 3D kadastro sistemos koncepcija

Objekto registracija pilnoje 3D kadastro sistemoje įgauna daug platesnę reikšmę. Į ją gali būti įtraukti plotai ir erdvės nebūtinai sutampantys su žemės nuosavybės ribomis. 3D kadastre nuosavybės teise valdomi ne fiziniai žemės sklypai, o nustatytos erdvės sluoksniai arba kitaip - 3D sklypai (1.6 pav.), kurie turi nustatytas ribas ne tik X/Y plokštumoje, o ir Z aukštyje (Stoter, 2004).



1.6 pav. 3D kadastro koncepcija (sudaryta autoriaus pagal Ding et al., (2017))

Apžvelgiant pačią kadastro žemėlapių sąvoką, ji taip pat skirtųsi nuo esamos. 3D pilnu kadastro žemėlapiu būtų galima vadinti tokį žemėlapi, kuriame būtų žymimi tūriniai objektai (tūriniai sklypai apriboti 3D ribomis) arba kitaip – 3D sklypai (Stoter, 2004).

Tačiau pasaulinėje praktikoje yra ir mišraus kadastro sprendimų. Stoter ir Salzmann'as (2003) yra išskyrę tris perėjimo į 3D kadastrą galimybes, tačiau tik pirmoji iš jų atitinka pilnos 3D kadastro sistemos apibrėžimą:

1. 2D kadastro sklypų panaikinimas ir sukuriama 3D kadastro sklypai. Nuosavybės teisės registruojamos ne žemės sklype, o apibrėžtoje 3D erdvėje (3D sklype).
2. Hibridinis sprendimas, kuriame paliekami egzistuoti 2D esami žemės sklypai ir sukuriama nauji 3D sklypai aplink 3D kadastro objektus (pavyzdžiui, pastatus).
3. Toliau plėtojamas 2D kadastras, įvedant vadinamas „3D žymes“. Toliau visas atvaizduojama dvejose dimensijose, tačiau išskirtinuose, sudėtinguose objektuose sukuriama nuorodos į dokumentus (pavyzdžiui, DWG formate), kuriuose išbraižyti ir vaizduojami objektai yra 3D.

Pilnoje 3D kadastro sistemoje yra atsisakoma dabartinės 2D sklypų koncepcijos, kuri 2D sklypą apibūdina kaip bazinį (ir vienintelį) registracijos pagrindą. 3D kadastro esmė yra nekilnojamojo turto registracija trijose dimensijose, tokiu būdu sklypą ribojant ne tik horizontalioje plokštumoje, bet ir vertikalioje dimensijoje (Karabin et al., 2018).

Panašiai teigia ir J. Stoter bei P. Oosterom (2006): 3D kontekste, žemės sklypai turi būti traktuojami kaip paviršiaus teritorija su prasitęsiančia erdve virš žemės paviršiaus arba po juo. Taip pat J. Paulson (2007) papildo, kad jeigu būtų galima vertikalčiai padalinti nekilnojamąjį turtą, tai galėtų išspręsti daug probleminių situacijų.

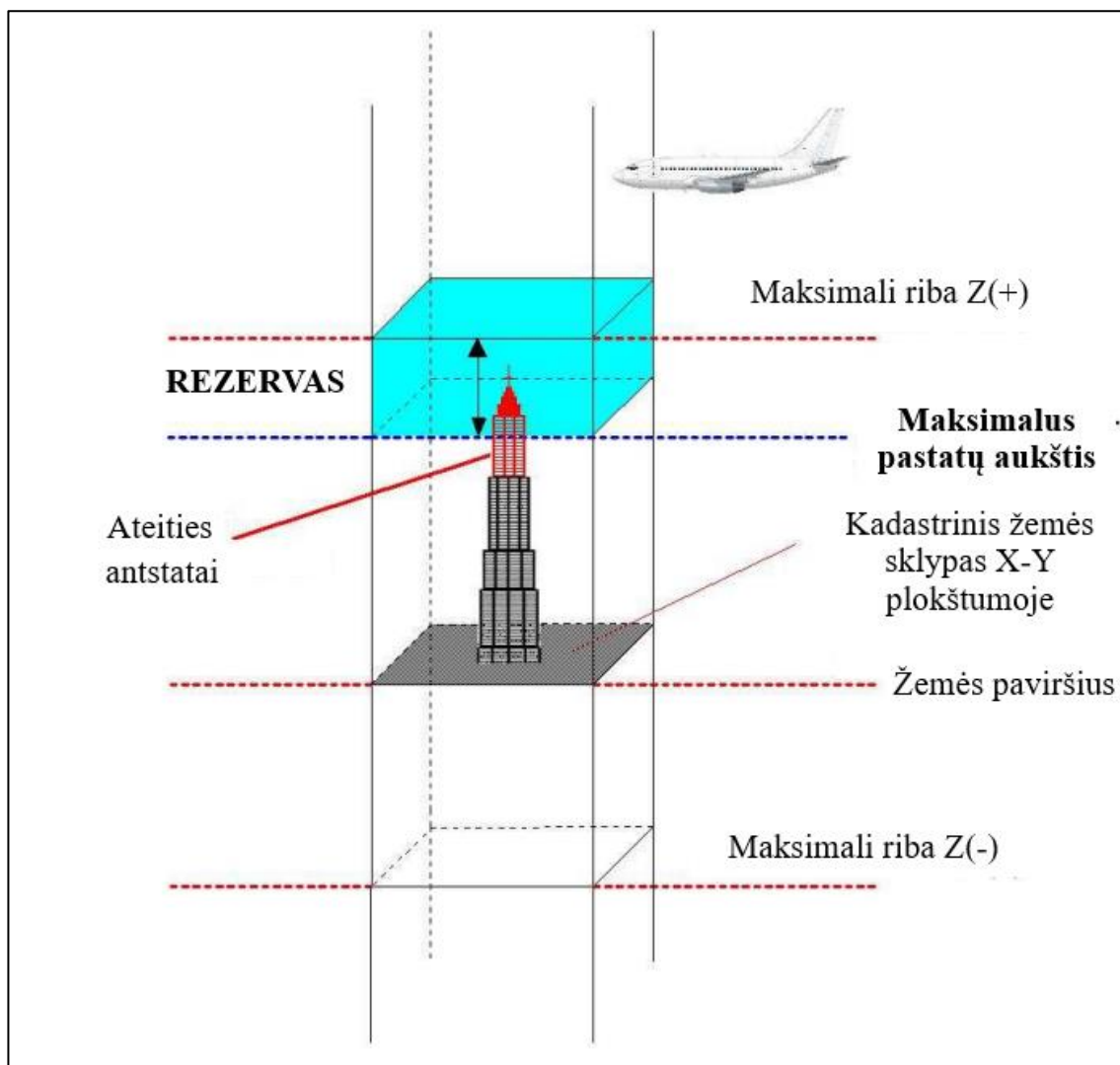
3D kadastro sistemoje nuosavybės teisės nustatomos apibrėžtų ribų 3D sklypuose, o tuo tarpu atviri (neapriboti) sklypai neegzistuoja. Toks kadastras reikalauja pakeisti teisinę sistemą ir priimti teisės aktus, kurie įvairiose teritorijose reglamentuotų norminius aukščius. Pavyzdžiui, nuosavybė galėtų būti 80 metrų žemiau žemės paviršiaus ir 300 virš žemės paviršiaus (Stoter, 2004). Tačiau žinoma, pagal kitus teisės aktus (statybos techninius reglamentus, specialiųjų žemės naudojimo sąlygų įstatymą ir kitus teisės aktus, kurie apriboja ir normuoja veiklą žemės sklype) 3D sklype nebūtų galima vykdyti veiklos, prieštaraujančios kitiems teisės aktams. Todėl tuo pačiu reikia sukurti ir 3D apribojimų mechanizmą, kuris grafiškai parodytų galimų veiklų ribas.

Visuotinai patvirtintos 3D kadastro sąvokos nėra, o J. Paasch'as ir J. Paulson (2011) yra siūlę naudoti tokį 3D nekilnojamojo turto apibrėžimą: tai toks nekilnojamasis turtas, kuris yra teisiškai apribotas tiek ir vertikalčiai, ir horizontaliai. Toks apibrėžimas 3D nekilnojamąjį turtą atskirtų nuo 2D nekilnojamojo turto ir į šį apibrėžimą būtų galima įtraukti skirtingus 3D nekilnojamojo turto objektus, priklausomai nuo šalies teisinės sistemos.

E. Kalogianis ir kiti (2020) remdamiesi atliktais mokslo darbais išskyrė ir susistemino galimus pagrindinius 3D objektus:

- Žemės paviršiaus sklypai;
- 3D sklypai;
- Pastatai/statiniai;
- Kiti požeminiai statiniai (rūsiai, automobilių stovėjimo aikštelės, sandėliai ir kt.);
- Patalpos;
- Komunaliniai tinklai (dujotiekis, šilumotiekis, vandentiekis, telekomunikacijos ir kt.);
- Infrastruktūros elementai (keliai, metro linijos ir kt.);
- Tuneliai;
- Tiltai;
- Povandeninės erdvės;
- Oro erdvės;
- Kalnakasybos erdvės;
- Natūralių gamtos išteklių erdvės;
- Kiti objektai;

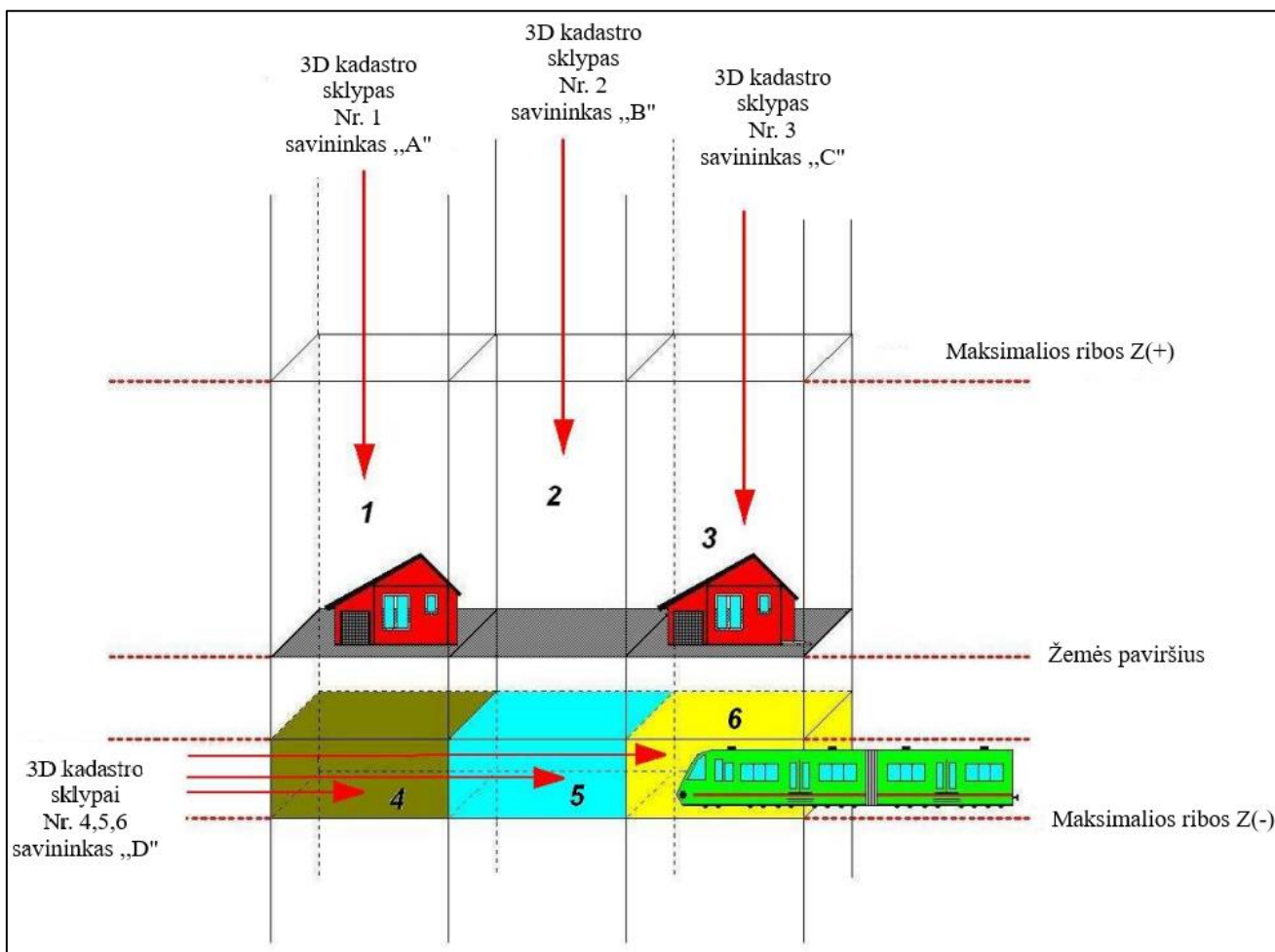
3D kadastre sklypų koncepcija yra visai kitokia nei tradiciniame 2D kadastre. M. Karabin'as (2014) siūlo nustatyti maksimalią sklypo ribą tokia aukštyje $Z(+)$, kad būtų užtikrinamas orlaivių eismo saugumas, ir kuris nebūtų susijęs su teritorijoje leidžiamais maksimaliais pastatų aukščiais. Todėl turėtų būti paliekamas tam tikras rezervas ateities konstrukcijoms ir pastatų plėtrai. Idėja pateikiama paveiksle (1.7 pav.)



1.7 pav. Kadastro sistemos idėja (sudaryta autoriaus pagal M.Karabin'ą (2014))

Paveiksle 1.7 tarp nurodomų maksimalių aukščio (Z) ribų, šios 3D erdvės savininkai galėtų būti visi ūkio subjektai, kurie dabar turi teisę valdyti paprastą 2D žemės sklypą. Virš maksimalių ribų erdvė išimtinai priklausytų tik valstybei. Tačiau, šią idėją įgyvendinti įmanoma tik jeigu bus įstatymiškai apibrėžta nuosavybės teisių į 3D erdvę sąvoka ir sukurta sistema tai pažymėti bei įregistruoti kadastrė.

Taip pat labai svarbu teisiškai reglamentuoti 3D kadastro sklypų (erdvės) atskyrimą nuo 2D kadastro sklypo (1.8 pav.). Pagal M. Karabin'ą (2014) 3D sklypai yra reikalingi įgyvendinti įvairiems investiciniams projektams, kurių statybai nereikia pirkti viso fizinio 2D sklypo, esančio žemės paviršiuje. Tokių investicinių projektų pavyzdžiu galėtų būti požeminiai geležinkelių tuneliai, požeminiai automobilių garažai ir kt.

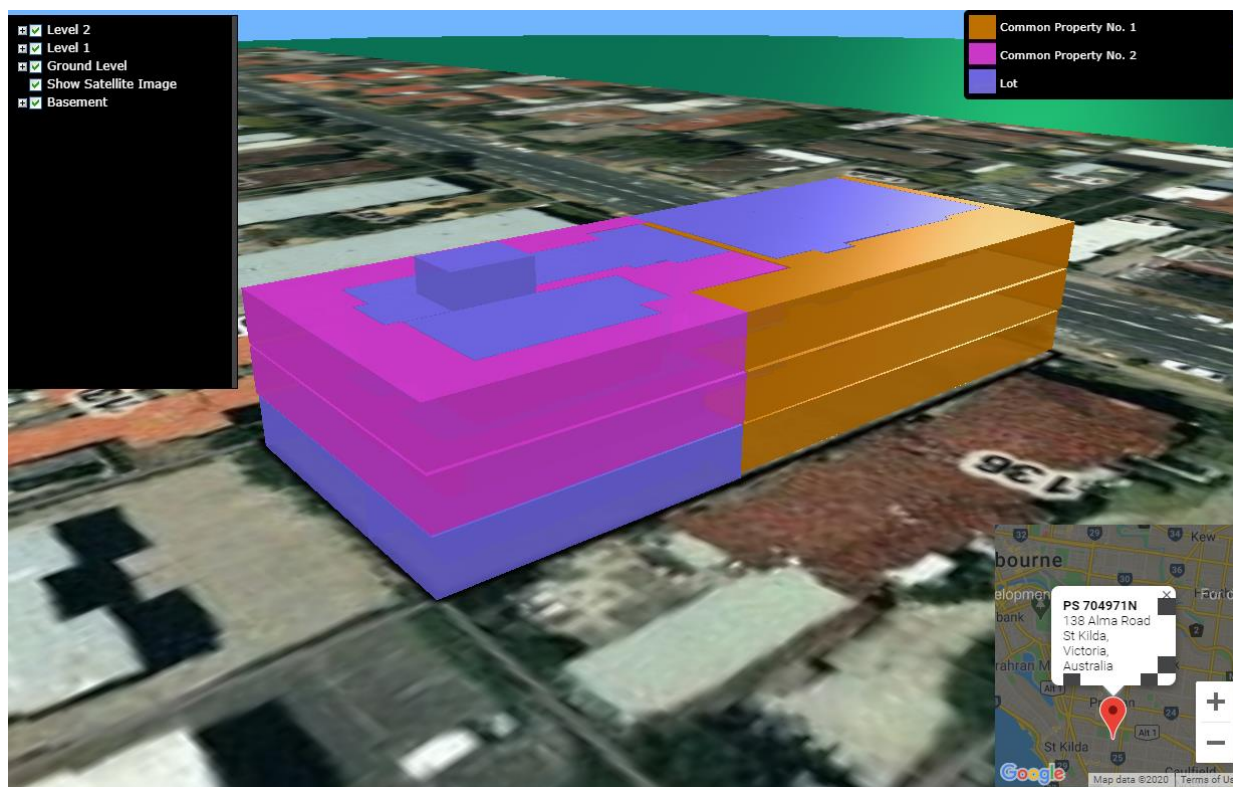


1.8 pav. 3D sklypų atskyrimas nuo paprasto žemės sklypo (sudaryta autoriaus pagal M.Karabin'ą (2014))

Paveiksle 1.8 matyti, kad potencialiam investuotojui, norinčiam įgyvendinti požeminio geležinkelio projektą, nereikėtų išpirkti visų 2D žemės sklypų, per kuriuos numatoma trasa. Tai ypač palengvintų tokio projekto įgyvendinimą. Maža to, atsirastų žymiai didesnės galimybės įgyvendinti tokio tipo projektą urbanizuotoje vietovėje, kur stovi įvairūs statiniai, pastatai. Pagal šią 3D kadastro idėją, kai 3D sklypą riboja apibrėžtos maksimalios ribos Z ir savininkai turi nuosavybės teises į šią nurodytą visą erdvę, investuotojas turėtų nusipirkti tik šių 3D sklypų dalis Nr. 4,5,6, kurios būtų suformuojamos kaip atskiras 3D sklypas. O žemės paviršiuje esantys fiziniai žemės sklypai liktų savininkams A,B,C ir šios žemės į sandorį net nereikėtų įtraukti. Žinoma, investuotojui vis tiek reikėtų įsigyti tam tikrą skaičių sklypų, esančių žemės paviršiuje, kur būtų įrengiamos statybos aikštelės, stotys ir pan., tačiau 3D kadastro sistema leistų sutaupyti daug lėšų.

Kadastriniame žemėlapyje, 3D perspektyvoje taip pat turėtų būti atvaizduojamos įvairios nuosavybės teisės, apribojimai, kitos prievolės (angl. RRRs – *rights, restrictions, responsibilities*). Kadangi, nuosavybės teisių, apribojimų, kitų prievolių vaizdavimas žemės sklypų 2D projekcijoje negali aiškiai atvaizduoti sudėtingų, persidengiančių objektų, todėl turėtų būti išplėstas į trijų

dimensijų erdvę (Kitsakis et al., 2018). Kaip tai galėtų būti atvaizduojama 3D modelyje pavaizduota 1.9 paveiksle.



1.9 pav. Australijos Viktorijos valstijos nuosavybės teisių, naudojimo apribojimų, kitų prievolių 3D kadastro sistemos prototipas (šaltinis: State..., 2020)

Taigi, poskyryje apžvelgti pagrindiniai 3D kadastro aspektai. Norint šalyje įdiegti šią sistemą reikia kruopščiai išsikelti tikslus ir veiksmų planą, nes 3D kadastro konversija apima tiek teisinius, tiek technologinius aspektus.

1.4. Užsienio šalių kadastro sistemos

Daugelyje pasaulio šalių yra sukurtos ir naudojamos įvairios nekilnojamojo turto kadastro sistemos. Yra sakoma, kad puikiai funkcionuojanti ir tinkama kadastro sistema iš esmės veikia kaip pagrindas visuomenei (Enemark, 2010). Nors visų kadastrų pagrindinė paskirtis panaši – sistemaiškai kaupti, atnaujinti duomenis ir informaciją apie nekilnojamąjį turtą, tačiau pačios kadastro sistemos yra labai skirtingos. Taip yra dėl kiekvienoje šalyje skirtingai susiklosčiusių istorinių aplinkybių, išsivystymo lygio, politinių pažiūrų ir sprendimų. Net ir valstybių, turinčių panašią istoriją, pavyzdžiui, Lietuva, Latvija, Estija, kadastro sistemos turi labai daug panašumų, tačiau vis tiek nėra identiškos.

Nei viena pasaulio šalis neturi įdiegtos pilnos 3D kadastro sistemos, apimančios visus būtinus aspektus:

- 3D sistemos teisinis įsteigimas, 3D sąvokų patvirtinimas;
- 3D sklypų įteisinimas (suformavimas, tvarkymas, tvirtinimas);
- 3D nuosavybės teisių, apribojimų, kitų prievolių registracija;
- Matavimo taisyklių sukūrimas;
- Žemės paviršiaus (2D) sklypų integravimas;

Nors 3D kadastras yra naudojamas kai kuriose šalyse arba regionuose, tačiau sistemos funkcionalumas bent vienoje srityje yra vis tiek apribotas. Pavyzdžiui, registruojami 3D erdviniai kadastro sklypai viešuosiuose registruose, tačiau neįtraukiami į 3D kadastro žemėlapi. Arba registruojami ne visi, o tik tam tikri 3D objektai: pastatai arba tik kai kurie infrastruktūros objektai (Van Oosterom et al., 2011). Nors nuo šios autoriaus išvados pateikimo praėjo beveik dešimtmetis, tačiau nepaisant žymiai daugiau išaugusios 3D kadastro paklausos, dar tik kelios šalys gali didžiuotis pilnai veikiančiomis 3D sistemomis, nors jos veikia tik tam tikruose regionuose arba su tam tikrais funkcionalumo apribojimais (Shnaidman et al., 2019). Pavyzdžiui, Kinija yra sukūrusi 3D modelius 3D sklypų vaizdavimui ir kartu su Suomija pasiekusi kitų techninių laimėjimų, Izraelis pasistūmėjo 3D kadastro teisiniuose aspektuose, kitos šalys testuoja jau sukurtas bandomąsias 3D kadastro sistemas, tačiau vieno geriausio pavyzdžio pasaulyje išskirti dar negalima.

Kadastro sistemos Europos sąjungoje yra beveik visada paremtos žemės sklypų pagrindu, neturi ženklų atskyrimo bei reguliavimo tarp kaimo ir urbanizuotų teritorijų, o urbanizuotų teritorijų (miestų) kadastras yra tik keliose šalyse. Maža to, kai kuriose šalyse už urbanizuotų teritorijų (miestų) kadastrą yra atsakinga kita ministerija nei už žemės kadastro, pavyzdžiui, Suomijoje (Comparetti, Raimondi, 2019).

Įvairių erdvinio informacinių sistemų naudojimas žemėtvarkos ir darnios plėtros vystymo tikslams auga. Pavyzdžiui, yra šalių, kur 3D kadastro sistemos sukūrimas tampa būtinybe: Vanuatu valstybės tankiuose miestų rajonuose kelių briaunos ir pastatų sienos sutampa su daugeliu kadastro ribų, atitinkamai 49% ir 35% atvejų (Luo et al., 2017). Akivaizdu, kad kuo daugiau persidengimų, tuo 2D žemėlapiai praranda efektyvumą. Tačiau kiekviena šalis sistemas kuria ir naudoja skirtingais būdais. Daugelis pasaulio šalių nuolat bando tobulinti įvairius kadastro sistemų aspektus. Taip pat siekiama lyginti kadastro sistemas, atlikti tyrimus tarp panašaus socioekonominio pažangumo šalių, siekiant išsiaiškinti gerąsias praktikas (Rajabifard et al., 2007).

Vis tik 3D nekilnojamojo turto sąvoka iki šiol nėra apibrėžta tarptautiniu mastu. Visi apibrėžimai yra sukurti nebent tiesiogiai pagal šalies specifinę teisinę sistemą. Nors taip pat yra ir su tradicinio 2D nekilnojamojo turto sąvoka. Pastebėta, kad 3D kadastro sąvoka kartais naudojama

tiesiog nusakyti pačiai kadastro ar nekilnojamojo turto registracijos sistemai, o tuo pačiu kaip bendrinis terminas trijų dimensijų nekilnojamajam turtui (Paasch, Paulsson, 2011).

Kadangi patvirtino bei visuotinai naudotino 3D nekilnojamojo turto apibrėžimo vis dar nėra, todėl sunku tiesiogiai lyginti įvairių šalių pasiekimus, tačiau didelė 18 tyrėjų komanda išnagrinėjo penkiolikos pasaulio šalių (arba regionų) kadastro sistemas bei registruojamą nekilnojamąjį turtą. Pateikiama lentelė (1.1 lentelė) naudojantis šio tyrimo duomenimis (Kitsakis et al., 2018).

1.1 lentelė. Įvairių pasaulio šalių (arba regionų) kadastro sistemų požymiai

Šalis	Sklypo tipas (2D ar 3D)	3D objektų pavaizdavimas kadastro žemėlapyje	Teisės, kurios gali būti registruojamos 3D
1.	2.	3.	4.
Argentina	2D	2D	-
Australija (Kvinslando valstija)	3D	2D arba 3D	Visos teisės registruojamos 3D. Nuosavybės, apribojimai, prievolės užregistruoti 2D, gali būti perregistruojami 3D
Australija (Viktorijos valstija)	3D	2D	Įvairios 3D nuosavybės, apribojimai, prievolės yra registruojamos, tačiau pavaizduojamos 2D diagramose
Austrija	2D	2D	-
Bulgarija	2D	2D	-
Kanada (Kvebeko provincija)	2D	2D su papildomais planais, kuriuose yra altitudė, aukštis, tūris	Bendrosios nuosavybės teisės nustatytos su altitudžių ir aukščių informacija papildomuose planuose
Kinija	2D	2D	<i>Vyksta 3D kadastro bandomasis projektas</i>

1.	2.	3.	4.
Kosta Rika	2D	2D	<i>Vyksta 3D kadastro bandomasis projektas</i>
Kroatija	2D	2.5D	Įvairios 3D nuosavybės teisės, apribojimai, prievolės, tačiau atvaizduojamos 2D diagramų pavidalu
Čekija	2D	2D	-
Graikija	2D	2D	-
Jordanija	2D	2D	-
Nyderlandai	2D	2D (keletas objektų 3D)	Priimami papildomi 3D dokumentai PDF formatu kaip priedelis prie dokumentų
Lenkija	2D	2D	-
Švedija	3D	2D (specialūs simboliai 3D nekilnojamojo turto vienetams)	Taip pat kaip 2D nekilnojamojo turto - jokių limitų 3D nuosavybės teisėms, apribojimams, prievolėms

Apibendrinant tyrimo rezultatus, iš analizuotų šalių tik Švedija ir Australijos Kvinslando bei Viktorijos valstijos yra įteisinusios 3D kadastrinio sklypo registravimą. Kitose šalyse yra tik tradiciniai 2D sklypai, sutampantys su žemės paviršiaus teritorija. 3D objektus (pastatus, įvairius kitus statinius) kadastriniame žemėlapyje su išimtimis galima atvaizduoti Australijos Kvinslando valstijoje, Nyderlanduose ir Švedijoje. Kanados Kvebeko provincijoje 3D objektai atvaizduojami dvejose dimensijose, tačiau papildomai yra pridedami planai su nurodytomis altitudėmis, aukščiais, tūriais. Kroatija atvaizduoja objektus 2.5D perspektyvoje, t.y. 2D objektai su išreikšta aukščio informacija. Įvairias nuosavybės teises, naudojimo apribojimus, kitas turtui nustatytas prievoles trijose dimensijose, be jokių limitų galima įregistruoti Švedijoje, Australijos Kvinslando valstijoje. Taip pat galima Kroatijoje ir Australijos Viktorijos valstijoje, tačiau tai atvaizduojama 2D diagramų pavidalu. Iš dalies galima ir Nyderlanduose, Kanados Kvebeko provincijoje, tačiau informacija pateikiama papildomuose planuose. Kitose tyrime dalyvavusiose šalyse arba negalima arba vyksta 3D kadastro bandomasis projektas.

Šalyse ar regionuose, kur 3D kadastras yra įteisintas, įvedant 3D kadastro sistemą, iš pradžių reikėjo apibrėžti naują nekilnojamojo turto sąvoką, naudojant 3D terminologiją, ir taip pat sukurti teisės aktus, kurie leistų pertvarkyti ir valdyti 3D nekilnojamąjį turtą 3D erdvėje (Kitsakis et al., 2018). Išnagrinėti Švedijos ir Australijos (Kvinslando ir Viktorijos regionų) atvejai rodo, kad tokie teisės aktai reikšmingai palengvina nekilnojamojo turto tvarkymą ir reglamentuoja sudėtingas, žemės sklypams nustatytas, nuosavybės teises, apribojimus ir kitas prievoles. Tačiau atsižvelgiant į 3D nuosavybės teisių, apribojimų, prievolių reguliavimo sistemos apimtį, ją reikia tobulinti įvedant 3D viešosios teisės nuostatus, keičiant kadastrinių matavimų procedūras ir duomenų įrašymą, įtraukiant 3D nekilnojamojo turto charakteristikas, taip pereinant iš 2D sistemos į 3D (Kitsakis et al., 2018).

Vis dėlto reikia pažymėti, kad 2D kadastro konversija į 3D gali būti sudėtinga ir ilga. Nors Izraelio mokslo atstovai jau nuo 21 amžiaus pradžios pradėjo aktyviai tirti 3D kadastro sukūrimo ir pritaikymo galimybes, tačiau šalyje dar iki šiol nepavyko sukurti tinkamos teisinės bazės registruoti objektus trijų dimensijų kadastre. Pagrindė dėl to, kad dar nesukurta galimybė ir teisinis būdas, kaip asmeniui perleisti valdomos srities, esančios skirtinguose erdviniuose sluoksniuose, nuosavybės teises kitam asmeniui. Keli teisiniai aspektai Izraelyje, kurie stabdo konversiją į 3D kadastrą (Adi et al., 2018):

- Neįmanoma atlikti žemės nuosavybės sandorio, perleidžiant nuosavybės teises tos žemės sklypo 3D erdvės, kuri nesutampa su žemės paviršiumi, ir kuri apibrėžta kaip žemės nuosavybė. Pavyzdžiui, tai reiškia, kad neįmanoma registruoti pastato vienam žmogui, o požeminio tunelio kitam;
- Žemės registracija apibrėžiama, kad dvimatė;
- Vertikalus erdvės padalinimas, skirtinguose erdviniuose sluoksniuose, reikalauja įteisinti trimatę registraciją.

Kita tyrėjų komanda palygino įvairių šalių teisinių nuostatų ir kadastro registracijos panašumus bei skirtumus. Pateikiama 1.2 lentelė naudojant tyrėjų gautus rezultatus (Dimopoulou et al., 2016).

1.2 lentelė. Įvairių pasaulio šalių (arba regionų) kadastro registracijos ypatumai

Šalis	Parengtos teisinės nuostatos 3D sklypų registracijai	Pagrindiniai 3D objektų vienetai
Kinija	Taip	3D nekilnojamasis turtas
Kroatija	Taip	- 2D kadastro sklypas - 2D modeliai su 2.5D žymėmis - 2D planai su 3D tekstine informacija
Graikija	Tik paviršiaus sklypams	- 2D kadastro sklypas - 3D paviršiaus sklypas skirtinguose sluoksniuose
Portugalija	Ne	- 2D kadastro sklypas
Švedija	Taip	- 3D objektų dvidimensis atvaizdavimas
Nyderlandai	Taip	- 3D atvaizdavimas PDF formatu - erdvinis vienetus su 3D skaitmeniniu brėžiniu
Trinidadas ir Tobagas	Taip	- Paviršiaus dalis su vertikaliais pjūviais

Apibendrinti rezultatai atskleidžia, kad daugelyje tyrime dalyvavusių šalių yra galiojančios teisinės 3D sklypų registracijos nuostatos. Nors teisinės nuostatos patvirtinimas dar negarantuoja praktinio įgyvendinimo. Pavyzdžiui, yra šalių, kuriose įteisinta 3D sklypų registracija, tačiau kaip pagrindinis 3D objektų vienetas yra naudojamas 2D kadastro sklypas.

Analizuojant šalis, dalyvavusias skirtinguose tyrimuose (1.1 ir 1.2 lentelės), galima apibendrinti:

- Kroatijoje nors ir parengtos teisinės nuostatos 3D sklypų registracijai, tačiau vis dar naudojami 2D sklypai su 2.5D atvaizdavimu kadastro žemėlapyje. Nors ir galima 3D teisių, apribojimų, prievolių registracija, bet pagrindinis 3D objektų vienetas yra 2D kadastro sklypas.
- Kinijoje yra įteisintos 3D sklypų registracijos nuostatos, pagrindinis 3D objektų vienetas yra 3D nekilnojamasis turtas ir šalyje yra išbandomas 3D kadastro bandomoji versija.
- Graikijoje 3D sklypų registracijos nuostatos yra patvirtintos tik iš dalies ir pagrinde yra naudojami tik 2D kadastro sklypai.

- Švedijoje jau daugelį metų yra patvirtintos 3D sklypų registracijos nuostatos ir išvystytos 3D technologijos, tačiau 3D objektai žymimi dviejose dimensijose.
- Nyderlandai turi patvirtintas 3D sklypų registracijos nuostatas, tačiau pats 3D objektų žymėjimas yra atliekamas tik papildomuose planuose ir kadastro žemėlapyje beveik neatsispindi.

Norint pastatyti statinius, pavyzdžiui, požeminius tunelius, 2D kadastro sistemoje projekto vystytojams reikia nusipirkti ar išsinuomoti virš tunelio esančius sklypus ar jų dalis. Tai yra didelis 2D kadastro sistemos trūkumas. Projektų vystytojai išsipirkinėdami sklypus ir darydami įvairias sutartis patiria dideles sąnaudas, nors paviršinio žemės sklypo savininkui giliai po žeme esantis tunelis įtakos žemės naudojimui nedaro. Ypač urbanizuotose vietovėse, kur stovi pastatai, tunelio statybos procesas gali labai užsitęsti dėl teisinių aspektų. M. Karabin'as ir kiti (2020) atliko tyrimą kaip įgyvendinama tunelių registracija įvairiose Europos šalyse, o rezultatai aprašomi 1.3 lentelėje.

1.3 lentelė. Tunelių registracija įvairiose Europos šalyse

Šalis	Ar požeminiai tunelių ribos kerta privačios nuosavybės ribas?	Ar atvaizduojama tunelių geometrija kadastro žemėlapyje?	Kaip nustatoma tunelių nuosavybės teisė, kai virš tunelio yra privatus žemės sklypas?
1.	2.	3.	4.
Austrija	Taip	Ne	Servitutai/nuoma
Bulgarija	Taip	Taip, 2D, tačiau kartais pridedami 3D planai	Servitutai/nuoma
Kroatija	Taip	Ne	Tunelio pradžios žemės savininkas valdo visą tunelį
Čekija	Taip	2D ir tik virš žemės paviršiaus esančios konstrukcijos	Servitutai/terminuota nuoma
1.	2.	3.	4.
Graikija	Taip	Ne	Jokios teisės į tunelį neregistruojamos, jeigu virš yra privatus žemės sklypas
Lenkija	Taip/Ne	Ne	Servitutai/nuoma
Slovėnija	Taip	Ne	Servitutai/nuoma
Švedija	Taip	Taip	Nepriklausoma 3D nuosavybė

Daugelyje tyrime dalyvavusių šalių statant tunelius yra sudaromos servitutų ar nuomos sutartys su žemės paviršiuje esančių sklypų savininkais dėl tunelio horizontalioje projekcijoje užimamo ploto naudojimo. Didžiausia problema projektų vystytojams kyla Graikijoje, nes jokia tunelio teisių registracija negalima, jeigu žemės paviršiuje yra neišpirktas privatus žemės sklypas. Priešingai yra Švedijoje, kur pagal tunelio užimamą plotą ir turį suformuojamas 3D erdvinis sklypas ir į jį registruojamos nuosavybės teisės. Šiuo aspektu Švedija turi geriausias teisinės sąlygas tokio pobūdžio projektams vystyti.

Taigi, yra nemažai šalių pavyzdžių, kur yra bandoma įdiegti 3D kadastro sistemą. Nors atsiranda teisinių ir technologinių iššūkių, jau yra pasaulyje pavyzdžių, kaip tas problemas būtų galima išspręsti. Nors kai kurios šalys konversiją į 3D kadastrą atlieka palaipsniui, sukurdamos tarpinį 2.5D kadastrą ar registruodamos tik įvairius 3D planus, yra valstybių kurios jau atlieka pilnos 3D kadastro sistemos bandomuosius projektus ir tik laiko klausimas, kada pilna 3D kadastro sistema pradės funkcionuoti.

2. LIETUVOS 2D NEKILNOJAMOJO TURTO KADASTRO SISTEMOS KONVERSIJA Į 3D

Baigiamajame darbe analizė atlikta kokybinio tyrimo metodu. Pagal V. Žydzūnaitę ir S. Sabaliauską (2017) kokybiniai tyrimai tyrėjui suteikia plačias galimybes nagrinėti reiškinius, sunkiai pasiduodančius kiekybiniam tyrimui, išryškinant šių reiškinių savitumą ir autentiškumą. Šiuo tyrimu siekiama kuo plačiau ir aiškiau aprašyti analizuojamos temos problematiką, koncentruotai tiriant pasirinktus objektus, taip pat pateikti konkrečius siūlymus bei įžvalgas. Išanalizuoti įvairūs teisės aktai, kurie turėtų būti koreguojami, kuriant 3D kadastro sistemą. Ištirtos 3D kadastro žemėlapių kūrimo galimybės, kylančios problemos ir sprendimo būdai, sukuriant Trakų miesto dalies 3D kadastro žemėlapių prototipą.

2.1. 3D kadastro sistemos pagrindiniai aspektai ir teisės aktų koregavimas

Kuriant 3D kadastro sistemą nebūtina naikinti dabartinės. Iš esmės tai būtų kadastro sistemos patobulinimas, sukuriant naujas taisykles ir pakeičiant sistemos koncepciją. Visos juridinės ribos liktų tos pačios, o sukuriami tik papildomi kadastro objektai bei duomenys. Remiantis kitų šalių patirtimi, kuriant 3D kadastro sistemą, pirmiausia svarbu pakeisti nekilnojamojo turto teisinę reguliavimą, iš naujo reglamentuoti įprasto žemės sklypo sąvoką ir naujai apibrėžti 3D erdvinio sklypo bei kitas sąvokas. Šalys, kurios nori sukurti 3D kadastro sistemą, taip pat turi iš naujo apibrėžti nuosavybės teisių į nekilnojamąjį turtą terminą ir pakoreguoti kitus pagrindinius teisės aktus.

Pagal M. Karabiną (2014) žemės nuosavybė turėtų būti suprantama kaip apibrėžtas 3D erdvinis objektas kadastrė. Tačiau Lietuvos Respublikos civiliniame kodekse (Lietuvos..., 2000a) galiojančios nuostatos yra pritaikytos tik 2D kadastro sistemai. Todėl siūlomi pagrindiniai pakeitimai, nurodyti 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Žemės sklypo savininko teisių turinio pakeitimai civiliniame kodekse

Straipsnio Nr.	Galiojanti nuostata	Siūloma nuostata
1.	2.	3.
4.40 str. 1 p.	Žemės sklypo savininkui nuosavybės teise priklauso viršutinis žemės sklypo sluoksnis, ant žemės sklypo esantys statiniai bei jų priklausiniai, kiti nekilnojamieji daiktai, jeigu įstatymo ar sutarties nenustatyta kitaip.	Žemės sklypo savininkui nuosavybės teise priklauso viršutinis žemės sklypo sluoksnis ir statmenai virš ir žemiau jo esanti reglamentuota erdvė, ant žemės sklypo esantys statiniai bei jų priklausiniai, kiti nekilnojamieji daiktai, jeigu įstatymo ar sutarties nenustatyta kitaip.

1.	2.	3.
4.40 str. 2 p.	Žemės sklypo savininkas į virš jo sklypo esančią oro erdvę turi tokias teises, kiek jos neprieštarauja įstatymams ir kiek būtina naudoti žemės sklypą pagal paskirtį.	Žemės sklypo savininkas virš jo žemės sklypo esančią erdvę gali naudoti tiek, kiek erdvės naudojimas susijęs su žemės sklypo paskirtimi bei naudojimo būdu ir neprieštarauja teisės aktams.
4.40 str. 3 p.	Žemės sklypo savininkas turi nuosavybės teisę į sklypo viršutinį žemės sluoksnį bei žemėje esančias naudingąsias iškasenas tiek, kiek ši teisė neprieštarauja įstatymams ir kiek būtina naudoti žemės sklypą pagal paskirtį.	Žemės sklypo savininkas žemiau jo žemės sklypo esančią erdvę gali naudoti tiek, kiek erdvės naudojimas susijęs su žemės sklypo paskirtimi bei naudojimo būdu ir neprieštarauja teisės aktams.

Dabartinė žemės sklypo sąvoka turi būti keičiama todėl, kad ribos nustatomos tik X/Y projekcijoje, o aukštis ir gylis yra beribiai. Pagal naują sampratą 3D žemės sklypui būtų nustatomas reglamentuotas maksimalus vietovės aukštis Z(+) ir gylis Z(-). 2D žemės sklypo ribas vertikalčiai pratęsus į aukštį ir gylį iki reglamentuotų maksimalių atstumų, taip būtų sukuriamas 3D žemės sklypas. Naujai reglamentuojamas 3D erdvinis sklypas. Taip pat teisės aktai turi būti patobulinti, jog sklypus būtų galima atskirti ir formuoti ne tik horizontalioje plokštumoje, bet ir vertikalioje. Žemės įstatyme siūlomos pakeisti pagrindinės nuostatos 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Žemės įstatymo pakeitimai

Straipsnio Nr.	Galiojanti nuostata	Siūloma nuostata
1.	2.	3.
1 str. 14 p.	Žemės sklypas – teritorijos dalis, turinti nustatytas ribas, kadastro duomenis ir įregistruota Nekilnojamojo turto registre.	3D žemės sklypas – teritorijos dalis, turinti nustatytas bei paženklintas riboženkliais ribas žemės paviršiuje pagal X/Y projekciją, apibrėžtą erdvę pagal teritorijoje galiojančią maksimalų aukštį ir gylį Z(+), Z(-), kadastro duomenis ir įregistruota Nekilnojamojo turto registre.

1.	2.	3.
1 str. 14 ² p.	---	3D erdvinis sklypas – iš 3D žemės sklypo atskirta erdvė, turinti nustatytas ribas (X,Y,Z), kadastro duomenis ir įregistruota Nekilnojamojo turto registre.
2 str. 20 ² p.	---	3D erdvinių sklypų formavimas ir pertvarkymas – visuma žemėtvarkos ir teritorijų planavimo veiksmų, apimančių 3D erdvinių sklypų projektavimą, kadastro duomenų nustatymą ir jų įrašymą į Nekilnojamojo turto kadastrą.

Iki šiol pagrindinis sklypo dydį apibrėžiantis duomuo yra žemės sklypo plotas. Tačiau žemės sklypų erdvę apibrėžus maksimaliu aukščiu bei gyliu, taip pat būtų galima išskaičiuoti tikslų sklypo tūrį (erdvę). Kadangi nekilnojamojo turto registre daiktinės teisės į nekilnojamąjį daiktą, šių teisių suvaržymai, juridiniai faktai gali būti registruojami tik tuo atveju, kai nekilnojamojo turto registre įregistruotas pats nekilnojamas daiktas, siūloma 3D erdvinį sklypą reglamentuoti kaip naują nekilnojamąjį daiktą ir sukurti papildomą kadastro duomenį – tūrį. Nekilnojamojo turto kadastro įstatyme siūlomi pakeitimai 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Nekilnojamojo turto kadastro įstatymo pakeitimai

Straipsnio Nr.	Galiojanti nuostata	Siūloma nuostata
5 str. 1 p.	Nekilnojamojo turto kadastro objektais laikomi nekilnojamieji daiktai: 1) žemės sklypas; 2) statinys <...>; 3) patalpa <...>;	Nekilnojamojo turto kadastro objektais laikomi nekilnojamieji daiktai: 1) 3D žemės sklypas; 2) 3D erdvinis sklypas 3) statinys <...>; 4) patalpa <...>;
6 str. 1 p. 16 pp.	Į Nekilnojamojo turto kadastrą įrašomi žemės sklypų kadastro duomenys: <...> ---	16) tūris;

Pagal Lietuvoje galiojantį teisinį reguliavimą visi pastatai ir statiniai priklauso nuo žemės sklypo. O jeigu nenurodyta kitaip, visi statiniai esantys žemės sklype priklauso sklypo savininkui. 3D kadastro sistemoje žemės sklypas ir toliau gali likti pagrindiniu kadastro sistemos objektu. 3D erdviniai sklypai turėtų atskirus unikalius numerius ir būtų registruojami Nekilnojamojo turto registre. Numeris būtų nepriklausomas nuo žemės sklypo, tačiau žemės sklypo registre turėtų atsirasti papildoma žyma ir informacija apie virš ar žemiau jo esantį 3D erdvinį sklypą. Atsižvelgiant į tai, siūlomi Nekilnojamojo turto registro įstatymo pakeitimai 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Nekilnojamojo turto registro įstatymo pakeitimai

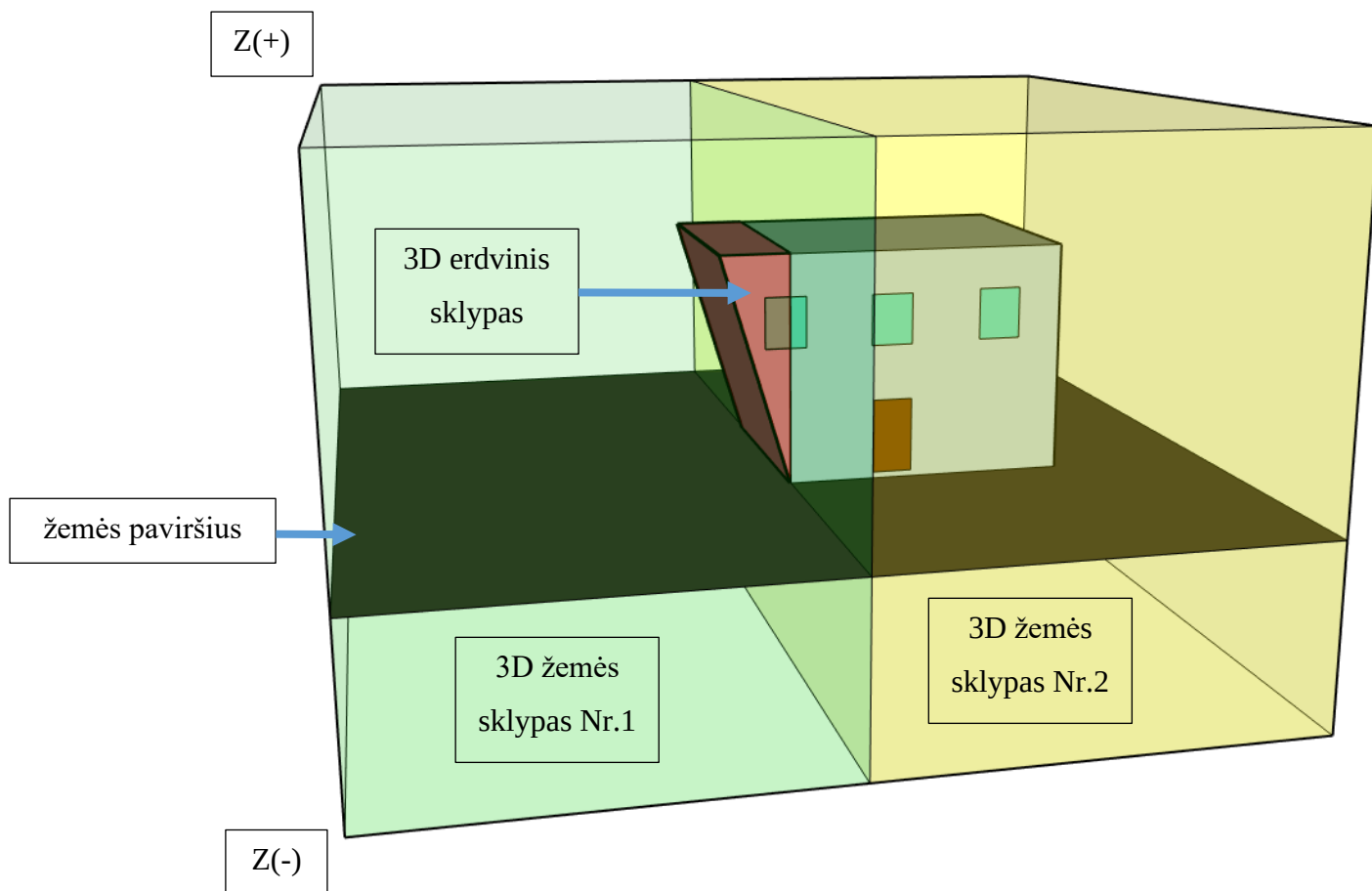
Straipsnio Nr.	Galiojanti nuostata	Siūloma nuostata
9 str. 1 p.	Nekilnojamojo turto registre registruojami šie nekilnojamieji daiktai <...>: 1) žemės sklypai; 2) statiniai; 3) butai daugiabučiuose namuose; 4) patalpos.	Nekilnojamojo turto registre registruojami šie nekilnojamieji daiktai <...>: 1) 3D žemės sklypai; 2) 3D erdviniai sklypai; 3) statiniai; 4) butai daugiabučiuose namuose; 5) patalpos.
12 str.	Nekilnojamojo turto registre registruojami šie su nekilnojamaisiais daiktais, daiktinėmis teisėmis į juos ir šių teisių suvaržymais susiję juridiniai faktai: <...>	Nekilnojamojo turto registre registruojami šie su nekilnojamaisiais daiktais, daiktinėmis teisėmis į juos ir šių teisių suvaržymais susiję juridiniai faktai: <...> 10) 3D erdvinio sklypo suformavimas žemės sklypo ribose.

3D erdvinio sklypo sukūrimo pagrindinis tikslas yra pagerinti urbanizuotų teritorijų darnios plėtros galimybes, nepažeidžiant savininkų interesų. Naujai sukuriamas 3D erdvinis sklypas negali sumažinti galimybių esamą žemės sklypą naudoti pagal paskirtį ir naudojimo būdą. 3D erdvinis sklypas gali būti kuriamas tik tuomet, jeigu žemės sklypo naudojimo galimybės nepablogės ir jame toliau bus galima vykdyti reglamentuotą veiklą. 3D erdviniai sklypai gali būti kuriami tik kai to reikia būsimiems arba esamiems statiniams eksploatuoti ir neprieštaraujant savininkams. 3D sklypų

kūrimas privalo turėti pagrįstą poreikį, reikalingą dokumentaciją, suderintą su valstybinėmis institucijomis.

Pagal dabartinę teisinį reguliavimą, asmeniui neįmanoma statyti naujo pastato ar kito statinio žemės sklype (tiek žemiau, tiek virš žemės paviršiaus), kuris jam nepriklauso, neįsigyjant to žemės sklypo dalies. Tai galimai stabdo įvairius investicinius projektus, vystytojai patiria dideles išlaidas. 3D kadastro sistemoje būtų galima statyti statinius įsigyjant tik tam reikalingą erdvę – 3D sklypą, kuri nebūtinai sutampa su žemės sklypo ribomis ar paviršiu.

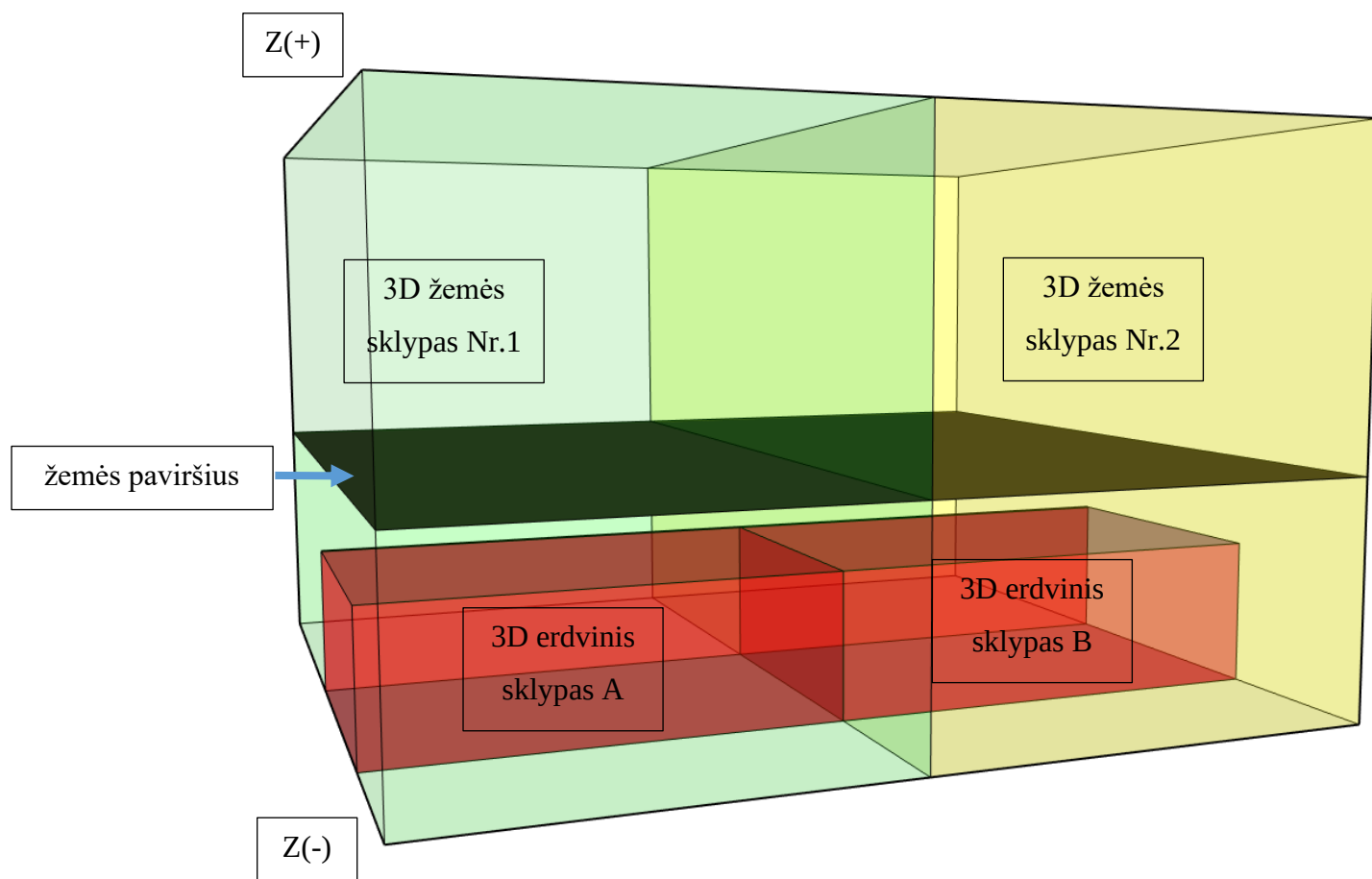
3D kadastro sistemoje, 2.1 paveiksle nurodytoje situacijoje vaizduojami du 3D žemės sklypai. Sklype Nr. 2 projektuojamo pastato viena siena patenka į gretimą sklypą Nr.1. 2D kadastro sistemoje sklypo Nr. 2 savininkui reikėtų pirkti gretimo sklypo Nr. 1 pastato dalies projekcijos užimamą plotą, tačiau 3D kadastro sistemoje užtektų nusipirkti tik fiziškai pastato užimamą tūrį arba kitaip - 3D erdvinį sklypą (raudona spalva). Sklypo Nr. 1 savininkas valdytų tą patį sklypo plotą, tik be pastato užimamos erdvės. Abiejų sklypų savininkams būtų mažesni nuostoliai.



10 pav. 3D erdvinio sklypo suformavimo pavyzdys

3D kadastro sistemoje, 2.2 paveiksle nurodytoje situacijoje vaizduojami du 3D žemės sklypai. Abiejuose sklypuose, po žemė, yra projektuojamas požeminis tunelis. 2D kadastro sistemoje šį statinį projektuojančiam subjektui iš sklypo Nr.1 ir Nr.2 savininkų reikėtų išpirkti projektuojamo tunelio projekcijos užimamą plotą, nors sklypo antžeminės dalies projektui nereikia. 3D kadastro sistemoje

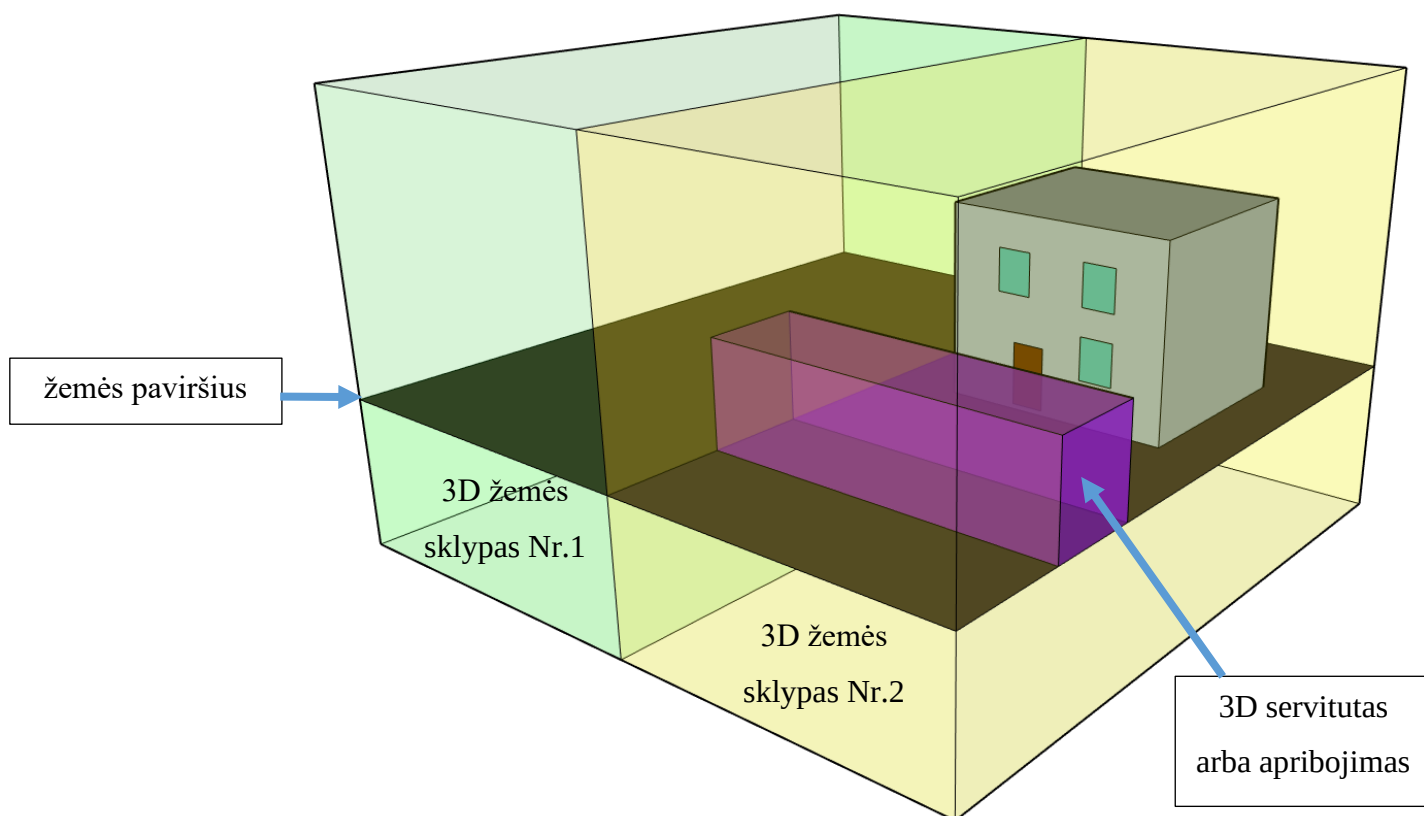
užtektų nusipirkti tik tunelio fizinėms riboms reikalingą tūrį arba kitaip - 3D erdvinį sklypą A ir B. Sklypų Nr.1 ir Nr.2 savininkai toliau valdytų tą patį sklypo plotą, visą žemės paviršiaus erdvę. Sumažėtų tik po žeme nuosavybės teise valdoma erdvė. Šiuo atveju 3D kadastro sistema investuotojui padėtų sutaupyti lėšų, o sklypų Nr.1 ir Nr.2 savininkai neprarastų virš žemės paviršiaus valdomos erdvės.



11 pav. 3D erdinių sklypų suformavimo pavyzdys

3D kadastro sklypo atskyrimas neturi pažeisti ir pakenkti 2D žemės sklypo naudojimo pagal paskirtį galimybėms. Pavyzdžiui, iš žemės ūkio paskirties sklypo atskiriama 3D erdvė negalėtų daryti neigiamos įtakos žemės ūkio veiklos vykdymui, žemės dirbimui. Miškų ūkio paskirtyje atskiriama 3D erdvė negalėtų daryti neigiamos įtakos medžių sodinimui, auginimui (būtų negalima atskirti 3D erdvės esančios aukščiau nei maksimalus šaknų gylis ir ne žemiau nei maksimalus medžių aukštis). Konservacinės paskirties žemėje būtų galima atskirti 3D erdvinį sklypą tik saugomos teritorijos vystymo tikslais. Vandens ūkio paskirties žemėje būtų galima atskirti 3D erdvinį sklypą tik vandens ūkio plėtojimo tikslais. Kadangi 3D kadastro sistema yra kuriama pagrinde dėl tankiai apgyvendintų, urbanizuotų teritorijų darnios plėtos, daugiausiai 3D erdinių sklypų suformavimų būtų kitos paskirties žemėje. Todėl kitos paskirties žemėje būtų galimos įvairios 3D sklypų suformavimo priežastys bei galimybės.

Visos Nekilnojamojo turto registre registruojamos nuosavybės teisės, turto patikėjimo teisės, servitutai, uzufruktai, užstatymo teisės, specialiosios žemės naudojimo sąlygos 3D kadastro sistemoje gali būti registruojamos ne tik pagal 2D plotą, bet ir pagal 3D tūrį. Taip pat šios teisės, apribojimai ir prievolės gali būti atvaizduojamos 3D kadastro žemėlapyje. Iki šiol šie objektai būdavo registruojami pagal plotą, todėl jeigu sklypui nustatytas servitutas, jo vertikalus galiojimas yra neapibrėžtas, kas gali sukelti ginčytinų situacijų. Yra nemažai specialiųjų žemės naudojimo sąlygų, pavyzdžiui, elektros tinklų, vandentiekių, dujotiekių ir pan., kurios reglamentuoja, kad po kabelio ar vamzdyno juosta esančiai žemei yra nustatyta apsaugos zona. Todėl jeigu sklypui nustatytas apribojimas, to ploto erdvėje tiek statmenai į viršų, tiek į apačią, yra negalima veikla. Pagal tokį teisinį reguliavimą, net ir giliai po žeme esantys statiniai (geležinkelių tuneliai, metro ir t. t.) būtų negalimi. 3D kadastro sistemoje būtų galima specialiąsias žemės naudojimo sąlygas įregistruoti ne tik pagal plotą, bet ir pagal tūrį bei kadastro žemėlapyje atvaizduoti 3D apribojimų ribas. 2.3 paveiksle pateikiamas 3D servituto arba apribojimo pavyzdys.



12 pav. 3D servituto arba apribojimo pavyzdys

2.2. 3D kadastro žemėlapių prototipo kūrimas

Reikia konvertuoti esamos kadastro sistemos objektus į 3D, kad jie galėtų būti atvaizduojami 3D kadastro žemėlapyje. Pereinant prie 3D kadastro sistemos reikia sukurti papildomas duomenų

surinkimo ir apdorojimo taisyklės būsimiems kadastriniams matavimams, tačiau siekiant sistemos darnaus tęstinumo taip pat būtina surasti būdą, kaip į naują sistemą integruoti senus duomenis, kurie kaupiami nuo pat Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo. Lietuvoje yra labai daug nekilnojamojo turto, kuris pagal seniau galiojusią tvarką išmatuotas sudarant tik analoginius planus.

3D kadastro žemėlapių prototipas sukurtas su ArcGIS Pro 2.5 programine įranga. Naudoti skaitmeniniai erdviniai lazerinio skenavimo (LIDAR) taškų duomenys. LIDAR taškų tankis >30 (vid. 45) tšk./kv. m. Tikslumas: horizontalios padėties nustatymo – vidutinė kvadratinė paklaida <30 cm, vertikalios - vidutinė kvadratinė paklaida <10 cm. Taškai klasifikuoti, 13 klasių. Priskirtos RGB reikšmės. Duomenys gauti Lidar Data Exchange (*.las) formatu. Naudotas GRPK – Georeferencinio pagrindo kadastro erdviųjų duomenų rinkinys. Taip pat naudoti VĮ „Registrų centras“ 2D kadastro žemėlapių duomenys: sklypų ribos, inžinerinių statinių ašinės linijos, adresų registro duomenys ir kita pagalbinių žemėlapių sluoksnių informacija.

Kadastro žemėlapių georeferencinį pagrindą turėtų sudaryti ne tik pirmame skyriuje aprašyti Lietuvos Respublikos teritorijos georeferencinių erdviųjų duomenų rinkinys (GDR) ir georeferencinio pagrindo kadastro erdviųjų duomenų rinkinys (GRPK), bet ir papildomi skaitmeniniai erdviniai lazerinio skenavimo taškų duomenų rinkiniai (Lidar_DR, SEOP, SEŽP, Lidar_DR_LT, SEŽP_LT). Naudojantis šiais duomenimis galima sukurti pakankamo tikslumo 3D kadastro žemėlapi, su automatizuotu būdu sugeneruotais 3D objektais, reljefu.

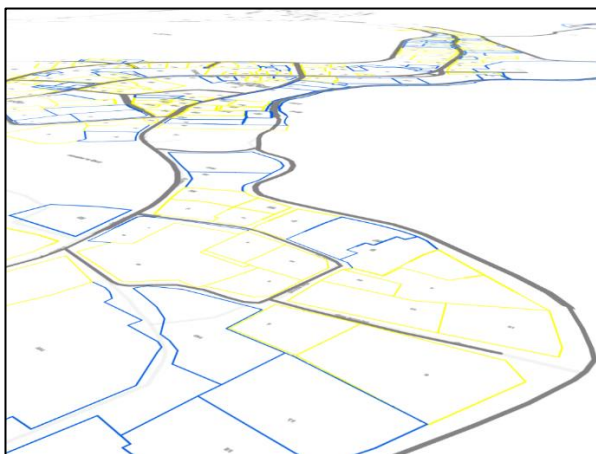
2.2.1. Žemės sklypų integravimas į 3D kadastro sistemą

Žemės sklypų planuose ir nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje žemės sklypų ribos, linijų ilgiai, koordinatės yra žymimos LKS-94 skersinėje cilindrinėje Merkatoriaus projekcijoje bei fiksuojamos tik (X/Y) reikšmės. Jeigu vietovės reljefas yra labai nelygus, kalvotas, šių žemės sklypų planai, nepaisant sutartinių topografinių ženklų, skirtų pavaizduoti ryškesniems šlaitams, nėra labai vizualiai aiškūs. O kadangi kadastro žemėlapyje atvaizduojamos tik sklypų ribos be sutartinių ženklų, perteikiant vietovės situaciją šis žemėlapis irgi nėra labai informatyvus. Nors ar žemės sklypus modeliuoti 2D ar 3D erdvėje nėra didelės reikšmės, nes jie vis tiek atvaizduojami tik tam tikroje projekcijoje (Paasch et al., 2016), tačiau svarbu kokiame baziniame pagrinde šie sklypai bus vaizduojami.

Atvaizduoti trečiąją dimensiją - aukštį (Z) realiausi yra du būdai:

1. Į žemės sklypų kadastrinių matavimų metodiką privalomai įtraukti aukščio matavimą. Braižyti 3D planus, teikiant kadastrinių matavimų bylą Nacionalinei žemės tarnybai ir Registrų centrui, taip pat pateikti sklypo aukščių duomenis.
2. Nuotolinių matavimų metodais išmatuoti visos Lietuvos reljefą, norimu pasiekti tikslumu, sudaryti erdviųjų duomenų modelį ir jame atvaizduoti sklypų ribas.

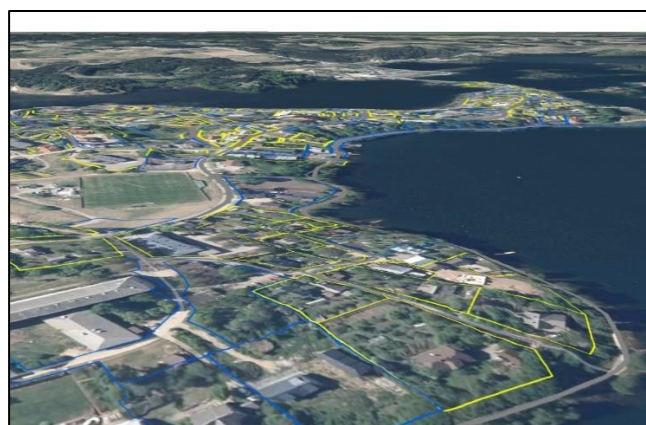
Pirmasis būdas būtų labai sunkiai įgyvendinamas ir yra neracionalus. Tolimoje perspektyvoje tai galima svarstyti, tačiau šiai dienai tokio poreikio ir tikslo nėra. Aukščio matavimas dubliuotų topografinius darbus, išmatuotų duomenų integracija ir perdavimas reikalautų papildomų investicijų į kadastro sistemą bei duomenų bazes, nauji darbai matininkams užimtų daugiau laiko ir papildomų resursų, o dėl to didėtų darbų kainos užsakovams. Šie trūkumai reikšmingesni nei laukiama nauda. Todėl būtų efektyviausias antrasis būdas. Žemės sklypų matavimo metodikos ir taisyklių keisti nereikėtų, matininkai rengtų tokias pačias bylas kaip iki šiol. Tik nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje reikia integruoti papildomą erdvinį sluoksnį – Lietuvos reljefo paviršiaus modelį. Pagal žinomas X/Y koordinates sklypams automatiškai būtų priskiriamas išmatuotas reljefo aukštis. Tačiau būtų racionaliausia kadastro žemėlapio naudotojams palikti pasirinkimo galimybę, kokiame paviršiuje matyti sklypus, ar tradicinėje 2D projekcijoje, ar 3D reljefe (2.4 pav.). Tačiau net ir atvaizduojant sklypus 2D projekcijoje, būtų nauja galimybė žemėlapi priartinti, sukoti ir kitaip valdyti vaizdą trijose dimensijose. Naudojant 3D reljefo modelį, kaip ir dabartiniame 2D žemėlapyje, būtų galima papildomai įsijungti ortofotografinę medžiagą ar kitus papildomus sluoksnius.



(a) Sklypai 2D projekcijoje



(b) Sklypai 3D reljefe su topografiniu sluoksniu



(c) Sklypai 3D reljefe su ortofotografiniu sluoksniu

13 pav. Žemės sklypų ribų atvaizdavimas 3D kadastro žemėlapyje: (a) 2D projekcijoje; (b) 3D reljefo modelyje su topografiniu sluoksniu; (c) 3D reljefo modelyje su ortofotografiniu sluoksniu;

Nauji 3D erdviniai sklypai būtų atvaizduojami tik trijose dimensijose kaip 2.1 ir 2.2 paveikslų pavyzdžiuose.

2.2.2. Pastatų integravimas į 3D kadastro sistemą

Iki maždaug 2004 metų nebuvo nuostatos, kad statinio kontūrų ir vidaus išplanavimo grafiniai duomenys turėtų būti pateikiami skaitmeniniu būdu. Teoriškai senus analoginius planus įmanoma skaitmenizuoti bei vektorizuoti, tačiau naudos daug nebūtų - planuose nėra pakankamai informacijos ir duomenų, iš kurių būtų galima skaitmenizuotą planą automatiškai konvertuoti į 3D modelį. Šiai dienai yra rengiamos skaitmeninės kadastrinių matavimų bylos ir planai, tačiau automatinis konvertavimas į trečiąją dimensiją vis tiek nėra įmanomas dėl nepakankamo fiksuojamų duomenų kiekio ir kitų techninių priežasčių.

2020 metų sausio mėnesio Registrų centro duomenimis nekilnojamojo turto registre buvo įregistruoti 2 589 126 pastatai. Iš jų 821 254 buvo pagrindiniai pastatai, o 1 767 872 pagalbinio ūkio pastatai. Pagal anksčiau ir dabar galiojančius teisės aktus, pagrindinio pastato priklausinių (pagalbinio ūkio pastatų) aukštų planai sudarinėjami tik užsakovo pageidavimu, todėl Lietuvoje daugumos pagalbinio ūkio pastatų aukštų planai nesudaryti. O pagrindinių pastatų skaitmeniniai aukštų planai .dwg formatu parengti tik maždaug pusei. 2020 metų sausio mėnesio Registrų centro duomenimis Nekilnojamojo turto registre įregistruotos 1 139 225 patalpos. Kaip ir pastatų, didelės dalies patalpų planų skaitmeniniame .dwg formate taip pat nėra. Atsižvelgiant į šias aplinkybes, būtų racionaliausia ne ieškoti būdų, kaip iš ne visai tinkamų analoginių planų automatizuotai konvertuoti duomenis ir juos pritaikyti 3D modelyje, tačiau pirmiausia sukurti aukšto tikslumo 3D Lietuvos nekilnojamojo turto kadastro žemėlapi automatinizuotomis matavimų ir duomenų apdorojimo bei modeliavimo priemonėmis.

Tačiau labai svarbu koku detalumo lygio standartu (angl. *Level of Detail*) bus sukurtas kadastro žemėlapis. Detalumo lygio standartas LOD apibūdina pastato 3D modelio geometrijos tikslumo bei detalumo lygį. Paprastai yra standartizuojamos penkios pagrindinės grupės: LOD0, LOD1, LOD2, LOD3, LOD4 (2.5 pav.). Pirmajame LOD0 lygyje parodomi tik 2D pastato kontūrai. LOD0 lygio pastatai atvaizduojami dabartiniame 2D kadastro žemėlapyje. LOD1 lygyje modelis iškeliamas į trečiąją dimensiją pagal maksimalų aukštį. LOD2 lygyje sugeneruojama supaprastinta pastato stogo konstrukcijos forma. LOD3 lygyje išreiškiami smulkūs pastato stogo elementai, tiksliai lauko durų, langų vieta. Tiksliausiame LOD4 lygyje gali būti matomos vidaus patalpos, įrenginiai.



14 pav. LOD detalumo lygiai (šaltinis: F. Biljecki et al., 2016)

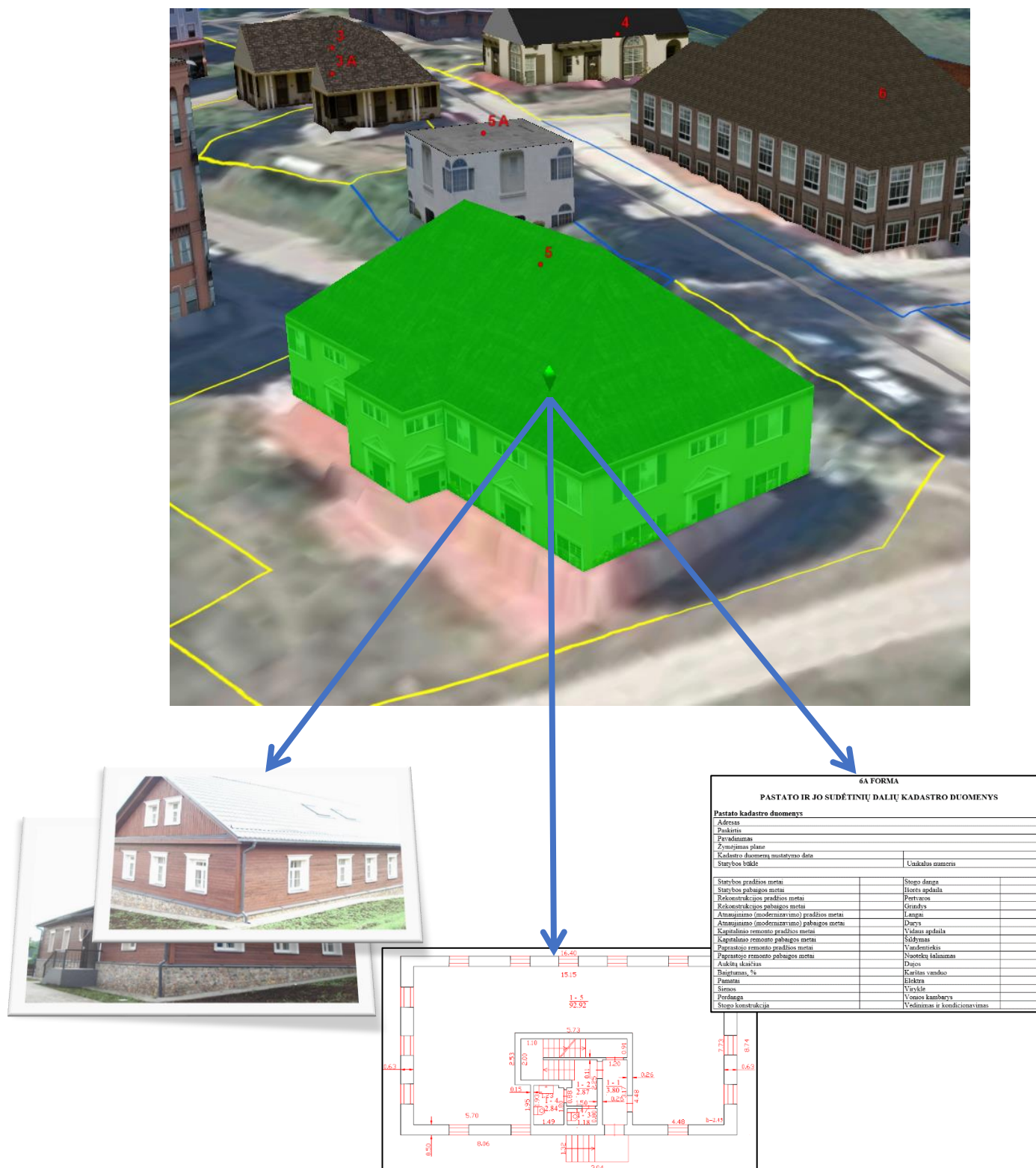
Baigiamajame darbe sukurtų pastatų detalumo lygis yra tarpinis tarp LOD2 ir LOD3 (2.6 pav.). Pastatai sugeneruoti pagal LOD2 detalumą, tačiau pritaikytos papildomos LOD3 pastatų realistiškumo tekstūros taisyklės ir pastatams priskirta reali sienų, stogo tekstūra. Vienuose literatūros šaltiniuose šis variantas traktuotinas kaip LOD3, kituose LOD2, tačiau tokius pastatų modelius sugeneruojant nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje, detalumas būtų pakankamas.



15 pav. 3D kadastro žemėlapyje sugeneruoti 3D pastatai

3D kadastro žemėlapyje atvaizduojamos visos antžeminės pastatų dalys, reljefas, kiti situacijos elementai. Objektai atvaizduojami ne dvejoje, o trijose dimensijose. Sukūrus 3D kadastro žemėlapi galima įdiegti funkcionalumą, kad 3D pastatai būtų interaktyvūs ir paspaudus ant jų,

atsivertų Registrų centro duomenų bazėje kaupiami 2D planai, nuotraukos ir kiti kadastro duomenys (2.7 pav.). Taip vietoje sunkiai įgyvendinamo senų 2D planų konvertavimo į 3D pastatų modelius proceso, būtų pirmiausia sukuriamas pats 3D kadastro žemėlapis su nekilnojamojo turto objektais, o tuomet interaktyviai prie 3D objektų priskiriami 2D planai ir kiti kadastro duomenys. Tai būtų pirmas žingsnis link 3D kadastro sistemos funkcionavimo.



16 pav. Interaktyvus 3D pastatas

Vis tik tokiu būdu būtų atvaizduojami tik išoriniai pastato kontūrai. Matuojant bepiločiu orlaiviu su LIDAR technologija išmatuojami tik žemės paviršiuje esantys objektai. T.y. užfiksuojami tik antžeminiai statiniai, o po žeme esančių arba iš oro beveik nematomų statinių išmatuoti nepavyktų. Todėl reikia patobulinti kadastro sistemą, kai į LIDAR duomenų pagrindą sukurtą 3D kadastro žemėlapi būtų nuolat integruojami kadastrinių matavimų metu išmatuoti, tikslesni 3D pastatų modeliai.

Pastatų kadastriniai matavimai atliekami 0,01 m tikslumu, o baigiamajame darbe LIDAR taškų tikslumas horizontalioje projekcijoje <30 cm, vertikalioje <10 cm. Todėl būtina patobulinti pastatų matavimo taisykles ir sukurti automatizuotą sistemą, kad 3D kadastro žemėlapyje esantys 3D pastatų modeliai būtų nuolat atnaujinami ir pakeičiami tikslesniais 3D pastatų modeliais. Siūlomi matavimo taisyklių (2002-12-30 įsakymas „Dėl nekilnojamojo turto objektų kadastrinių matavimų ir kadastro duomenų surinkimo bei tikslinimo taisyklių patvirtinimo“ Nr.522) pakeitimai nurodyti 2.5 lentelėje.

2.5 lentelė. Pastatų išdėstymo plano sudarymo taisyklių siūlomi patobulinimai

Straipsnio Nr.	Galiojanti nuostata	Siūloma nuostata
1.	2.	3.
57.	Tais atvejais, kai esamame žemės sklypo plane nėra pažymėti matuojami pastatai arba matuojamų pastatų išoriniai kontūrai skiriasi nuo pažymėtų plane, ar žemės sklypo plane nėra pažymėtos ne mažiau kaip dvi kiekvieno žemės sklype esančio pastato kerčių koordinatės, pirmiausiai turi būti patikslinti žemės sklypo kadastro duomenys ir šie pakitimai įregistruoti Kadastre. Patikslinti žemės sklypo plano duomenys naudojami statinių išdėstymo planų abrisams sudaryti. Šis reikalavimas netaikomas atliekant nebaigtų statyti pastatų kadastrinius matavimus,	Tais atvejais, kai esamame žemės sklypo plane nėra pažymėti matuojami pastatai arba matuojamų pastatų išoriniai kontūrai skiriasi nuo pažymėtų plane, ar žemės sklypo plane nėra pažymėtos ne mažiau kaip dvi kiekvieno žemės sklype esančio pastato kerčių koordinatės, pirmiausiai turi būti patikslinti žemės sklypo kadastro duomenys ir šie pakitimai įregistruoti Kadastre. Patikslinti žemės sklypo plano duomenys naudojami statinių išdėstymo planų abrisams sudaryti. Šio straipsnio reikalavimai gali būti netaikomi atliekant: - nebaigtų statyti pastatų kadastrinius matavimus;

1.	2.	3.
		- pastatų matavimus nesuformuotame žemės sklype, laisvoje valstybinėje žemėje; - pastatų matavimus žemės sklype, kuris suformuotas preliminarinių matavimų metu, jeigu plane yra pažymėti pastatai ir atitinka išoriniai kontūrai.
58.	Tais atvejais, kai žemės sklypas nėra suformuotas, tarpusavyje susiejami visi žemės sklype esantys statiniai ir sudaromas statinių išdėstymo plano abrisas. Jame įbraižomi visi statiniai (taip pat nebaigti statyti), kurių kadastriniai matavimai atliekami.	Tais atvejais, kai žemės sklypas nėra suformuotas, tarpusavyje susiejami sklype esantys statiniai bei nustatomos matuojamo pastato kampų koordinatės Lietuvos valstybinėje koordinacių sistemoje (LKS94). Sudaromas statinių išdėstymo plano abrisas. Jame įbraižomi visi statiniai (taip pat nebaigti statyti), kurių kadastriniai matavimai atliekami.
59.	Atliekant pastatų kadastrinius matavimus, nustatomos kiekvieno statinių išdėstymo plano abrise braižomo pastato bent dviejų kerčių bei centro taško koordinatės valstybinėje koordinacių sistemoje. Jeigu žemės sklypui yra atlikti kadastriniai matavimai, statinių išdėstymo plano abrise braižomų pastatų kerčių koordinatės nenustatomos.	Atliekant pastatų kadastrinius matavimus, kurie yra žemės sklypuose, suformuotose preliminarinių matavimų metu, nustatomos kiekvieno statinių išdėstymo plano abrise braižomo pastato kampų koordinatės Lietuvos valstybinėje koordinacių sistemoje (LKS-94). Šis reikalavimas taip pat gali būti taikomas atliekant nebaigtų statyti pastatų kadastrinius matavimus. Taip pat nustatoma pastato centro taško koordinatė.
85.	Pastato aukštis – aukštis, matuojamas metrais nuo pastato ar jo dalies statybos zonos esamo žemės paviršiaus vidutinės altitudės iki pastato ar jo dalies stogo kraigo ar pastato ar jo dalies konstrukcijos (neskaitant dūmtraukių,	Bendras pastato aukštis – aukštis, matuojamas metrais nuo pastato ar jo dalies statybos zonos esamo žemės paviršiaus vidutinės altitudės iki pastato stogo

1.	2.	3.
	vėdinimo šachtų, antenų, žaibosaugos stiebų) aukščiausio taško.	ar jo dalies stogo kraigo ar pastato ar jo dalies konstrukcijos (neskaitant dūmtraukių, vėdinimo šachtų, antenų, žaibosaugos stiebų) aukščiausio taško.
85 ² .	---	Pastato stogo pradžios aukščiai – aukščiai, išmatuojami visuose pastato kampuose nuo statybos zonos esamo žemės paviršiaus statmenai iki stogo konstrukcijos viršutinės dalies. Jeigu pastato stogas netolygus, aukštis papildomai gali būti matuojamas ne tik pastato kampuose, o ir visose charakteringose vietose.
86.	Jeigu pastatas (priestatas) yra šlaite, aukštis H matuojamas iki pastato stogo kraigo ar jo konstrukcijos (neskaitant dūmtraukių, vėdinimo šachtų, antenų, žaibosaugos stiebų) aukščiausių taškų ir išvedamas vidurkis	Jeigu pastatas (priestatas) yra šlaite, aukštis H matuojamas iki pastato stogo kraigo ar jo konstrukcijos (neskaitant dūmtraukių, vėdinimo šachtų, antenų, žaibosaugos stiebų) aukščiausių taškų ir išvedamas vidurkis
89.	Pastato ir jo priestatų aukštis įrašomas statinių išdėstymo plane.	Pastato ir jo priestatų visi reikalingi nustatyti aukščiai įrašomi statinių išdėstymo plane ir skaitmeninėje atributinėje lentelėje. Atributinėje lentelėje aukštis turi būti priskirtas prie taško, kurio koordinatės yra žinomos (pastatų kampai ir pan.).
116.	Statinių išdėstymo plano sudarymo tikslas – parodyti statinių, kurių kadastro duomenys nustatomi, išorės kontūrus, jų tarpusavio išsidėstymą bei geografinę padėtį.	Statinių išdėstymo plano sudarymo tikslas – nustatyti ir parodyti statinių, kurių kadastro duomenys nustatomi, išorės kontūrus, jų tarpusavio išsidėstymą bei geografinę padėtį Lietuvos valstybinėje koordinatinių sistemoje (LKS-94).

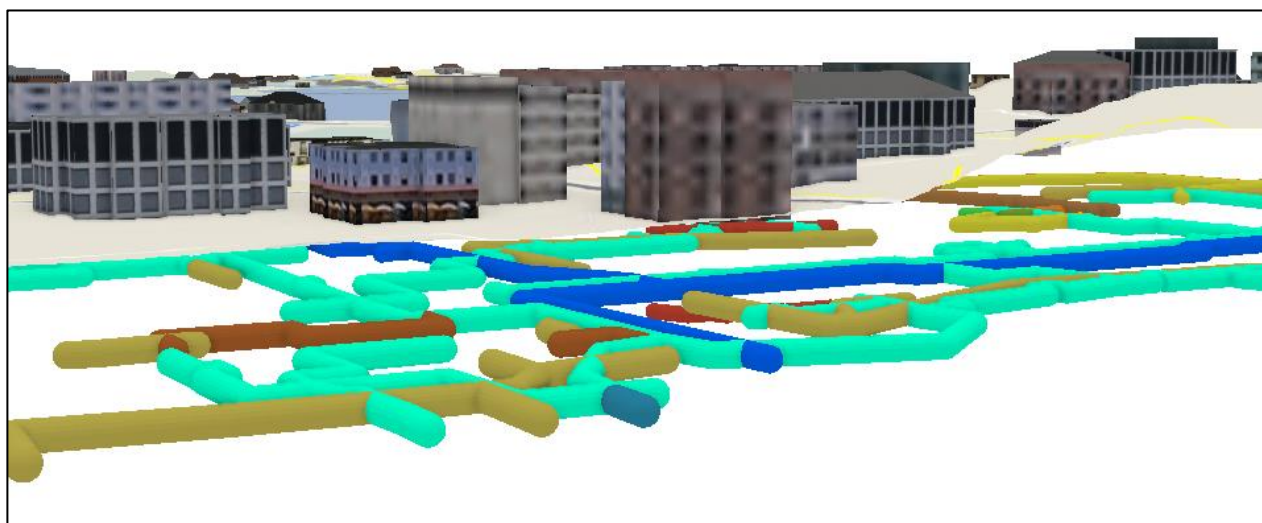
1.	2.	3.
128.8	---	Pastatų kontūrai braižomi uždariais poligonais. Visi braižomi situacijos elementai turi būti objektą atitinkančiame erdviniam sluoksnyje. Tekstiniai elementai papildomai turi būti priskiriami prie objekto atributinėje lentelėje. Planai braižomi ir rengiami valstybinėje koordinacių sistemoje.

Svarbiausi matavimo taisyklių pakeitimo aspektai, susiję su pastatų išorės kontūrų matavimu:

- Kai matuojami pastatai, esantys kadastriniais matavimais suformuotame žemės sklype, pažymėti plane, nustatytos bent dviejų kerčių koordinatės ir nesiskiria išoriniai kontūrai, tuomet perimami duomenys iš šio plano. Tačiau būtina įsitikinti duomenų teisingumu atliekant kontrolinius pastatų matavimus.
- Kai matuojami pastatai, esantys preliminariais matavimais suformuotame žemės sklype, pažymėti plane, nustatytos bent dviejų kerčių koordinatės ir nesiskiria išoriniai kontūrai, tuomet tikslinti sklypo matavimų nereikia, bet pastatų matavimų metu nustatomos pastatų kampų koordinatės valstybinėje koordinacių sistemoje.
- Kai matuojami pastatai, esantys nesuformuotame žemės sklype, tuomet nustatomos pastatų kampų koordinatės valstybinėje koordinacių sistemoje.
- Pastatų matavimo metu nustatomos pastato kampų koordinatės, kai matuojamas nebaigtas statyti pastatas.
- Kitais atvejais prieš matuojant pastatus, reikalinga patikslinti žemės sklypo duomenis, nustatant pastatų koordinates valstybinėje koordinacių sistemoje.
- Statinių išdėstymo planai turi būti rengiami skaitmeninėmis priemonėmis, braižant pastatus uždariais poligonais, reikiamame erdviniam sluoksnyje, valstybinėje koordinacių sistemoje. Pastato kampuose turi būti sukuriama papildomi taškiniai objektai su taško koordinatės ir aukščio, statmenai nuo žemės paviršiaus iki stogo konstrukcijos, atributine informacija. Taip pat nurodomas maksimalus pastato aukštis.
- Turi būti parengtas pastatų braižymo sutartinių ženklų kodavimo reglamentas.
- Turint šiuos papildomus duomenis, būtų galima sukurti automatizuotą sistemą, sugeneruojant 3D pastato išorinių kontūrų modelį. Jis taip pat automatiškai būtų integruojamas į 3D kadastro žemėlapi, pakeičiant jau esamą mažesnio tikslumo 3D pastato modelį.

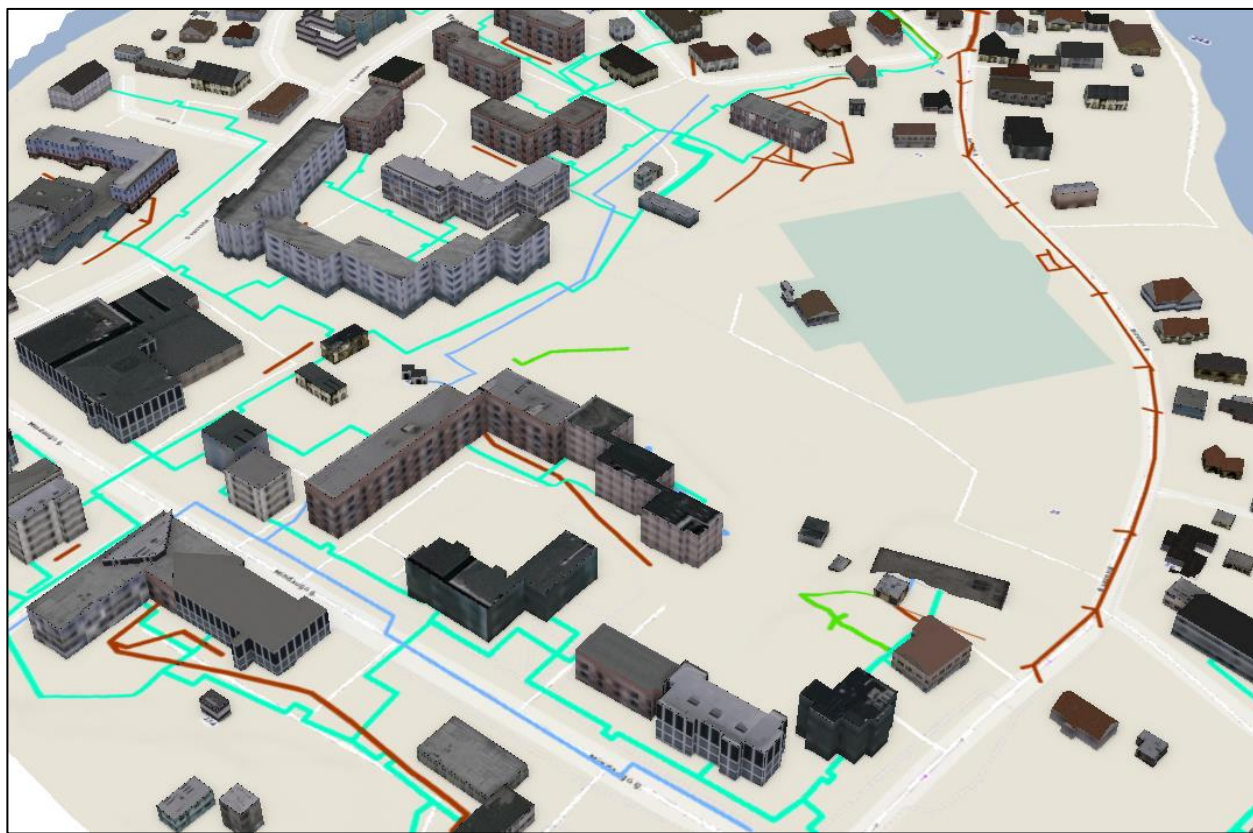
2.2.3. Kitų statinių integravimas į 3D kadastro sistemą

Inžineriniai statiniai, kurių statybai reikalingas statybą leidžiantis dokumentas, yra nekilnojamojo turto kadastro objektai. Tai dažniausiai yra magistraliniai šilumos, dujotiekio, vandentiekio, nuotekų šalinimo, elektros tinklai, hidrotechnikos statiniai, valstybinės reikšmės keliai, geležinkeliai, oro uostų, branduolinės energetikos objektų statiniai ir kiti įvairūs, sudėtingi statiniai. Nustatant inžinerinių tinklų (naftos, dujų, šilumos, elektros, vandentiekio, nuotekų šalinimo, ryšių (telekomunikacijų) ir kitų inžinerinių tinklų), susisiekimo komunikacijų (kelių, gatvių, geležinkelio kelių, oro uostų statinių, vandens uostų statinių ir kitų transporto statinių), hidrotechnikos statinių, kitų inžinerinių statinių (sporto paskirties inžinerinių statinių ir kitos paskirties inžinerinių statinių) kadastro duomenis, be kitų duomenų naudojami topografiniai planai, inžinerinių tinklų planai, kuriuose yra informacija apie padėtį valstybinėje koordinacių sistemoje, o taip pat aukščiai, nuolydžiai, diametrai ir kiti daiktą apibūdinantys duomenys. Informaciją iš topografinių ir inžinerinių planų integruoti į 3D kadastro sistemą nebūtų sudėtinga, nes šie planai rengiami pagal tam tikrą standartą (dabartiniai pagal GKTR). Standartizuotų duomenų integravimas visada yra sklandesnis. Taip pat ateityje bus sukurta topografijos ir infrastruktūros informacinė sistema – TIIS, kuria bus centralizuotai teikiami, priimami, derinami, atnaujinami topografinių planų, statinių techninių projektų erdviniai duomenys. Todėl gauti duomenis, reikalingus 3D kadastro žemėlapiui sudarymui, sunkumų nekils. Jeigu geodezinių planų medžiaga neišlikusi arba yra sena, trūkstama informacija išmatuojama kadastrinių matavimų metu. Kadastrinių matavimų taisyklės pakankamai gerai reglamentuoja duomenų surinkimą, todėl galėtų būti tik papildomos nuostatos, jog visi matuojami ir braižomi objektai turi būti reikiamuose erdviniuose sluoksniuose, pagal tam tikrą standartą, ir tekstiniai duomenys papildomai įrašomi į reikiamo objekto atributinę lentelę. 3D kadastro žemėlapiu prototipe atvaizduojami inžineriniai tinklai pagal aukščio atributus, esantys po žeme (2.8 pav.).



17 pav. 3D inžineriniai tinklai

Taip pat inžineriniai tinklai gali būti atvaizduojami tik pagal horizontalią projekciją, reljefo modelyje (2.9 pav.)



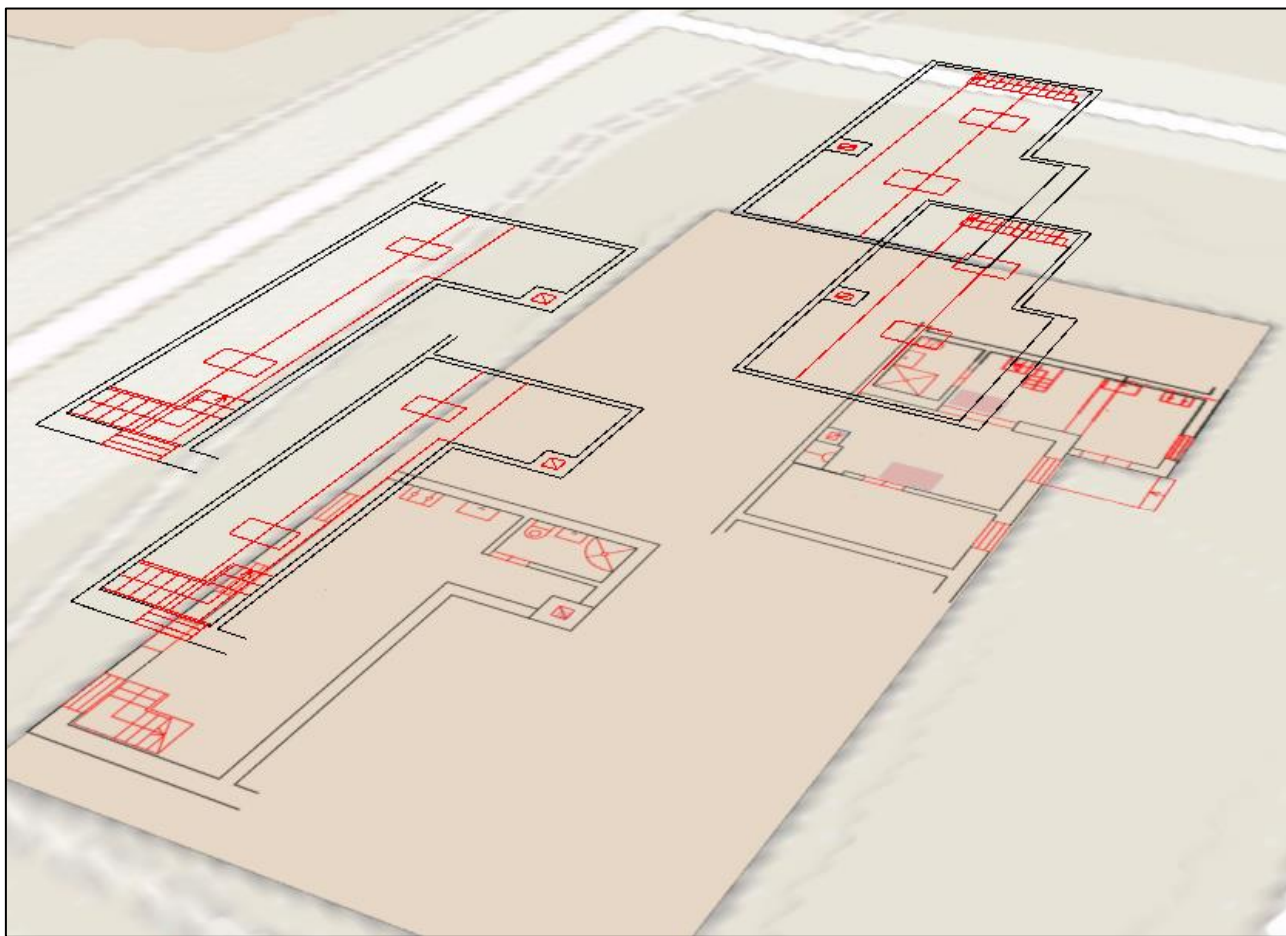
18 pav. Inžineriniai tinklai reljefo modelyje

2.2.4. Patalpų integravimas į 3D kadastro sistemą

Patalpų, suformuotų kaip atskiras nekilnojamojo daiktas, atvaizdavimo nekilnojamojo turto kadastro žemėlapyje problematika plačiau aprašyta pirmame skyriuje, tačiau pagrindinis aspektas yra: nors Nekilnojamojo turto kadastro įstatyme nurodyta, kad vienas iš nekilnojamojo turto kadastro objektų yra patalpos ir jos turi būti atvaizduojamos kadastro žemėlapyje, po įstatyminiame teisės akte – Kadastro nuostatuose, kuris turi nurodyti tikslesnį nekilnojamojo turto kadastro įstatymo straipsnių įgyvendinimą, nurodyta, kad kadastro žemėlapyje atvaizduojami visi kadastro objektai, išskyrus patalpas. Taip yra todėl, kad 2D kadastro žemėlapyje patalpų pavaizduoti neįmanoma ir įstatymo nuostata praktikoje neįgyvendinama.

3D kadastro žemėlapyje patalpos galėtų būti atvaizduojamos, tačiau kyla daug iššūkių, kaip panaudoti ir atvaizduoti senus planus ir duomenis trijose dimensijose. Didžiausia problema, kad aukštų planai nėra braižomi valstybinėje koordinatinių sistemoje ir yra geografiškai neorientuoti. Taip pat kaip pastatų atvaizdavimo atveju, vietoje sunkiai įgyvendinamo senų 2D aukšto planų konvertavimo į 3D patalpų modelius, būtų racionaliausia pirmiau sukurti 3D kadastro žemėlapi, o

tuomet pagal adreso paiešką arba interaktyviai paspaudus ant pastato ar patalpos vietos, atsirastų nuorodos į senus aukšto planus ir kadastro duomenis (2.7 pav.). Konversija į 3D kadastro sistemą reikalauja daug teisinių, technologinių pasikeitimų, o nusistovėjusius procesus labai greitai pertvarkyti yra sunku, tačiau ir neracionalu. Pereiti prie 3D kadastro sistemos ir ją tobulinti rekomenduotina tam tikrais etapais. Galima ateityje turėti tikslą visas patalpas 3D kadastro žemėlapyje atvaizduoti 3D patalpų modeliuose, tačiau pirmajame konversijos etape užtektų 3D kadastro žemėlapyje atvaizduoti tik 2D patalpų aukštų planus. Atsižvelgiant į tai, jog patalpos iki šiol visai nebuvo atvaizduojamos, ši inovacija būtų reikšminga. Išbraižius aukšto planą valstybinėje koordinacių sistemoje ir priskyrus patalpos aukštį, visą brėžinį galima importuoti į 3D kadastro žemėlapi. 2.10 paveiksle pateikiamas pavyzdys, kaip galima importuoti trijų aukštų pastato aukštų planus valstybinėje koordinacių sistemoje, pagal priskirtus patalpų aukščius. Ateityje norint sukurti pilnus 3D patalpų modelius, planus taip pat reikės braižyti valstybinėje koordinacių sistemoje, žymint konstrukcijų aukščius, todėl laipsniškai didinant matuojamų objektų kiekį, pobūdį ir duomenų surinkimo sudėtingumą, matininkai lengviau pripras prie naujos tvarkos.



19 pav. 2D aukštų planai 3D kadastro žemėlapyje

Pastate esančių patalpų aukštų planai rengiami vadovaujantis pastatų aukštų planų sudarymui nustatytais reikalavimais, todėl būtina patobulinti matavimo taisykles, kad naujai matuojamų patalpų aukšto planų duomenis būtų galima automatiškai integruoti 3D kadastro žemėlapyje. Siūlomi aukšto planų sudarymo ir matavimo taisyklių (2002-12-30 įsakymas „Dėl nekilnojamojo turto objektų kadastrinių matavimų ir kadastro duomenų surinkimo bei tikslinimo taisyklių patvirtinimo“ Nr.522) pakeitimai nurodyti 2.6 lentelėje.

2.6 lentelė. Pastatų aukšto plano sudarymo taisyklių siūlomi patobulinimai

Straipsnio Nr.	Galiojanti nuostata	Siūloma nuostata
1.	2.	3.
130.	Braižant pastatų aukštų planus laikomasi šių reikalavimų: <...>	130.19 Aukštų planai braižomi valstybinėje koordinacių sistemoje, geografiškai orientuoti.
		130.20 Atributinėje lentelėje įrašomas kiekvieno aukšto pagrindo aukštis nuo žinomo žemės paviršiaus charakteringo taško.
		130.21 Plane, horizontalioje projekcijoje, pažymimas 130.20 punkte aprašytas charakteringas taškas.
		130.22 Aukštų planai braižomi laikantis topologijos taisyklių. Visi braižomi situacijos elementai turi būti objektą atitinkančiame erdviniam sluoksnyje. Tekstiniai elementai papildomai turi būti priskiriami prie objekto atributinėje lentelėje.

Ateityje norint sukurti 3D patalpų modelius ir juos automatiškai integruoti į 3D kadastro žemėlapi matavimams reikės išmatuoti dar daugiau patalpų situacijos elementų. Baigiamajame darbe 3D patalpų prototipas nekurtas, bet iširta, kokius papildomus duomenis reikės išmatuoti. Ateityje patalpų kadastrinių matavimų metodika turėtų papildyti šiais matavimais:

- Visų durų aukščio;
- Laukinių durų slenksčio aukščio;
- Palangių aukščio;
- Perdangų storio;
- Langų aukščio;
- Laiptų charakteristikų ir atstumų iki jų pradžios/pabaigos.

2.3. 2D ir 3D kadastro žemėlapių palyginimas

3D kadastro sistemą galima vadinti 2D kadastro sistemos patobulinimu, išplečiant teisinės ir technologines galimybes. 3D kadastro sistema padės išspręsti sudėtingas ir problemines situacijas, kylančias dabartinėje 2D sistemoje.

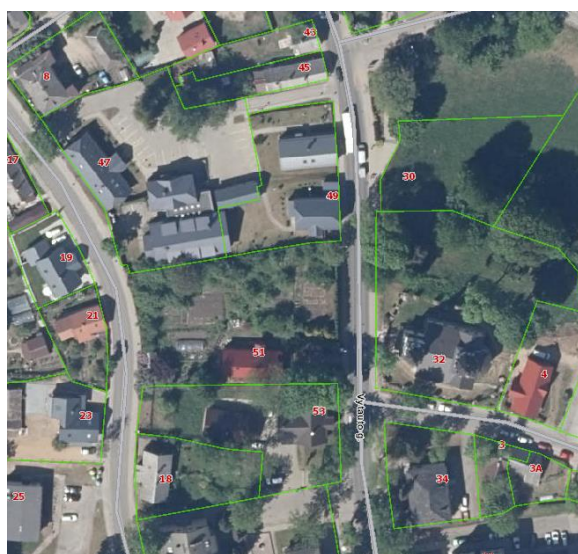
Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis yra visos kadastro sistemos atspindys. 3D kadastro žemėlapis bus naudingas matininkams, architektams, teritorijų planuotojams, notarams, teisininkams, nekilnojamojo turto vystytojams, brokeriams, savivaldybių institucijoms, valstybinėms institucijoms ir visuomenei. 2.11 paveiksle palyginamas dabartinis 2D kadastro žemėlapis ir sukurtas 3D kadastro žemėlapių prototipas.



(a) 2D žemėlapis su topografiniu sluoksniu
(šaltinis: VĮ Registrų centras, 2020)



(b) 3D žemėlapis su topografiniu sluoksniu



(c) 2D žemėlapis su ortofotografiniu sluoksniu
(šaltinis: VĮ Registrų centras, 2020)



(d) 3D žemėlapis su ortofotografiniu sluoksniu

20 pav. 2D ir 3D kadastro žemėlapių palyginimas

Palyginus vizualius 2D ir 3D kadastro žemėlapių skirtumus galima teigti, kad 3D kadastro žemėlapis įvairių sričių specialistams turėtų būti vertingas dėl didesnio tikslumo ir detalumo, o paprastiems žmonėms dėl vizualiai patrauklesnio ir suprantamesnio vaizdo. Taip pat pagal autoriaus vertinimą 2.7 lentelėje palygintas įvairių objektų erdvinis detalumas 2D ir 3D kadastro žemėlapiuose.

2.7 lentelė. 2D ir 3D kadastro žemėlapių palyginimas

Objektai	Erdvinis detalumas 2D kadastro žemėlapyje	Erdvinis detalumas 3D kadastro žemėlapyje
Žemės sklypai	Vidutinis	Aukštas
Pastatai	Žemas	Aukštas
Kiti antžeminiai statiniai	Žemas	Aukštas
Kiti požeminiai statiniai	Žemas	Aukštas
Patalpos	-	Vidutinis (yra galimybė pagerinti)
Papildomi 3D objektai (medžiai ir kt.)	-	Aukštas
Reljefas	Žemas	Aukštas
Hidrografiniai objektai	Žemas	Aukštas
Administracinės ribos	Aukštas	Aukštas
Papildomų 2D erdvinių duomenų rinkinių atvaizdavimas	Aukštas	Aukštas
Papildomų 3D erdvinių duomenų rinkinių atvaizdavimas	Žemas	Aukštas

Apibendrinant, nėra objekto, kurio atvaizdavimas dabartiniame 2D kadastro žemėlapyje būtų aiškesnis ir detalesnis nei 3D kadastro žemėlapyje. Šalyje įdiegus 3D kadastro sistemą ir sukūrus 3D kadastro žemėlapių objektus būtų galima atvaizduoti aukštesniame erdvinio detalumo lygyje. Todėl reikalinga išspręsti kylančius teisinius ir technologinius iššūkius, bei atlikti konversiją į 3D kadastro sistemą.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Remiantis įvairių šalių praktika ištirta, kad kuriant 3D nekilnojamojo turto kadastro sistemą pirmiausia reikia pakeisti nekilnojamąjį turtą ir kadastrą reglamentuojančius teisės aktus. Pritaikant autoriaus siūlomą Lietuvos 3D kadastro sistemos koncepciją, teikiamos šios rekomendacijos:

1.1. Civiliniame kodekse pakeisti žemės sklypų reglamentavimą taip, kad jie nebūtų beribiai, ir įprasti žemės sklypai būtų konvertuojami į 3D žemės sklypus, kurių ribos apibrėžiamos ne tik horizontalioje projekcijoje, bet ir vertikalioje, pagal vietovėje reglamentuojamą maksimalų aukštį $Z(+)$ ir gylį $Z(-)$;

1.2. Kadastro įstatyme reglamentuoti naują nekilnojamąjį daiktą ir kadastro objektą – 3D erdvinį sklypą, kuris būtų nepriklausomas nuo 3D žemės sklypo;

1.3. Sklypų dydį apibrėžti ne tik plotu, bet ir nauju kadastro duomenimi – tūriu;

1.4. Visas nekilnojamojo turto registre registruojamas nuosavybės teises, servitutus, užstatymo teises, specialiąsias žemės naudojimo sąlygas 3D kadastro sistemoje registruoti ne tik pagal 2D plotą, bet ir pagal 3D tūrį.

Pagrindinių teisės aktų pakeitimai formuoja 3D kadastro sistemos koncepciją.

2. 3D kadastro sistema yra dabartinės sistemos patobulinimas, todėl kadastre ir registre kaupiami 2D duomenys turi būti integruojami į naująjį 3D kadastro žemėlapi. Išanalizavus kylančias kadastro objektų integravimo į 3D kadastro žemėlapi problemas, sukurtas 3D nekilnojamojo turto kadastro žemėlapio prototipas.

2.1. Žemės sklypai integruojami pagal žinomas X/Y koordinates, automatiškai priskiriant Lietuvos reljefo modelio aukščio informaciją. Papildomai keisti dabartinių matavimų taisyklių nereikėtų, tačiau būtina teisiškai patvirtinti Lietuvos reljefo modelį. 3D erdviniai sklypai gali būti pavaizduojami papildomuose sluoksniuose.

2.2. Vietoje sunkiai įgyvendinamo 2D pastatų planų konvertavimo į 3D pastatų modelius proceso, pirmiausia sukurtas 3D kadastro žemėlapis su LOD2 – LOD3 detalumo pastatais, naudojant LIDAR matavimų duomenis, o tuomet pagal adreso paiešką arba interaktyviai paspaudus ant pastato, atveriami 2D planai ir kadastro duomenys. Norint 3D kadastro sistemoje automatiškai sugeneruoti 3D pastatų modelius, atliekant kadastrinius matavimus papildomai reikia išmatuoti pastato aukštį visuose kampuose, statmenai nuo žemės paviršiaus iki stogo dangos, šiuos taškus užkoordinuoti, o planus braižyti topologiniu požiūriu tvarkingus ir standartizuotus LKS-94.

2.3. Kitų statinių integravimas į 3D kadastro žemėlapi yra pakankamai sklandus, nes rengiant kadastrines bylas be kitų duomenų naudojami topografiniai, inžineriniai planai, kuriuose yra pakankamas kiekis daiktą apibūdinančių duomenų. Tobulėjant dabartinei TOPD sistemai ir ateityje

įsigaliojus TIIS, duomenys, reikalingi automatinei integracijai į 3D kadastro žemėlapi, bus dar tinkamesni. Jeigu geodezinių planų medžiaga neišlikusi ir reikia atlikti papildomus matavimus, kadastrinių matavimų taisyklės pakankamai gerai reglamentuoja duomenų surinkimą, todėl reikia tik papildomai reglamentuoti, kad visi matuojami ir braižomi objektai būtų topologiniu požiūriu tvarkingi ir standartizuoti.

2.4. Ateityje galima turėti tikslą visas patalpas 3D kadastro žemėlapyje pavaizduoti 3D patalpų modeliuose, tačiau autorius pirmajame etape siūlo 3D kadastro žemėlapyje pavaizduoti tik 2D patalpų aukštų planus. Atsižvelgiant į tai, jog patalpos iki šiol visai nebuvo pavaizduojamos, ši inovacija - reikšminga. Tam įgyvendinti siūloma aukštų planus braižyti geografiškai orientuotus LKS-94, atributuose įrašyti kiekvieno aukšto pagrindo aukštį ir tą tašką užkoordinuoti, tekstinius elementus papildomai įrašyti reikiamo objekto atributuose, planus braižyti topologiniu požiūriu tvarkingus ir standartizuotus.

Visi kadastro objektai turi būti pavaizduojami pagal Lietuvos reljefo modelio aukščio duomenis.

3. Lyginant 2D ir 3D žemėlapiuose atvaizduojamus objektus nustatyta, kad daugumos objektų erdvinis detalumas ir aiškumas yra žymiai aukštesnis 3D kadastro žemėlapyje. Yra tik keli objektai, kurių detalumas nepagerėja ir išlieka toks pats aukštas, pavyzdžiui administracinių ribų. Įdiegus Lietuvos 3D kadastro sistemą ir sukūrus 3D kadastro žemėlapi, objektus būtų galima analizuoti iš įvairių perspektyvų, net įsijungus senąjį 2D vaizdą. Kadangi 3D kadastro sistema ir žemėlapis padėtų įvairius objektus pavaizduoti aukštesniu erdvinio detalumo lygiu, atsirastų naujos galimybės kadastre.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Adi, R., Shnaidman, A., & Barazani, S. (2018). Implementation of the 3D Cadastre in Israel. In *6th International FIG 3D Cadastre Workshop, Delft, The Netherlands, 2-4 October, 2018*.
2. Biljecki, F., Ledoux, H., & Stoter, J. (2016). An improved LOD specification for 3D building models. *Computers, Environment and Urban Systems*, 59, 25-37.
3. Comparetti, A., Raimondi, S. (2019). Cadastral models in EU member states. *EQA-International Journal of Environmental Quality*, 33, 55-78.
4. Dimopoulou, E., Karki, S., Roić, M., de Almeida, J. P. D., Griffith-Charles, C., Thompson, R., ... & van OOSTEROM, P. (2016). Initial registration of 3D parcels. In *5th International FIG 3D Cadastre Workshop, Athens, Greece, 18-20 October, 2016*.
5. Ding, Y., Jiang, N., Yu, Z., Ma, B., Shi, G., & Wu, C. (2017). Extrusion Approach Based on Non-Overlapping Footprints (EABNOF) for the construction of geometric models and topologies in 3D cadasters. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(8), 232.
6. Enemark, S. (2010). *The Evolving Role of Cadastral Systems in Support of Good Land Governance, open symposium FIG 7 commission, September 2010*. Karlovy Vary: Czech Republic.
7. FIG, The International Federation of Surveyors. (1995). The FIG Statement on the Cadastre. *FIG PUBLICATION No 11, 1995*, 1–14.
8. Hachet, M., & Guitton, P. (2001, November). From cadastres to urban environments for 3d geomarketing. In *IEEE/ISPRS Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas, Rome, (Cat. No. 01EX482) (pp. 146-150)*. IEEE.
9. Hao, M., Liu, Z., & Sun, Y. (2011). Assessment of mobile laser scanning data for building reconstruction in 3D cadastre. In *2011 International Symposium on Image and Data Fusion (pp. 1-4)*. IEEE.
10. Hnit-Baltic. (2020). Klaipėdos rajono dalies 3D modelis. [žiūrėta 2020-03-28]. Prieiga per internetą: <http://klaipedos-r.maps.arcgis.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=b355f5c585ab462eaa533737b646e96>
11. Kaiwen, T., & Minhua, Y. (2009). Registration for 3d cadastre in China. In *2009 International Forum on Computer Science-Technology and Applications (Vol. 2, pp. 79-82)*. IEEE.
12. Kalogianni, E., van Oostem, P., Dimopoulou, E., & Lemmen, C. (2020). 3D Land Administration: A review and a future vision in the context of the spatial development lifecycle. *ISPRS international journal of geo-information*, 9(2), 107.
13. Karabin, M. (2014). A concept of a model approach to the 3D cadastre in Poland: Technical and Legal Aspects. In *4th International Workshop on 3D Cadastres*. Dubai (UAE) (pp. 9-11).

14. Karabin, M., Bakula, K., Fijałkowska, A., & Karabin-Zych, M. (2018). Feasibility study of 3D cadastre implementation using various data sources-the case of Warsaw subway. *Geodetski Vestnik*, 62(3), 445-457.
15. Karabin, M., Kitsakis, D., Koeva, M., Navratil, G., Paasch, J. M., Paulsson, J., ... & Lisec, A. (2020). Layer approach to ownership in 3D cadastre in the case of underground tunnels. *Land use policy*, 104464.
16. Karki, S., McDougall, K., & Thompson, R. (2010). An overview of 3D Cadastre from a physical land parcel and a legal property object perspective. In *Proceedings of the 24th International Federation of Surveyors International Congress (FIG 2010)* (pp. 1-13). International Federation of Surveyors (FIG).
17. Kasperavičius, R. (2012). *Nekilnojamojo turto administravimo sistema: ištakos, plėtra, tarptautinė patirtis ir perspektyvos*. Registrų centras.
18. Kitsakis, D., Paasch, J. M., Paulsson, J., Navratil, G., Vučić, N., Karabin, M., ... & El-Mekawy, M. (2016). 3D real property legal concepts and cadastre: a comparative study of selected countries to propose a way forward. In *5th International FIG Workshop on 3D Cadastres, 18-20 October 2016, Athens, Greece* (pp. 1-24). International Federation of Surveyors.
19. Kitsakis, D., Paasch, J., Paulsson, J., Navratil, G., Vučić, N., Karabin, M., ... & Alberdi, R. (2018). Best practices 3D cadastres, Chapter 1 Legal foundations. In *FIG Congress 2018, Turkey, 6-11 May 2018*. International Federation of Surveyors, FIG, 1-66.
20. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. (2020). Nekilnojamojo turto kadastro žemėlapis. [žiūrėta 2020-03-19]. Prieiga per internetą: <https://www.geoportal.lt/map/>
21. Lietuvos Respublikos Seimas. (1994). *Lietuvos Respublikos žemės įstatymas* (1994 m. balandžio 26 d. Nr. I-446). [žiūrėta 2020-04-03]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.CC10C5274343/asr>
22. Lietuvos Respublikos Seimas. (1996). *Lietuvos Respublikos nekilnojamojo turto registro įstatymas* (1996 m. rugsėjo 24 d. Nr. I-1539). [žiūrėta 2020-03-19]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.31770/asr>
23. Lietuvos Respublikos Seimas. (2000a). *Lietuvos Respublikos civilinio kodekso patvirtinimo, įsigaliojimo ir įgyvendinimo įstatymas* (2000 m. liepos 18 d. Nr. VIII-1864). [žiūrėta 2020-04-25]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.8A39C83848CB/asr>
24. Lietuvos Respublikos Seimas. (2000b). *Lietuvos Respublikos nekilnojamojo turto kadastro įstatymas* (2000 m. liepos 27 d. Nr. VIII-1764). [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.72C31F8DD98E/asr>

25. Lietuvos Respublikos Seimas. (2001). *Lietuvos Respublikos geodezijos ir kartografijos įstatymas* (2001 m. birželio 28 d. Nr. IX-415). [žiūrėta 2020-04-15]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.143068/asr>
26. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (1992). *Nutarimas dėl Lietuvos Respublikos valstybinio žemės (su nekilnojamojo turto elementais) kadastro nuostatų tvirtinimo* (1992 m. balandžio 30 d. Nr. 316). [žiūrėta 2020-03-26]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.6628?jfwid=p888e6wmz>
27. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2002). *Nutarimas dėl Lietuvos Respublikos nekilnojamojo turto kadastro nuostatų patvirtinimo* (2002 m. balandžio 15 d. Nr. 534). [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.164531/asr>
28. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija. (2017). *Isakymas dėl valstybinių erdvinių duomenų rinkinių ir žemėlapių sąrašo patvirtinimo* (2017 m. liepos 25 d. Nr. 3D-488). [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/0192de90713411e7827cd63159af616c/asr>
29. Luo, X.; Bennett, R.; Koeva, M.; Lemmen, C.; Quadros, N. 2017. Quantifying the Overlap between Cadastral and Visual Boundaries: A Case Study from Vanuatu, in *Urban Science*. vol. 1(4), 32.
30. Mika, M., & Jurkiewicz, M. (2018). Legal and technological obstacles on the road to creating the 3D cadastre in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus*, 17(2), 135
31. Navratil, G., & Frank, A. U. (2004). Processes in a cadastre. *Computers, Environment and Urban Systems*, 28(5), 471-486.
32. Oficialiosios statistikos portalas. (2019). *Lietuvos gyventojai (2019 m. leidimas): Miesto ir kaimo gyventojai*. <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-gyventojai/lietuvos-gyventojai-2019/salies-gyventojai/miesto-ir-kaimo-gyventojai>
33. Paasch, J., & Paulsson, J. (2011). Terminological aspects on three-dimensional real property. *Nordic journal of surveying and real estate research*, 8(1).
34. 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(2), 256-268.
35. Panevėžio miesto savivaldybė. (2020). Panevėžio miesto skaitmeninis 3D maketas. [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per internetą: <https://panevezys.lt/3d/>
36. Park, S., Lee, J., & Li, H. S. (2010). Data model for 3D cadastre in Korea. In *2010 Second International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services* (pp. 68-73). IEEE.

37. Paulsson, J. (2007). *3D property rights: an analysis of key factors based on international experience* (Doctoral dissertation, KTH).
38. Pasaulio sveikatos organizacija. (2020). *Global Health Observatory (GHO) data*. https://www.who.int/gho/urban_health/en/
39. Potsiou, A. C. (2018). Best Practices 3D Cadastres, Preface. In *FIG Congress 2018, Turkey, 6-11 May 2018*. International Federation of Surveyors, FIG, V-VI.
40. Rajabifard, A., Williamson, I., Steudler, D., Binns, A., & King, M. (2007). Assessing the worldwide comparison of cadastral systems. *Land Use Policy*, 24(1), 275-288.
41. Shnaidman, A., Van Oosterom, P., Lemmen, C. H. J., Ploeger, H., Karki, S., & Rahman, A. (2019, April). Analysis of the Third FIG 3D Cadastres Questionnaire: Status in 2018 and Expectations for 2022. In *FIG Working Week 2019: Geospatial Information for a Smarter Life and Environmental Resilience*. Hanoi, Vietnam.
42. Spirou-Sioula, K., Ioannidis, C., & Potsiou, C. (2011). Proposal for the development of a 3D hybrid model for the Hellenic Cadastre. In *2nd International Workshop on 3D Cadastres*.
43. State of Victoria. (2020). Land Use Victoria 3D ePlan Prototype. [žiūrėta 2020-04-17]. Prieiga per internetą: <https://www.spear.land.vic.gov.au/spear/pages/eplan/3d-digital-cadastre/3dprototype/prototype.html#>
44. Stoter, J. E. (2004). *3D Cadastre*.
45. Stoter, J., & Salzmänn, M. (2001). Towards a 3D cadastre: where do cadastral needs and technical possibilities meet?. *3D Cadastres: Technical and Legal Aspects I*, 115-135.
46. Stoter, J., & Salzmänn, M. (2003). Towards a 3D cadastre: where do cadastral needs and technical possibilities meet?. *Computers, environment and urban systems*, 27(4), 395-410.
47. Stoter, J. E., & van Oosterom, P. (2006). *3D cadastre in an international context: legal, organizational, and technological aspects*. Crc Press.
48. Stoter, J. E., Ploeger, H. D., Louwman, W., Van Oosterom, P. J. M., & Wünsch, B. (2011). Registration of 3D situations in land administration in the Netherlands. In *Proceedings 2nd International Workshop on 3D Cadastres, Delft, The Netherlands, 16-18 November, 2011*. International Federation of Surveyors (FIG).
49. Valstybės įmonės Registrų centro ikiprekybinio pirkimo komisija. (2018). *Erdvinių trimačių (3d) duomenų, būtinų ūkio plėtros projektų efektyviam įgyvendinimui, parengimo, saugojimo ir valdymo technologijos sukūrimo, ikiprekybinio pirkimo sąlygos* (2018 m. rugsėjo 5 d. Nr. KP-152(2)). [žiūrėta 2020-02-10]. Prieiga per internetą: <https://www.registrucentras.lt/bylos/dokumentai/naujienos/Ikiprekybinio%20pirkimo%20s%C4%85lygos%20galiojanti%20redakcija%2018-09-05.pdf>

50. Valstybės įmonė Registrų centras. (2020). REGIA. [žiūrėta 2020-05-05]. Prieiga per internetą: https://regia.lt/map/traku_r?lang=0
51. Van Oosterom, P., Stoter, J., Ploeger, H., Thompson, R., & Karki, S. (2011, May). World-wide Inventory of the Status of 3D Cadastres in 2010 and Expectations for 2014. In *Proceedings of the FIG Working Week* (p. 21). International Federation of Surveyors (FIG) Copenhagen.
52. Vilniaus miesto savivaldybė. (2020). 3D miesto maketas. [žiūrėta 2020-03-28]. Prieiga per internetą: <https://3d.vilnius.lt/scenos/3d-miesto-maketas>
53. Žydžiūnaitė, V., & Sabaliauskas, S. (2017). *Kokybiniai tyrimai: principai ir metodai: socialinių mokslų studijų programų studentams*. Vaga.

Eimantas Plavinskas 