



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti

Magistro baigiamasis projektas

Mindaugas Krasauskas
Projekto autorius / autorė

Doc. dr. Darius Pupeikis
Vadovas / Vadovė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas
Statybos ir architektūros fakultetas

Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti

Magistro baigiamasis projektas
Statybos valdymas (6211EX007)

Mindaugas Krasauskas
Projekto autorius / autorė

doc. dr. Darius Pupeikis
Vadovas / Vadovė

doc. dr. Arūnas Aleksandras Navickas
Recenzentas / Recenzentė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Mindaugas Krasauskas

Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Mindaugo Krasausko, baigiamasis projektas tema „Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Magistro baigiamojo projekto užduotis

Studijų programa: STATYBOS VALDYMAS

Baigiamojo projekto tema (lietuvių k.):

Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti.

Baigiamojo projekto tema patvirtinta dekanu potvarkiu Nr.: _____

(lietuvių k.): Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti.

(anglų k.): Possibilities of Using Building Information Modelling Data to Perform Cost Estimation in Lithuania.

1.

Pradiniai duomenys darbui (pagal poreikį):

PROJEKTO GAIRĖS:

- LITERATŪROS APŽVALGA IR ANALIZĖ
- 5D BIM DIMENSIJA, PRIVALUMAI IR TRUKŪMAI
- STATINIO STATYBOS SKAIČIUOJAMOSIOS KAINOS NUSTATYMO METODIKŲ APŽVALGA
- IFC STANDARTAS IR REIKŠMĖ 5D TAIKYMUI
- STATYBOS INFORMACIJOS KLASIFIKATORIAI IR JŲ ĮTAKA 5D TAIKYMUI
- STATINIO INFORMACIJOS MODELIO DUOMENŲ PANAUDOJIMO GALIMYBIŲ TYRIMAS STATYBOS SKAIČIUOJAMAI KAINAI NUSTATYTI
- PRAKTINIS EKSPERIMENTINIS TYRIMAS
- 5D BIM MODELIO KAINOS APSKAIČIAVIMO METODOLIGIJŲ PALYGINIMAS
- IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Baigiamojo projekto dalys:**Atlikti**

Įvadas	x
Literatūros apžvalga	x
Metodologija	x
Eksperimentiniai tyrimai	x
Išvados	x

Kita informacija (pagal poreikį), susitikimų su vadovu savaitės diena (-os) bei laikas:

--

Vadovas:

(indėlis _____ %)

Doc. Dr. Darius Pupeikis*pareigos, vardas, pavardė**parašas***Konsultantas:**

(indėlis _____ %)

*pareigos, vardas, pavardė**parašas***Konsultantas:**

(indėlis _____ %)

*pareigos, vardas, pavardė**parašas***Studentas:****Mindaugas Krasauskas***vardas, pavardė**parašas*

Mindaugas Krasauskas. Statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje nustatyti. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas / vadovė doc. dr. Darius Pupeikis ; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Studijų krypties grupė: inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: 5D BIM, duomenys, kainos apskaičiavimas, statinio informacinis modelis

Kaunas, 2021 m. 86 p. be priedų

Santrauka

Baigiamojo darbo tikslas – išanalizuoti statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybes Lietuvoje statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti.

Tikslui pasiekti iškeliami uždaviniai – išanalizuoti pasirinktoje užsienio šalyje taikomus metodus kainos apskaičiavimui nustatyti, panaudojant statinio informacinio modelio duomenis. Atlikti praktinį eksperimentinį tyrimą pagal taikomus metodus, pabandyti pritaikyti tuos metodus Lietuvoje ir nustatyti duomenų panaudojimo galimybes. Darbą sudaro trys dalys. Pirmoje dalyje analizuojama 5D BIM dimensiją ir jo įgyvendinimo ypatybės Lietuvoje ir pasaulyje. Antroje dalyje atliekama Norvegijoje taikomų metodų analizė ir praktinis eksperimentinis tyrimas. Nustatomos kainos apskaičiavimo galimybės Lietuvoje atliekant praktinį eksperimentinį tyrimą pagal Norvegijoje taikomus metodus. Trečioje dalyje atliekamas rezultatų palyginimas. Pateikiamos išvados ir rekomendacijos.

Krasauskas, Mindaugas Possibilities of Using Building Information Modelling Data to Perform Cost Estimation in Lithuania. Master's Final Degree /supervisor doc. dr., Darius Pupeikis; Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology.

Study field group: Engineering Sciences.

Keywords: 5D BIM, data, cost estimation, building information modeling.

Kaunas, 2021. 86 of pages.

Summary

The aim of the final work is to analyze the possibilities of using the data of building information modeling in Lithuania to determine the estimated price of construction.

Targets to achieve the goal are to analyze the methods used in the selected foreign country to determine the price calculation, using the data of the building information model. To carry out a practical experimental study according to the applied methods, to try to apply those methods in Lithuania and to determine the possibilities of using the data. The work consists of three parts. The first part analyzes the 5D BIM dimension and the features of its implementation in Lithuania and in the world. The second part analyzes the methods used in Norway and a practical experimental study in Norway. Possibilities of price calculation in Lithuania are determined by conducting a practical experimental research according to the methods applied in Norway. The third part compares the results. Conclusions and recommendations are presented.

Turinys

Lentelių sąrašas	9
Paveikslėlių sąrašas	10
Santrumpų ir terminų sąrašas	11
Įvadas.....	13
1. Literatūros analizė.....	15
1.1 BIM Dimensijos	15
1.2 5D BIM modelis (Dimensija).....	17
1.2.1 5D BIM privalumai ir trūkumai.....	17
1.2.2 5D panaudojimo būdai.....	19
1.2.3 5D programinė įranga.....	21
1.2.4 Kiekių išgavimas	22
1.3 Statinio statybos skaičiuojamosios kainos nustatymo metodikų apžvalga.....	23
1.3.1 WBS Darbo suskirstymo struktūra	23
1.3.2 Matavimo taisyklės.....	25
1.4 IFC standartas ir reikšmė (vertė) 5D taikymui.	27
1.5 Statybos informacijos klasifikatoriai ir jų įtaka 5D taikymui.	30
1.6 5D BIM įgyvendinimo ypatybės	34
1.7 Kainos apskaičiavimo metodologijos Lietuvoje analizė	36
1.8 Statinio informacijos modelio duomenų mainų panaudojimo galimybių analizė Lietuvoje... 38	
1.9 Literatūros analizės išvados.....	40
2. Statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybių tyrimas statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti	41
2.1 Tyrimo metodika	41
2.2 Norvegijos 5D BIM modelio skaičiavimo metodologijos analizė	41
2.3 Praktinis tyrimas. Gyvenamojo namo modeliavimas, informacijos klasifikavimas ir kainos nustatymas „Smartkalk“ 5D skaičiavimo programa.....	50
2.4 Skaitmeninio informacinio modelio kainos apskaičiavimas Lietuvoje pagal Norvegijos metodologijos principus	65
3. Tyrimo rezultatų palyginimas	74
Išvados ir rekomendacijos	79
Literatūros sąrašas	81
Priedai.....	86

Lentelių sąrašas

1 lentelė. 5D programinės įrangos [20]	22
2 lentelė. Darbo suskirstymo struktūros aplinkybės [26]	25
3 lentelė. IFC klasių sąrašas [29].....	28
4 lentelė. Klasifikatorių palyginimas [39]	33
5 lentelė. Skaičiavimo statinio gyvavimo ciklo etapuose metodai ir jų tikslumas[50]	42
6 lentelė. TFM durų ir ventiliatoriaus klasifikavimas [56].....	47
7 lentelė. Projekto parametrų paaiškinimas.....	53
8 lentelė. Projekto parametrų paaiškinimas	67
9 lentelė. Kriterijai ir jų paaiškinimai	74
10 lentelė. Statybos informacijos klasifikatorių kriterijų grupė.	75
11 lentelė. Duomenų mainų vertinimo kriterijų grupė.	75
12 lentelė. Kiekių išgavimas (apskaičiavimas) vertinimo kriterijų grupė	76
13 lentelė. Programinės įrangos vertinimo kriterijų grupė.	77

Paveikslėlių sąrašas

1 pav. BIM dimensijos	15
2 pav. Darbo suskirtymo struktūros (WBS) santykis su projektu [24].....	24
3 pav. Reikalinga informacija, kaip detalizuota IFC [36]	30
4 pav. Pavyzdys hierarchinės klasifikavimo sistemos [40]	31
5 pav. Analitinė – sintetinė klasifikacijos pavyzdys [40].....	32
6 pav. Projekto etapai [53].....	44
7 pav. NS 3451 standarto klasifikavimo pavyzdys [57].....	48
8 pav. NS 3420 klasifikavimo pavyzdys [58]	49
9 pav. NS 8360 klasifikavimo pavyzdys [59].....	50
10 pav. Vieno aukšto gyvenamasis namas	52
11 pav. Kainos apskaičiavimo proceso schema [60].....	52
12 pav. Projekto parametrų kurimas.....	53
13 pav. Projekto parametrų kurimas.....	53
14 pav. Klasifikuotas elementas pagal NS8360 standartą.....	54
15 pav. IFC failo eksportavimas.....	55
16 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas	55
17 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas	56
18 pav. Kainų duomenų bazės sudėtis.....	57
19 pav. Elemento parametrizavimas.....	57
20 pav. Projekto kūrimas.....	58
21 pav. IFC susiejimo įrankis.....	59
22 pav. IFC objektų bibliotekos kūrimas.....	59
23 pav. IFC objektai su nuoroda į klasifikatorių.....	60
24 pav. IFC nuorodos susiejimas su kainų duomenų baze.....	60
25 pav. IFC nuorodų sąrašas susietas su Holte kainų duomenų baze.....	61
26 pav. Sąmatos kūrimas.....	61
27 pav. Sukurtos kainų duomenų bazės pasirinkimas	62
28 pav. IFC importavimas	62
29 pav. Gyvenamojo namo sąmatiniai skaičiavimai apskaičiuoti automatizuotu būdu.....	63
30 pav. Darbo suskirstymo struktūros ir Sistelos įkainių schema	66
31 pav. Projekto parametrų kūrimas.....	67
32 pav. Elementų klasifikavimas Revito programoje.....	68
33 pav. IFC failo eksportavimas.....	69
34 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas	69
35 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas	70
36 pav. Kiekių išgavimas Solibri programoje.....	71
37 pav. Kiekių suvestinė eksportuota į excelio failą.....	71

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos :

2D (angl. *two dimensions*) – dvimatė erdvė (plokštuma)

3D (angl. *three dimensions*) – trimatė erdvė, naudojama kuriant taškų rinkinius, sujungiamus į linijas, kreives, plokštumas ir pan., kurias naudojant gaunami tūriniai kūnai

4D (angl. *four dimensions*) – keturmatė erdvė, kurioje trimatis kūnas atvaizduojamas laiko atžvilgiu

5D (angl. *fifth dimensions*) – penkiamatė erdvė, kurioje trimatis kūnas atvaizduojamas kainos atžvilgiu

BIM (angl. *Building Information Modeling*) – statinio informacinis modeliavimas

BuildingSmart – tarptautinė organizacija

CAD (angl. *Computer-Aided Design*) - virtualių arba realių objektų projektavimo būdas naudojant kompiuterines technologijas

Coclass – Švedijos statybos klasifikatorius

CSI (angl. *construction specifications institute*) - statybos specifikacijų institutas

IDM (angl. *information delivery manuals*) – informacijos valdymo standartas

IFC (angl. *Industry Foundation Classes*) – atviras mainų formatas

IFD (angl. *international framework for dictionaries*) - bibliotekų ir terminologijos standartas.

NRM (angl. *New rules of measurement*) – naujos matavimo taisyklės

NS 3420 (norv. *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner*) - pastatų, statybos ir montavimo aprašymai ir taisyklės

NS 3451 (norv. *Bygningsdelstabell*) - Statybos elementų lentelė

NS 8351 (norv. *Byggetegninger – Datamaskinassistert konstruksjon (DAK) – Lagdeling*) - konstrukcijos brėžiniai. Kompiuterinė konstrukcija (CAD). Sluoksniavimas

NS 8360 . (norv. *BIM objekter – Navngivning og egenskaper for BIM objekter og objektbiblioteker for byggverk.*) - BIM objektai – BIM objektų ir objektų bibliotekų pavadinimai ir savybės.

Omniclass – Jungtinių Amerikos Valstijų statybos informacijos klasifikatorius

Statsbygg – valstybinė institucija Norvegijoje, kuri atsakinga už viešųjų įstaigų pastatus.

TFM (norv. *Tverrfaglig merkesystem*) – tarpdisciplininė etikečių sistema

Uniclass – Jungtinės Karalystės statybos informacijos klasifikatorius

WBS (angl. *Work Breakdown structure*) – darbo suskirstymo struktūra

Įvadas

Lietuvoje statinio informacinis modeliavimas (angl. *Building Information Modeling*, BIM) tampa vis aktualesnis ir dažniau sutinkamas statybos projektuose, o nuo 2021 sausio 1 d. BIM metodologija bus privaloma taikyti projektuojant ir statant sudėtingus ir didelės vertės viešojo sektoriaus statinius ar jų dalis.

Statinio informacinį modeliavimą galima pritaikyti per skirtingus projekto gyvavimo ciklo etapus, nuo planavimo iki valdymo stadijos. BIM pritaikymo būdų ir galimybių atrandama vis daugiau. Vienas iš jų - kainos apskaičiavimas. Teisingas kainos nustatymas yra vienas iš veiksnių, lemiančių projekto sėkmę. Taigi, labai svarbu yra naudoti tinkamas priemones ir tinkamus įrankius kainai nustatyti, todėl kainos apskaičiavimas, naudojantis statinio informacinio modelio metodologijomis, suteikia ženkliai daugiau galimybių nustatyti teisingą projekto kainą.

Svarbiausi veiksniai, leidžiantys atlikti tinkamai projekto kainos apskaičiavimą naudojantis BIM technologijomis, yra teisingas modelio ir jo elementų klasifikavimas, tinkamas duomenų mainų perdavimo parinkimas (IFC) ir tikslus kiekių išgavimas. Naudojant šiuos tris veiksmus galima ne tik atlikti tikslesnius kainos apskaičiavimus, bet ir juos automatizuoti. Norint atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą, reikia teisingai suklasifikuoti statinio informaciją. Jungtinės Amerikos Valstijos, Jungtinė Karalystė, Skandinavijos šalys naudoja ir tobulina savo statybos informacijos klasifikatorius. Jungtinės Amerikos Valstijos naudoja Omniclass klasifikatorių, JK naudoja „Uniclass“, Švedija „Coclass“ klasifikatorius. Taigi, šalys, kurios turi savo nacionalinius klasifikatorius, naudojasi duomenų informacijos mainais, turi didesnes galimybes išnaudoti BIM privalumus ir atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą.

Lietuvoje lyderiaujančios statybų kompanijos naudojasi duomenų informacijos mainų standartais, atlieka kiekių ištraukimą iš BIM modelio ir galimai naudoja vidinius savo susikurtus klasifikatorius. Lietuva neturi metodologijų, standartų ir bendro statybų informacijos klasifikatoriaus, kurie apibrėžtų taisykles, pateiktų nurodymus ir leistų statybų įmonėms ir visiems statybų pramonės dalyviams tinkamai klasifikuoti informaciją. Taigi, yra svarbu išanalizuoti skirtingų šalių gerąsias praktikas, metodologijas, klasifikatorius ir pateikti rekomendacijas, kaip jų patirtį gali pritaikyti Lietuvoje.

Darbo tikslas: nustatyti statinio informacinio modeliavimo duomenų panaudojimo galimybes statybos skaičiuojamajai kainai Lietuvoje.

Darbo uždaviniai :

- atlikti užsienio šalių ir Lietuvos mokslinių šaltinių ir literatūros analizę;
- atlikti Norvegijos 5D BIM modelio skaičiavimo ir programinės įrangos analizę;
- atlikti Norvegijos statybos informacijos klasifikatoriaus analizę;
- atlikti automatinį kainos apskaičiavimą naudojantis „Smartkalk“ programą pagal norvegišką metodologiją;

- atlikti BIM 5D pritaikymo galimybių tyrimą Lietuvoje;
- palyginti skirtingas Norvegijos ir Lietuvos kainos apskaičiavimo metodologijas;
- pateikti išvadas ir rekomendacijas.

Tyrimo metodai: Mokslinės literatūros analizė, praktiniai eksperimentiniai tyrimai, rezultatų palyginimas.

Darbo mokslinis naujumas ir praktinė nauda :

Magistrinio darbo praktinėje dalyje eksperimento metu nagrinėjama statinio informacinio modelio duomenų panaudojimas statybos kainai nustatyti Norvegijoje ir galimybės Lietuvoje. Kainos apskaičiavimas panaudojant BIM modelio duomenis Lietuvoje yra nepakankamai ištyrinėta sritis. Viešajame ir privačiame sektoriuje vis dar daugumoje statybos projektų kainos apskaičiavimas atliekamas naudojant senus metodus rankiniu būdu.

Tyrimo nauda galima būtų laikyti gautus rezultatus, kurie nurodo kokios galimybės yra Lietuvoje panaudojant statinio informacinio modelio duomenis statybos kainai nustatyti. Rezultatus galima būtų pritaikyti praktikoje statybos kainos vertintojams.

Šiuo metu Lietuvoje yra kuriamas nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius. Išanalizavus užsienio šalių praktikas ir situacija Lietuvoje, gauti rezultatai įgis dar didesnę praktinę reikšmę. Todėl svarbu yra iš anksto pasiruošti pokyčiams, nes kainos apskaičiavimui panaudojant BIM duomenis metodų įgyvendinimo kainos yra sąlyginai didelės ir neteisingų metodų parinkimas gali atnešti projekto dalyviams didelius laiko ir finansinius nuostolius.

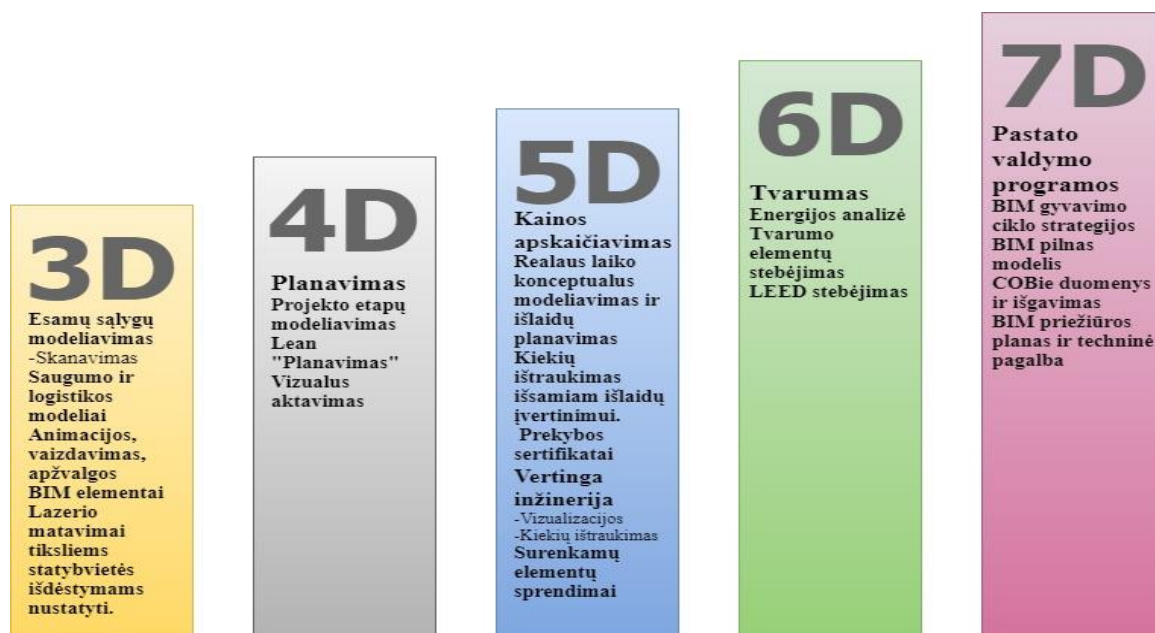
2. Literatūros analizė

2.1 BIM Dimensijos

Statinio informacinis modeliavimas yra dinamiškas didelės apimties informacijos modelių kūrimo procesas visam statybos projekto gyvavimo ciklui [1]. Tai informacinių modelių, kuriuose pateikiama tiek grafinė, tiek negrafinė informacija, kūrimo procesas bendroje duomenų aplinkoje (CDE). Kuriamą informacija tampa vis detalesnė, nes projektas tęsiasi per visus statinio gyvavimo ciklo etapus [2].

Skaitmeninis informacinis modelis gali būti naudojamas iš anksto apibrėžtiems tikslams. Atsižvelgiant į projekto etapo reikalavimus ir projekto sudėtingumą, prie esamo modelio pridedami konkretūs parametrai. Šiuos iš anksto nustatytus apibrėžtiems tikslams papildymus galima apibūdinti kaip BIM dimensijas [1].

BIM dimensijos – 3D,4D,5D,6D,7D, kiekvienas turi savo tikslą ir yra naudingas, norint sužinoti, kiek kainuos projektas, jo laiko juosta, kada jis bus baigtas ir koks tvarus jis bus ateityje [1]. BIM modeliuose naudojami net tik trimatės erdvės duomenys, bet ir kitų dimensijų. 4D modelis reiškia informacijos apie laiko sekos įtraukimą, 5D modelis nurodo informacijos apie elementų sąnaudų įtraukimą, 6D modelis, susijęs su informacijos apie draugišką elgesį su aplinka ir 7D modelis nurodo informaciją dėl techninės priežiūros grafikų [3].



1 pav. BIM dimensijos

3D - atspindi tris pastato struktūros geografinius matmenis (x,y,z). Geografinės galimybės padeda suinteresuotoms šalims vizualizuoti pastato struktūrą 3 dimensijose dar prieš pradėdant projektą. 3D BIM

modelis suteikia galimybę visiems projekto dalyviams efektyviai bendradarbiauti modeliuojant ir sprendžiant tipines struktūrines problemas. Kadangi viskas saugoma centrinėje vietoje – BIM modelyje, dėl to ateityje išspręsti problemas gali tapti vis paprasčiau [1].

4D – laikas geriausiai tinkanti sąvoką apibūdinti šią dimensiją. Ketvirtą BIM dimensiją galima įvardinti kaip nuoseklų įvykių sąrašą, įskaitant visus vizualizuotus projektavimo, statybos ir valdymo etapus, atsižvelgiant į jo formas ir esmės pokyčius ar santykius su aplinka. Statybos planavimas yra pagrindinis procesas taikomas 4D modelyje. Statyboje vykstantys procesai, yra suskirstomi į statybos užduotis į darbo paketus. Šie darbo paketai nurodo simbolių grupes arba simbolių dalis, pvz. fasadiniai ir vidiniai išorinės sienos sluoksniai, izoliacijos, tinko ir dažų sluoksniai. Tai reiškia, kad laiko matmenys taikomi konkreitiems pastato elementams [4].

5D – populiariausias penktos dimensijos apibūdinimas yra kaina [4]. Pagrindinis 5D BIM tikslas yra informacijos modelio komponentų naudojimas ir galimybė gaut tikslią informaciją apie išlaidas. Modelio, susieto su kainomis pranašumai, yra galimybė lengvai pamatyti išlaidas 3D forma, gauti pranešimus, kai atliekami pakeitimai, automatizuotas projekto elementų ir sistemų kainos nustatymas. Naudojant 4D BIM duomenis galima lengvai stebėti numatomas ir faktines išlaidas projekto metu. Tai leidžia reguliariai atlikti pranešimus apie išlaidas ir sudaryti biudžetą, kad būtų užtikrintas efektyvumas, o pats projektas neviršytų numatytų išlaidų plano [1].

6D – Kartais vadinamas „integruotu BIM“ arba „iBIM“, 6D statinio informacijos modelis apima informacijos, skirtos palaikyti patalpų valdymą ir naudojimą, siekiant išgauti efektyvumą ir tvarumą. Šie duomenys gali apimti informaciją apie komponento gamintoją, jo montavimo datą, techninę priežiūrą ir išsamią informaciją apie tai, kaip elementas turėtų būti sukonfigūruotas ir valdomas siekiant optimalaus našumo ir energinio naudingumo [1].

7D – yra susijęs su pastatų valdytojų ir savininkų operacijomis ir pastato valdymu. Dimensija naudojama svarbiems turto duomenims, tokiems kaip būklė, techninės priežiūros / naudojimo vadovams, garantijos informacija, techninės specifikacijos ir t.t., kurie galimai bus naudojami ateityje stebėjimui. 7D BIM yra unikalus metodas, kai viskas, kas susiję su pastato valdymo procesu, yra sugretinama vienoje vietoje pagal pastato informacinį modelį. Toks metodas padeda pagerinti paslaugų, teikimo kokybę per visą projekto gyvavimo ciklą. Naudojant 7D BIM užtikrinama, kad viskas projekte išlaikytų geriausią formą nuo pirmos statinio dienos iki griovimo [2].

Šiame darbe daugiausiai dėmesio, bus skiriama 5D BIM dimensijai, kadangi šios dimensijos tikslas apskaičiuoti kainą, naudojantis statinio informacinio modelio duomenis.

2.2 5D BIM modelis (Dimensija)

1.2.1 5D BIM privalumai ir trūkumai

Norint išsiaiškinti ir suprasti kas yra 5D BIM kainos apskaičiavimas, reikia išanalizuoti statinio informacijos modelio duomenų panaudojimo kainos statybos skaičiuojamajai kainai privalumus ir trūkumus. Apie BIM metodologijos ir panaudojimo būdų privalumus, galima atrasti daug informacijos literatūros šaltiniuose, tačiau kaip ir kiekvienoje srityje galima atrasti ir trūkumų. Todėl, toliau skyriuje bus išanalizuoti pagrindiniai 5D BIM metodologijos privalumai ir trūkumai.

Privalumai

Vizualizacijos – suteikia naudos kainos vertintojams, kurie teigia, kad vizualizacijos ir 3D modelis suteikia geresnes galimybes suprasti projektą, kuriame jie dalyvauja [5]. Kiti šaltiniai teigia, kad 3D modelis leidžia į pastatą pažiūrėti iš bet kurios perspektyvos, todėl sąmatininkams, kainos ekspertams kyla mažiau klausimų dėl projektavimo. 2D brėžinių naudojimas yra sudėtingas dėl didelio jų kiekio, kai 3D suteikia galimybę bet kokią pastato vietą pasiekti akimirksniu [6].

Bendradarbiavimas. 5D BIM paskirtis yra stiprinti bendradarbiavimą statybos projektuose, nes norint pasiekti, kad modeliai būtų efektyvūs, žmonėms reikia dirbti kartu [7]. Popovas ir kiti [8] sutinka su šia nuomone ir teigia, kad 5D modelio naudojimas kainos apskaičiavimui skatina bendradarbiavimą tarpusavyje ir padeda projekto valdymui.

Projekto kokybė ir BIM duomenų kokybė. Manoma, kad baigtų projektų kokybės lygis yra geresnis, nes duomenų kokybę BIM modeliuose prižiūri jo vartotojai. Tačiau, vienas iš apklausos dalyvių, stipriai nesutinka su šia nuomone ir teigia, kad dažnai BIM duomenų kokybė gerokai sumažėja ir dėl to, daug objektų negauna reikalingos informacijos atlikti sąmatinius skaičiavimus. Tai išryškina problemas, susijusias su projektavimu, 3D modeliavimu ir su modeliuose esančia informacija, kadangi BIM kainos apskaičiavimo patikimumas priklauso nuo skaitmeninio informacijos modelio tikslumo ir išsamumo, bet dažnai modelis būna supaprastinamas, pateikiant nepakankamai informacijos apie konstrukcijas ir montavimą. Standartizavimo problemos, tokios kaip pavyzdžiui 3D objektų ir tų pačių objektų aprašymų neatitikimai 5D programinėse įrangose, yra viena iš priežasčių, kodėl gamyboje nėra naudojama BIM [7].

Analizės galimybės. 5D BIM suteikia galimybes ištraukti informaciją apie skirtingus elementus, sudaryti analizę apie projektą ir jo darbus. Analizės gali būti naudingos skirtingiems projekto dalyviams, architektams ar projekto vykdytojams [8].

Efektyvus kiekių ištraukimas biudžeto sudarymo etape. Mokslininkų tyrime atliktoje apklausoje visi dalyviai vieningai sutiko, kad kiekių išgavimas ankstyvuose biudžeto sudarymo stadijose, suteikia daug naudos kiekių vertintojams [7]. Kiti mokslininkai, teigia, kad kiekių išgavimas preliminariems projekto skaičiavimams yra ganėtinai paprastas, bet labai svarbu, kad sąmatininkai užfiksuotų trūkstamą

informaciją kainai nustatyti ir ją perduotų projektuotojams [9]. Kitų autorių nuomone, 5D BIM gali suteikti aukštą išlaidų išsamumo lygį, kuris gali būti naudingas ankstyvuose projektavimo etapuose, o kai kurios programinės įrangos leidžia sudaryti išsamius biudžetų planus ir tiesiogiai susieti modelį su 5D išlaidų bibliotekomis [6].

Efektyvus išlaidų planavimas detaliuose kainos apskaičiavimo etapuose. Atliktoje apklausoje daugelis tyrimo dalyvių sutiko, kad 5D BIM siūlo efektyvesnį kiekių išgavimą kainos apskaičiavimui nei naudojantis tradiciniu būdu. Kiekus galima išgauti įvairiais būdais, o kartais pastato kiekių rezultatai išgaunami iš modelio vieno mygtuko paspaudimu. Kiti teigia, kad tradiciniu būdu apskaičiuoti sienų kvadratūras užtruktu valandą ar dvi, kai naudojantis BIM tai atlikti galima paspaudus tris pelės mygtukus. Nepaisant to, dalyviai pažymėjo, norint įsitikinti, ar yra kiekiai teisingi, reikia atlikti išsamią kontrolę [7]. Tad, galimybė eksportuoti kiekius automatiniu būdu iš BIM modelio sumažina laiko sąnaudas kainos apskaičiavimui [10].

Trūkumai

Programinės įrangos suderinamumas. Sąveikumas tarp programų yra sklandus informacijos dalijimasis visose BIM disciplinose, kuris reikalingas siekiant maksimaliai padidinti BIM teikiamą naudą [6], tačiau fragmentiškos ir izoliuotos statybų pramonės paskatinti pardavėjai, dažnai siūlo patentuotas programines įrangas, kurios riboja keitimąsi svarbiais pastato duomenimis tarp kelių organizacijų. Pasak mokslininkų, tai - pagrindinė kliūtis įgyvendinant 5D modelį [11]. Pavyzdžiui, vieni architektai naudoja „Archicad“, o kiti - „Revit“ programinę įrangą, o tai sudaro nemažai problemų, siekiant sujungti modelius ir pasidalinti informacija su kitais dalyviais [7]. IFC standartai – tai vienas iš sprendimo būdų, leidžiantis atlikti duomenų mainus tarp skirtingų programų, tačiau vis dar yra nemažai problemų pritaikant šį standartą [6].

Programinės įrangos ir kompetencijos kėlimo išlaidos – mokslinio straipsnio autorius atliko tyrimą, kuriame buvo klausiama apie 5D BIM naudą ir kliūtis įgyvendinant statybos skaičiuojamą kainą naudojantis BIM technologijomis. Buvo nustatyta, kad dauguma apklausos dalyvių mano, jog reikalingi išsami mokymai norint įgyvendinti BIM, tačiau tokie mokymai yra ganėtinai sunkūs ir užima daug laiko, todėl šios priežastys, galimai stabdo statinio informacinio modeliavimo panaudojimo ir įgyvendinimo plėtrą [6].

Rizikos poveikis – pastebima, kad įgyvendinant 5D BIM, atsiranda nemažai problemų teisiniame reguliavime. Viename moksliniame šaltinyje teigiama, kad kyla tokie teisiniai klausimai, kaip: kas turi teises ir kas yra atsakingi už modelyje esančią informaciją. Taip pat svarstoma, kas atsitinka, kai modelyje atsiranda klaidų ir dėl to nukenčia projekto finansinės išlaidos. Autoriai pastebi, kad norint pasiekti pilną naudą iš BIM modelio, turi atsirasti inovatyvūs sprendimai sudarant sutartis ir draudimai, kurie apsaugotų nuo finansinių nuostolių [9].

Nesuderinamumas su pramonės pripažintais kainų nustatymo elementų formatais – vieni mokslininkai teigia, kad atliekant skaičiavimus 3D programa ir lyginant su tradiciniu 2D skaičiavimu yra su taupomas laikas ir sumažinamos klaidos [12], tačiau, kiti šaltiniai teigia, kad BIM modeliuose būna daugybė dizaino klaidų ir dažnai trūksta svarbios informacijos, o tai trukdo BIM naudoti 5D kainos nustatymui, nes duomenys yra neišsamūs arba netikslūs, kad juos būtų galima naudoti. Norint teikti 5D BIM kainos apskaičiavimo paslaugas, reikia, kad BIM modeliai būtų teisingi, išsamūs, o objektai turi turėti visus reikalingus duomenis. Daug laiko užima ieškoti trūkstamos informacijos modeliuose, peržiūrint 2D brėžinius, kuriuose pavaizduoti trūkstami pastato elementai [9].

Integracijos trūkumas modelyje – turi būti atrastas balansas tarp informacijos, kurią turi naudoti architektai modeliuodami 3D modelį ir papildomos informacijos, kuri reikalinga kainos vertintojams atlikti 5D skaičiavimus. Ši pagrindinė problema yra integracijos trūkumas, kai industrijos dalyvių grupės dirba atskirai. Manoma, kad tai yra pagrindinė 5D BIM diegimo kliūtis [13].

Išanalizavus literatūros ir mokslinius šaltinius galima teigti, kad pagrindiniai privalumai 5D metodologijos yra vizualizacijos, kurios leidžia kainos vertintojams ir kainos ekspertams nustatinėjant projekto kainą, tam tikrą projekto vietą, peržiūrėti greičiau negu naudojant 2D brėžinius. Bendradarbiavimas taip pat vienas iš privalumų. Teigiama, kad 5D BIM modelis skatina bendradarbiavimą tarp skirtingų projektų dalyvių. Kiti privalumai yra BIM duomenų kokybė ir analizės galimybės, kas suteikia ženkliai daugiau informacijos apie projektą atliekant kainos apskaičiavimą. Taip pat, svarbu paminėti, kad naudojant 5D BIM metodologijas, kiekių ištraukimas ir darbų, medžiagų apskaičiavimus yra efektyvesnis ir leidžia sudaryti tikslesnius projekto biudžetus, kurie padeda organizuoti išlaidų planavimą ir valdymą.

Nors pastebima nemažai 5D BIM dimensijos privalumų, tačiau ji turi ir trūkumų. Atlikus literatūros analizę, galima teigti, kad pagrindiniai trūkumai yra šie: programinės įrangos nesuderinamumas tarp skirtingų disciplinų, programinės įrangų įsigijimas ir kompetencijos kėlimo kaštai. Vienas svarbiausių trūkumų, kuris yra įvardijamas moksliniuose šaltiniuose, kaip pagrindinė BIM diegimo kliūtis, yra integracijos trūkumas modelyje, nes nėra bendro susitarimo, kokios informacijos reikia projektuotojams, o kokios - kainos vertintojams projekto vertei nustatyti. Apžvelgus 5D BIM privalumus ir trūkumus, svarbu išsiaiškinti, kaip 5D BIM galima pritaikyti praktikoje ir kokie yra pagrindiniai 5D BIM panaudojimo būdai.

1.2.2 5D panaudojimo būdai

Statinio informacinis modeliavimas yra daugialypis verslo procesas, kuris leidžia dalintis informacija skirtingiems projekto dalyviams, taip palengvinant bendradarbiavimą, projekto valdymą ir jo rezultatus. Trečioji BIM dimensija sudaro skaitmeninis 3D modelis su grafine ir negrafine informacija, kurią projekto dalyviai dalinasi tarpusavyje. Ketvirtoji BIM dimensija (4D) apima planavimo informaciją, leidžiančią sprendimo priėmėjams geriau vizualizuoti projekto plėtrą jo statybos metu [14]. Penktoji dimensija (5D) prideda trečią ir ketvirtą dimensijas, su galimybe susieti kainų informacija su skaitmeniniu modeliu ir projekto tvarkaraščiu leidžiančiu geriau valdyti projekto išlaidas [15]. Literatūros šaltiniuose

kiekių išgavimas, kainos apskaičiavimas, biudžeto planavimas, kainų kontrolė ir statinio gyvavimo ciklo kainų analizė yra įvardijami, kaip pagrindiniai procesai atliekami su 5D BIM metodologija. Taigi, svarbu išanalizuoti skirtingus būdus ir apžvelgti jų privalumus ir trūkumus.

Kiekių išgavimas

Moksliniuose šaltiniuose atliekant tyrimą ir apklausiant kainos vertinimo ekspertus, kurie naudoja BIM modelius kiekių išgavimui, buvo nustatyta, kad toks būdas leidžia greičiau ir efektyviau sudaryti kiekių žiniaraščius, jei modelyje pateikiama tinkama informacija. Taip pat, autoriai nustatė, kad naudojantis išgautais kiekiais iš 3D modelio, kiekių žiniaraščiai tapo tikslesni, tačiau, buvo pastebėta, kad modeliuose ne visada būna tinkama informacija, kad galima būtų vieno mygtuko paspaudimu ištraukti visus reikalingus kiekius [16]. Kituose šaltiniuose buvo nustatyta, kad tam tikrų modelių negalima išgauti iš modelių dėl dabartinių įrankių neveiksmumo arba paprasčiausiai dėl to, kad kai kurie elementai nėra atvaizduojami modeliuose. Tad, kainos vertintojai ir kiekių matuotojai vis tiek turi įdėti papildomo rankinio darbo, norint išgauti tikslius skaičiavimus [10].

Kainos apskaičiavimas

Naudojant kainos apskaičiavimą kartu su kiekių išgavimo galimybėmis, 5D modeliai suteikia tikslesnius projektinius skaičiavimus ir sumažinimą bendras projekto išlaidas. Forguso [17] teigimu, naudojantis kiekių išgavimo įrankiu, galima prie jų priskirti kainas iš kainų duomenų bazių, tačiau pastebima, kad ne visos programinės įrangos yra pajėgios tai padaryti.

Biudžeto planavimas

Galimybė susieti modelį su kainų duomenų bazėmis kainos vertinimo ekspertams gali padėti greitai įvertinti kelias alternatyvas pagal kainas ir medžiagas, o taip pat ir suteikia informacijos apie projekto finansus [18]. Tai gali pagerinti klientų supratimą apie projektą ir jų sprendimų įtaką išlaidoms. Visų šių elementų derinys leidžia geriau valdyti projekto vertę gyvavimo ciklo pradžioje, apskaičiuojant įvairius dizaino pakeitimus. Tolesniuose etapuose galima pridėti subrangovų kainas, leidžiančias atlikti projekto finansines prognozes, tačiau, autorius pabrėžia, kad dažnai BIM modeliuose trūksta duomenų ir informacijos kainos apskaičiavimui, kas iškreipia projekto informaciją apie finansus ir dėl to, nukenčia projekto išlaidų valdymas [19].

Kainų kontrolė

Išlaidų kontrolė turėtų būti atliekama reguliariai per visus projekto gyvavimo ciklo etapus, analizuojant skirtingus ekonominius rodiklius. Naudojantis 5D BIM galimybėmis galima atlikti greitus ir efektyvius išlaidų kontrolės procesus. Procesai yra tokie [20] :

- pinigų srautų prognozė;

- patirtų išlaidų palyginimas su biudžetu ir galutiniu išlaidų numatymas;
- medžiagų pirkimas;
- užsakymų keitimas;
- atsiskaitymo progresas.

Gyvavimo ciklo kainų analizė

Kompiuterinių programų naudojimas statinio gyvavimo ciklo kainų apskaičiavimui gali ženkliai sumažinti laiko sąnaudas ir įdedamas pastangas atlikti skaičiavimus [20].

Atlikus literatūros analizę apie pagrindinius 5D BIM panaudojimo būdus, galima teigti, kad kiekių išgavimas yra kertinis panaudojimo būdas 5D BIM metodologijoje, kadangi be kiekių išgavimo negalima atlikti kitų veiksmų (kainos apskaičiavimas, išlaidų planavimas). Kiekių išgavimui, kainos apskaičiavimui yra svarbu tinkama informacija statinio informaciniame modelyje, kad būtų galima efektyviai apskaičiuoti kiekius ir kainą. Moksliniuose šaltiniuose pastebima, kad dažnu atveju 3D modeliuose trūksta duomenų, dėl ko atsiranda papildomo darbo poreikis ir iškyla grėsmė pridaryti klaidų atliekant kiekių ir kainos apskaičiavimus.

Kiekių apskaičiavimas yra vienas iš svarbiausių 5D BIM panaudojimo būdų, dėl to būtina išsamiau išanalizuoti šį panaudojimo būdą ir palyginti su tradiciniu kiekių apskaičiavimu. Taip pat yra svarbu suprasti programines įrangas, kurios leidžia atlikti 5D BIM kainos apskaičiavimą.

1.2.3 5D programinė įranga

Pasaulinėje statybų industrijoje yra labai daug programinių įrangų, su kuriomis galima atlikti kainos apskaičiavimus naudojantis 3D modeliu. Vienos programos suteikia galimybę naudoti visus galimus įrankius, kitos tik kelis arba yra reikalinga įdiegti programinės įrangos papildinius. Programų yra daugybė, tačiau dauguma iš jų yra mažai funkcionalios ir sunkiai pritaikomos praktikoje. Žinoma, yra labai gerų programinių įrangų leidžiančių įgyvendinti visas 5D BIM galimybes projektuose, todėl toliau šiame skyriuje apie jas bus aprašoma plačiau.

Vignaulto ir kitų mokslininkų tyrime [20] buvo išanalizuotos aštuoniolika skirtingų programinių įrangų ir įskiepių. Jos yra išreitinguotos pagal pritaikymą skirtinguose statinio gyvavimo ciklo etapuose ir pagal 5D BIM pritaikymo būdus. Taigi, pagal tyrimo rezultatus išskiriamos trys geriausios programinės įrangos: „Vico Office“, „iTwo“, „Bexel manager“. Toliau apie kiekvieną iš jų išsamiau pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. 5D programinės įrangos [20]

Nr.	1	2	3
Pavadinimas	Vico office	iTWO	Bexel manager
Gamintojas	Trimble	RIB software	Bexel manager
Panaudojimo galimybės	Vietos planavimas; 2D ir 3D kiekių išgavimas; 4D planavimas ir medžiagų valdymas; 5D finansų valdymas; Rizikos valdymas su BIM; Pasikeitimų valdymas	Kiekių išgavimas, išlaidų planavimas, kainų planavimas; kainų kontrolė, statybos simuliacija, biudžeto planavimas	Išlaidų valdymas; projekto planavimas; kainos optimizavimas; statybos simuliacija; progreso sekimas; ataskaitos
Failų eksportavimas	.ifc .xml .xlsx .doc	.ifc .xml .xlsx .doc	.ifc .xml .xlsx .doc
Failų importavimas	.ifc .xml	.ifc .xml	.ifc .xml

1.2.4 Kiekių išgavimas

Kalbant apie 5D galimybes ir panaudojimo būdus svarbu išanalizuoti plačiau kiekių išgavimo sąvoką ir šio įrankio galimybes, nes tai vienas iš svarbiausių veiksnių norint atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą. Be šio panaudojimo būdo negalima atlikti kitų veiksmų norint nustatyti projekto ar statybos kainos.

Viename šaltinyje teigiama, kad kiekių išgavimas yra užduotis, kuri dažniausiai yra atliekama po projektavimo stadijos, ištraukiant kiekius ir juos paruošiant konkursui. Tradicinis kiekio išgavimo būdas pareikalauja daug laiko, gali pasitaikyti žmogiškų klaidų, nes skaičiavimams naudojami 2D brėžiniai. BIM pagrįstas kiekio išgavimas yra greitesnis ir patikimesnis negu pastarasis būdas [10]. Tačiau, pasak kitų šaltinių, kiekvienas elementas modelyje turi turėti atitinkamą išsamią informaciją norint tiksliai išgauti kiekius. Jeigu modelio informacija neišsami ir netiksli, išgaunami kiekiai gali būti netikslūs. Modelyje gali nebūti reikiamų kiekių, galima rezultatų paklaida. Tad, BIM modeliai suprojektuoti ir naudojami projektavimo etapuose turi būti tikrinami ir modifikuojami sklandžiam naudojimui, tiksliai kiekiams išgauti [21].

Kiekių išgavimas rankiniu būdu

Kiekio išgavimas yra procesas, kurio metu, statybų projekte darbų ir medžiagų kiekiai yra išmatuojami. Ši užduotis yra būtina norint gauti svarbią informaciją prieš atliekant kitas projekto užduotis ir procesus. Todėl, kiekio išgavimo tikslumas yra svarbus, atliekant tokias užduotis kaip: kainos planavimas projektavimo etape, kainos skaičiavimas prieš statybiniame etape, laiko planavimas, perkant medžiagas ir stebint progresą projekto statybos etape [10].

Kiekiai išgaunami rankiniu būdu naudojant 2D statybinius brėžinius. Statybų specialistai turi naudoti savo žinias, pastangas išmatuoti ir apskaičiuoti kiekvieno elemento kiekį. Kompiuterinio projektavimo (angl. CAD) pažanga ir programinės įrangos pagerino skaičiavimo procesą. Tačiau, šis procesas vis tiek

dar užima daug laiko ir didelė paklaidos tikimybė, nes jis grįstas 2D statybiniais brėžiniais ir žmonių darbu [22].

BIM grįstas kiekių išgavimas

Statinio informacinio modelio duomenų panaudojimas suteikia galimybę atlikti tiksliau ir greičiau kiekių išgavimą. Statinio informacinio modeliavimo modelis apima apskaičiuojamus grafinius ir duomenų atributus kiekvienam modelio elementui. Tai reiškia, kad kiekiai gali būti išgaunami tiesiogiai iš objektų identifikuojamų modelyje. BIM grįstas kiekių ištraukimas yra patikimesnis, tikslesnis ir greitesnis lyginant su kiekių išgavimu rankiniu būdu. [23]

Panašiai kaip žemos kokybės brėžiniai, ribojantys rankiniu būdu kiekių išgavimą, taip pat ir nuo BIM modelio kokybės priklauso kiekių išgavimo rezultatai. Moksliniuose šaltiniuose pateikiama nemažai pavyzdžių, kurie nurodo, kokios pagrindinės priežastys lemia BIM modelio žemą kokybės lygį. Satinečio ir Bradfordo [23] teigimu, rangovai dažnai gauna BIM modelius iš projektuotojų su daugybe nereikalingos informacijos ir negali dėl to tiksliai atlikti kiekio išgavimo. Kituose šaltiniuose teigiama, kad apie 50 % informacijos BIM modeliuose nėra pateikiama rangovams ar statytojams [21]. Smito teigimu, BIM modelių kokybė ir sunkumai tikrinant modelius yra pagrindiniai veiksniai, kurie stabdo kiekio išgavimą [15].

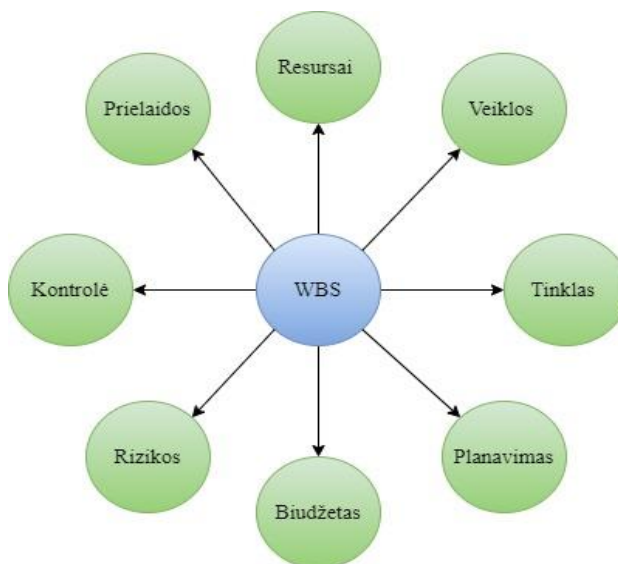
Taigi, galima kelti prielaidas, kad kiekio išgavimas, naudojantis BIM yra ženkliai tikslesnis, greitesnis ir patikimesnis nei rankinis kiekio išgavimo būdas, tačiau remiantis skirtingais šaltiniais, pastebima, jog reikalinga, kad BIM modelis būtų tinkamai sumodeliuotas ir pateiktas su tinkama informacija. Analizuojant mokslinius šaltinius pastebėta, kad BIM modeliuose apie 50 % informacijos nėra pateikiama, todėl yra svarbu, kad projektuotojai ir konsultantai projektavimo etape tinkamai suprojektuotų ir sumodeliuotų BIM modelį.

Norint įgyvendinti 5D BIM dimensiją, neužtenka vien kiekių apskaičiavimo ar programinės įrangos. Siekiant tinkamai nustatyti statybos skaičiuojamąją kainą, panaudojant statinio informacinio modelio duomenis reikalingi ir kiti procesai: darbų suskirstymo struktūra, matavimo taisyklės, duomenų mainai ir statybos informacijos klasifikatorius. Todėl, norint suprasti 5D BIM skaičiavimo metodiką, būtina išanalizuoti visus procesus, kurie yra reikalingai statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti, panaudojant statinio informacinio modelio duomenis.

2.3 Statinio statybos skaičiuojamosios kainos nustatymo metodikų apžvalga

1.3.1 WBS Darbo suskirstymo struktūra

Struktūruoti projekto sritis pačioje pradžioje, yra geras būdas apibūdinti projekto elementus ir išlaikyti vidinius suderinamumus su projekto tikslais. Visi projekto darbai yra suskirstomi į veiklas ir rezultatus, kuriems paskirstomi išteklių, planavimas, biudžetai ir kontroliavimas. Toks procesas įforminamas, kuriant darbo suskirstymo struktūrą (angl. *work breakdown structure WBS*) (žr. pav. 2) [24]



2 pav. Darbo suskirtymo struktūros (WBS) santykis su projektu [24]

WBS buvo plačiai išdiskutuotas ir pripažintas galingu įrankiu. Naudojant darbo suskirtymo struktūrą, projektas yra hierarchiškai organizuojamas ir sistemingai suskaidomas į mažesnius valdomus vienetus, kad būtų galima geriau valdyti darbo našumą. Šiuo atžvilgiu WBS siekia suskaidyti, klasifikuoti ir sugrupuoti visus projekto elementus [18].

WBS statybų industrijoje

Stebėti progresą yra svarbu kiekviename projekto įgyvendinimo etape, tačiau pritarimas ir pokyčių įgyvendinimas projekto planavimo etape paprastai daro mažesnę poveikį kainoms. Vykdyto etape, nebaigtų darbų įvertinimas ir nustatymas yra vienas iš aktualiausių problemų projekto vadovams. Tikslus ir atnaujinamas nebaigtų darbų įvertinimas ir nustatymas yra būtinas kitoms projektų vadovų funkcijoms atlikti, tokioms, kaip: tvarkaraščio sudarymas, išlaidų kontrolė, finansinė atskaitomybė ir teisiniai reikalavimai. Šiame kontekste rangovai gali naudoti WBS kaip vertinimo priemonę [25].

Išskiriami trys pagrindiniai kriterijai norint parengti WBS [25] :

- Suskaidymo kriterijai, grupuojant veiklas į statybinius vienetus priskirtus skirtingiems rangovams ar subrangovams, kurie dalyvaus vykdant projektą.
- Darbo sudėtingumo laipsnis ir detalumo lygis, identifikuojantis seką ir kitus santykius tarp veiklų loginiame vykdymo sraute.
- Užduočių kritiškumas, apibrėžtas darbo vienetais, atsižvelgiant į jų svarbą siekiant išvengti išankstinės veiklos

Taigi, skaidant veiklos užduotis, turi būti logiška struktūra (skaidymo kriterijai). Bet kokiam reikšmingam projektui dažniausiai yra daugiau nei vienas teisingas suskirstymo būdas projekto darbams (atsižvelgiant į fizinę projekto dalis, organizacinius modelius ar darbus, darbo vadovų ar projekto vadovų suskirstymus). Tinkamų WBS šablonų naudojimas gali padėti klientams, rangovams ir konsultantams planavimo etape. Tiksliau, tai gali padėti suprasti, kaip išvengti svarbių klaidų projektavimo ir statybos etapuose. Nepaisant to, suskirstymo kriterijai skiriasi organizacijose ir projektuose pagal taip kaip jie susiję su tam tikrais subjektais. Norint apibrėžti nuoseklius suskirstymo kriterijus turi būti laikomasi nurodytų aplinkybių 2 lentelėje [26].

2 lentelė. Darbo suskirstymo struktūros aplinkybės [26]

Kriterijus :	Komentaras
Globali vizija:	Supaprastinimas veiksmų, kad išvengti praleidimų ir leidimas visuotinės rezultatų analizės
Strategija:	Išskirti, kad būtų lengviau atlikti kryžmines nuorodas ir taupyti išteklius
Homogeniškumas:	Reikia dalintis matavimo vienetais ir matavimo metodais
Įvertinimas:	Vieno sandorio vykdymas, už kuri baigus bus sumokėta
Marža:	Padarykite investicijas pelningomis, vengdami statybinių vienetų, kurie vykdomi
Analizė:	Atitinka kainų analizės kriterijus
Normalizacija:	Palengvinti paieškas ir palyginimus

Kiti šaltiniai išskiria septynis pagrindinius kriterijus statybų projektuose, po kurių gali būti stabdomas projekto užduočių dalijimas [27].

1. Organizacinio vieneto fiksuota atsakomybė
2. Aiškus pristatymas
3. Tikslu darbo apimtis
4. Patikimas plano įvertinimas
5. Specifinių rizikų įvertinimas
6. Patikimas išlaidų įvertinimas
7. Konkrečios organizacinės gairės

Taigi, WBS apibrėžia darbo turinį, tačiau norint klasifikuoti visą šia informaciją, reikia kodavimo sistemos. Tik tokiu būdu darbo suskirstymo struktūrą galima naudoti archyvuojant ir gaunant projekto informaciją. Tad, tinkamas klasifikavimo sistemos pasirinkimas yra pirmasis žingsnis rengiant WBS. [28].

1.3.2 Matavimo taisyklės

Naujos matavimo taisyklės (angl. *new rules of measurement. NRM*) pateikia standartinę matavimo taisyklių rinkinį, kuris yra suprantamas visiems dalyvaujantiems statybos projektuose, įskaitant ir darbuotojus, taip padėdamas komunikuoti projekto ir darbuotojų komandoms. Taip pat, tai padeda kainos vertintojui pateikti efektyvius ir tikslus patarimus dėl išlaidų darbuotojams ir projekto/projektavimo komandai. NRM sudaro trys dalys: NRM1, NRM2 ir NRM3. NRM1 pirmą kartą buvo paskelbtas 2009 m.

vasario mėn. (išlaidų apskaičiavimo tvarka ir elementinių išlaidų planavimas). Dabar yra išleistas antsis leidimas. NRM2 buvo publikuotas 2012 m. ir pradėjo būti taikomas 2013 m. Naujos matavimo taisyklės nustato išsamias matavimo taisykles, leidžiančias paruošti kiekių žiniaraščius, kiekybinius grafikus darbams ir įkainių tvarkaraščius, siekiant gauti konkurso kainas. Taip pat pateikiamos rekomendacijos dėl turinio, struktūros ir formato kiekių žiniaraščiuose.

NRM3 buvo paskelbtas 2014 m. šis taisyklių rinkinys leidžia kiekybiškai įvertinti ir aprašyti techninę priežiūrą. Jis gali būti naudojamas pirminėms sąmatoms, išlaidų planams ir konkretaus turto išlaidų planams. Taip pat numato pirkimų ir išlaidų kontrolės gairės [29].

Naujos matavimo taisyklės buvo sukurtos ir pradėtos vystyti Karališkosios užsakomųjų inspektorių institucijos (angl. *The Royal Institution of Chartered Surveyors* RICS). Ši institucija yra profesionali organizacija, skatinanti ir įgyvendinanti aukščiausius tarptautinius žemės, nekilnojamo turto, statybos, infrastruktūros, valdymo ir plėtros standartus. NRM taisyklių rinkinys yra laisvai prieinamas oficialiajame institucijos tinklapyje. Naujos matavimo taisyklės laisvai prieinamuose dokumentuose yra apibūdinamos taip:

NRM1 Pagrindinių statybos darbų kainų apskaičiavimo ir planavimo taisyklės

Šiame taisyklių rinkinyje pateikiamos būtinos gairės, kiekybiškai įvertinti statybos darbus rengiant sąmatas ir išlaidų planus. Nurodoma, kaip įvertinti kitus elementus, sudarančius statybos projekto kainą, tuos, kurie neatsispindi išmatuojamuose statybos darbuose, pavyzdžiui: parengiamieji darbai, pridėtinės išlaidos ir pelnas, projektuotojų išlaidos, rizikos išmokos, infliacija ir kitos projekto išlaidos. NRM1 yra svarbus veiksnys projektų valdyme, kuris suteikia galimybes atlikti tikslesnius ir efektyvesnius kainos apskaičiavimus [30].

NRM 2 Išsamus statybos darbų įvertinimas

Šiame rinkinyje yra pateikiamos pagrindinės rekomendacijos, kaip išsamiai įvertinti ir aprašyti statybos darbus siekiant gauti pasiūlymo kainą. Taisyklėse yra nagrinėjama viskas, kas susiję su darbų kiekių sąrašais, įskaitant informaciją, kurios reikalauja rangovas ir kiti statybų dalyviai, norint kad kiekių sąrašas būtų paruoštas. Taip pat pateikiami nurodymai ir informacija apie kiekių sąrašo turinį, struktūrą ir formatą. Šios taisyklės teikia esminius nurodymus visiems dalyvaujantiems rengiant projekto kiekių žiniaraščius, taip pat tiems, kurie nori būti geriau informuoti apie žiniaraščių paskirtį, naudojimą ir naudą [30].

NRM 3 Kainos apskaičiavimo ir kainos planavimo taisyklės pastatų techninės priežiūros darbams

Šiame taisyklių rinkinyje pateikiama esminė techninė priežiūros kiekybinio įvertinimo ir aprašymo darbų gairės, kurių tikslas - paruošti pradines taisykles statybų sąmatoms, išlaidoms planuoti ir projektų rengimui. Taisyklėse pateiktos rekomendacijos padeda įsigyti ir prižiūrėti techninės priežiūros darbus [30].

Siekiant atlikti statybos kainos apskaičiavimus, būtina vadovautis taisyklėmis, kurios būtų tarptautinio ar nacionalinio lygmens. Taisyklėse turi būti nurodyta, kokius metodus naudoti kainos apskaičiavimams, kokie yra reikalingi dokumentai, kaip sudaryti kiekių žiniaraščius ir t.t. Moksliniuose šaltiniuose pastebima, kad naujos matavimo taisyklės yra standartas, kuris nurodo matavimo taisyklės kainos apskaičiavimui ir išlaidų planavimui. Naudojant šį standartą, galima išvengti klaidų projektuose ir konfliktinių situacijų.

2.4 IFC standartas ir reikšmė (vertė) 5D taikymui.

BIM technologijos vis dažniau populiarėja tarp architektų, inžinierių ir pastatų valdytojų, kadangi gali būti siūlo revoliucinę technologiją lyginant su CAD. BIM sukurtas palengvinti keitimąsi informacija tarp suinteresuotųjų šalių skirtingais statinio gyvavimo ciklo etapais, kad realiu laiku būtų galima priimti geresnius sprendimus. Kaip vienas iš svarbiausių BIM duomenų standartų yra IFC (angl. *industry foundation classes*). Šis standartas, vaidina svarbų vaidmenį BIM procese ir suteikia galimybę dalintis duomenimis viso projekto gyvavimo ciklo metu įvairiuose disciplinose [31].

IFC nurodo, kaip turi būti keičiamasi informacija. Tai vienas iš nedaugelio valstybiniu ir tarptautiniu mastu pripažintų standartų. IFC standartas aprašo objektus, procesus, dalyvius, savybes ir santykius tarp jų, kurie apibūdina esamą ir projektuojamą objektą. IFC yra objektai su informacija (fiziniai daiktai ar abstrakčios idėjos), naudojami pastato statyboje, kuriuos galima atvaizduoti 3D modelyje ir jų santykius (grupavimą, asociaciją, ryšys ir kt.) tarp jų [31].

Moksliniuose šaltiniuose teigiama, kad norint apskaičiuoti statybų kainas BIM pagrindu, reikia autorinės BIM programinės įrangos ir specializuotos sąmatų skaičiavimo programinės įrangos. Dvi programinės įrangos turi komunikuoti tarpusavyje, bent jau bendravimas gali būti vienkryptis, kur pastarasis gali skaityti failus iš pirmojo. Bendravimas reikalauja sąveikos standartų (IFC). Norint suprasti statybos kainos įvertinimą reikalingos žinios apie IFC ir matavimų taisykles ir jų susiejimą. IFC yra atviras ir neutralus „openBIM“ duomenų formatas, kurį sukūrė ir prižiūri „buildingSMARTInternational“. Pirmoji IFC iniciatyva buvo pradėta 1994 m., o nuo to laiko buvo sukurtos skirtingos versijos. Labiausiai naudojama versija, integruota daugumoje BIM programinių įrangų yra „IFC 2X3. Naujausia „IFC4“ versija buvo išleista 2013 m., į kurią buvo įtraukta daugybė patobulinimų lyginant su pirmine versija. Tad, „IFC4“ standartas vis dar yra naujas ir nėra įtrauktas į daugelį programinių įrangų.

„IFC2x3“ apima devynias sritis pastatų statyboje: pastatų valdymas, vandentiekio priešgaisrinė sistema, vėdinimo sistemos, elektra, architektūra, statybos valdymas įrenginių valdymas. 3 lentelėje pateiktas pasirinktas IFC klasių pastato komponentų sąrašas, dėl bendro supratimo [29].

3 lentelė. IFC klasių sąrašas [29].

IFC subjektas	Statybos elementas
ifcBeam	Sijos
ifcColumn	Kolonos
ifcDoor	Durys
ifcWindow	Langai
ifcPile	Pamatas
ifcStair	Liptai
ifcRoof	Stogas
ifcFooting	Pagrindai
ifcRamp	Ramps
ifcSlab	Perdangos
ifcAlarm	Apsauginė sistema
ifcLamp	Lempos
ifcBoiler	Boileris
ifcFan	Ventiliatoriai

IFD standartas

IFD (angl. *international framework for dictionaries*) bibliotekų ir terminologijos standartas. IFD bibliotekos koncepcija yra kilusi iš tarptautiniu mastu pripažintų atvirų standartų, kuriuos sukūrė ISO. IFD yra dar vienas ISO standartas (ISO 12006:3), kurio plėtra prasidėjo 1999m. ir yra naudojamas semantinei daliai pridėti informacijos, esančios BIM modelyje, kad ji galėtų būti suprantama ir apdorojama nepriklausomai nuo kalbos ir tautybės.

IFC vaizduojama semantika yra ribota. IFD bibliotekos BIM modeliui suteikia lankstumo, užtikrina projekte naudojamo produkto duomenų ryšį tarp modelio ir gamintojo duomenų bazių, kurios yra atnaujinamos pagal naujausią gamintojo pateikiamą informaciją. IFD sugeba ne tik įvardinti medžiagos pavadinimą, bet ir gali pasiūlyti jos vertimą įvairiomis kalbomis. IFD kiekvienas vardas susiejamas su visuotiniu unikaliu identifikatoriumi (GUID angl. *global unique identifier*), leidžia programinei įrangai suprasti jo reikšmę ir atlikti paieškas produktų kataloguose, informaciniuose dokumentuose ir specifikacijose[32].

IDM standartas

IDM (ISO 12006-3:2007) (angl. *information delivery manuals*) yra identifikavimo, procesų aprašymo ir susijusios informacijos statybiniuose projektuose metodika. Tai yra informacijos valdymo standartas. IDM nurodo informaciją, kuria reikia keistis naudojant IFC. IDM svarbus norint veiksmingai apibrėžti, kurie duomenys yra reikalingi atliekant operacijas tarp programų ir kaip tie duomenys turėtų susisieti tarpusavyje[32].

IFC duomenų mainų standarto trūkumai

Eksportuojant IFC iš modeliavimo programinės įrangos, pavyzdžiui, „Revit“, jį importuojant į kitą programinę įrangą, pvz. „Archicad“, galima prarasti modelio duomenis. Rekomenduojama atsakingai atlikti šias operacijas, siekiant išvengti klaidų [33].

Atliktame tyrime apie standarto sąveikumą buvo nustatyta, kad, kai programinės įrangos importuoja IFC modelį, sukurtą kitoje programoje, egzistuoja sąveikos problemos, tokios kaip, duomenų praradimas ir galimas neteisingas informacijos atpažinimas dėl programinių skirtumų [34].

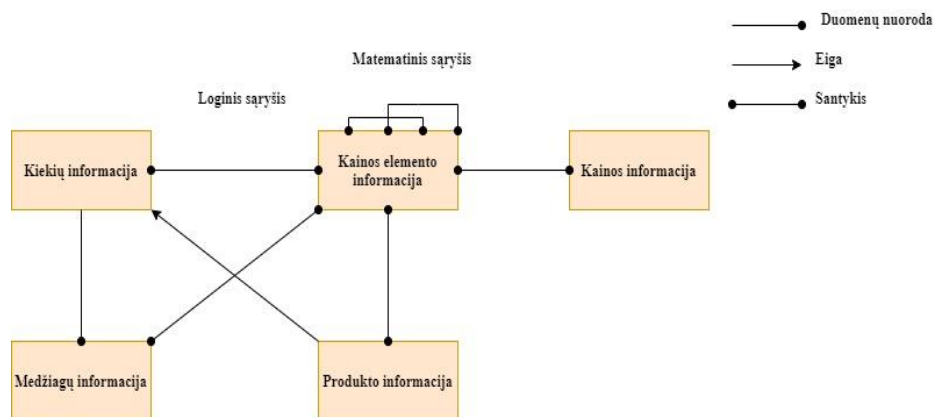
Kitame tyrime buvo nustatyta, kad kai skirtingos programinės įrangos eksportuoja tą pačią objekto informaciją, pavyzdžiui, geometrija, savybes, ir santykius, gali būti naudojami skirtingi IFC subjektai apibrėžti šią informaciją. Šių skirtumų priežastis yra daugkartinis susiejimas vidinių programinės įrangos duomenų [35]

Taip pat buvo nustatyta, kad eksportuotą IFC modelį įsikėlus į gamintojo naudojamą programą, sudėtiniai modeliai, kurie BIM aplinkoje vaizduojami kaip vienas modelis, buvo suskaidyti į penkis elementus. Norint pagaminti tokią detalę, reikia visus modelius sugrupuoti rankiniu būdu, o tai užima daug laiko ir gali atsirasti klaida. IFC standartas yra vienintelis būdas, galintis išspręsti tarpdisciplininio bendradarbiavimo problemą, tačiau standartą būtina įdiegti į programinius paketus, taip pat turi būti sukurti ir patobulinti IDM ir IFC modelio savybių rinkiniai. Be to, reikalinga sukurti gerosios praktikos vadovus, kurie apibrėžtų, kaip teisingai modeliuoti objekto elementus BIM erdvėje [35].

IFC Standartas ir kainos apskaičiavimas

IFC standartas turi daugiau kaip 700 subjektų. Žinoma, visi jie nėra reikalingi kainos apskaičiavimui, todėl svarbu tinkamai suprasti IFC standartą ir naudoti reikalingiausius subjektus kainai apskaičiuoti.

Trečiame paveiksle pateikti reikalavimai kainos apskaičiavimo procesui, kuris parodo du pagrindinius elementus – kiekius ir kainodarą, bei jų išplėstinį ryšį su IFC standartu. Kainos nustatymas yra kiekybiškai įvertinta subjektyvi vertė, kuri gaunama iš kiekių vertintojo apdorotos informacijos. Kai kiekių įvertintojai gauna objektyvią informaciją apie produkto modelį (pvz. mediena, taisyklingas kvadratas), jis gali ją paversti subjektyviomis vertėmis (pvz. geros kokybės, lengva surinkti). Šis interpretavimas reikalauja, kad būtų susieta informacija su standartais ir žmogaus, atliekančio kainos apskaičiavimą, patirtimi [36].



3 pav. Reikalinga informacija, kaip detalizuota IFC [36]

Kiekiai nurodo informaciją apie pastato komponentus: IFC grįstas projekto modelis, gali pateikti išsamią informaciją apie komponentus, pvz., konkrečiam produktui - forma, matmenys, aukštį, gaminio tipą ir medžiagą. Tokia specifinė informacija apie produktą gali turėti įtakos kainos vertintojui, nustatant projekto kainą. Pavyzdžiui, yra projektiniai pakeitimai, kurie gali pakeisti montavimo kainą (medinė siena buvo pakeista į mūrinę sieną, kuri keičia vieneto ir gamybos kainas). Dar vienas dizaino pakeitimas padidino kambario dydį, kuris tik atitraukė vieną sieną nuo kitos sienos. Tradicinės programinės įrangos nepadedą nustatyti kainos vertintojams ir kuriuos pakeitimus jiems reikia įvertinti. Naudojantis naujomis technologijomis ir atliekant 5D skaičiavimus, grįstus IFC standartu, kainos vertintojai atsiradusius pakeitimus gali atsekti realiu laiku arba apie juos gauti pranešimus [36].

Taigi, įvertinus skirtingus mokslinius šaltinius, galime daryti išvadą, kad IFC yra duomenų mainų standartas, suteikiantis galimybę dalintis informacija tarp skirtingų projektų dalyvių. Taip pat jis yra vienas iš pagrindinių veiksnių, leidžiantis ne tik BIM modeliuose naudoti šį standartą tinkamam procesų atlikimui, bet ir pasiekti informaciją skirtingiems dalyviams. IFC padeda lengviau nustatyti projekto kainą, gauti išsamią informaciją apie pastato elementus, kuriuose nurodoma produkto forma, matmenys, aukštis gaminio tipas ir medžiagų rūšys. Gavus tokio tipo informaciją, atsiranda galimybė nustatyti ženkliai tikslesnius projekto skaičiavimus. Nors pastebima ne mažai IFC standarto privalumų, galima stebėti ir šio standarto trūkumų. Nors yra leidžiama statybos dalyviams dalintis informacija tarpusavyje tarp skirtingų programinių įrangų, bet pasitaiko atvejų, kai importuojant IFC modelį, sukurtą kitoje programoje, prarandami duomenys. Šiuo metu IFC standartas yra vienas iš pagrindinių veiksnių, leidžiantis panaudoti statinio informacinio modelio duomenis statybos skaičiuojamai kainai nustatyti.

2.5 Statybos informacijos klasifikatoriai ir jų įtaka 5D taikymui.

Statybos informacijos klasifikatorius yra pagrindinis statinio informacijos, sąmatų ir planavimo integracijos bei tarpusavio informacijos valdymo elementas. Naudojant statybos informacijos klasifikatorius galima standartizuotai sukurti funkcionalias elementų ir tipinių medžiagų bazes, susieti elementus su atitinkamo detalumo statybos technologija, virtualiai valdyti bei planuoti statybos procesą [37].

Pastatų klasifikavimo sistemos nustato standartinę terminologiją ir semantiką statybos sektoriuje. Svarbu naudoti klasifikavimo sistemas, sudarinėjant ar nagrinėjant specifikacijas, struktūrizuojant dokumentus, apskaičiuojant kainas. Statybinių produktų modelių klasifikavimas standartiniu būdu yra pagrindinis žingsnis organizuojant statybinių produktų bibliotekas. Nurodant tinkamą kvalifikacijos kodą pagal produktų modelius, juos galima naudoti skirtingiems tikslams, pavyzdžiui, statybos kainos nustatymui. [64] Pasaulyje yra sukurta daug klasifikavimo sistemų. Skandinavijoje 1950 m. buvo sukurta pirmoji klasifikavimo sistema SFB. 1996 m. atsinaujino ir tapo BSAB, kuri yra naudojama iki šiol. Jungtinėje Karalystėje 1960 m. atsirado SFB/UDC klasifikavimo sistema, o nuo 1997 m. naudoja „Uniclass“. Suomijoje klasifikatorius pradėtas naudoti nuo 1970 m., o šiuo metu naudojamas yra „TALO 2000“. Jungtinėse Amerikos Valstijose klasifikatoriaus pradžia prasidėjo nuo „Uniformat“, kurio dabartinis analogas yra „Omniclass“ ir yra taikomas ne tik JAV, bet ir Kanadoje. Danijoje nuo 2006 m. buvo pradėta nauja klasifikavimo sistema DBK, kuri pakeitė iki šiol naudotą klasifikavimo sistema [38].

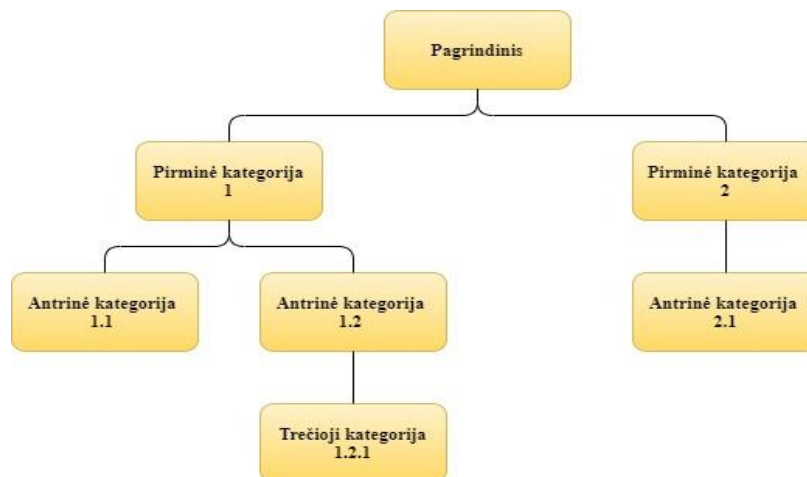
Toliau skyriuje bus išnagrinėtos pagrindinės pasaulyje esančios klasifikavimo sistemos. Remiantis moksliniu šaltiniu, nagrinėjimui buvo pasirinkti keturi kriterijai: klasifikavimo sistemos paskirtis ir savybės, sistemos struktūra, grupavimo principas sistemoje, lentelių organizavimas ir taksonomijos [39].

Klasifikavimo sistemos

Objektus galima grupuoti pagal du organizacinius modelius:

- Hierarchinė – skaitinė klasifikavimo sistema.

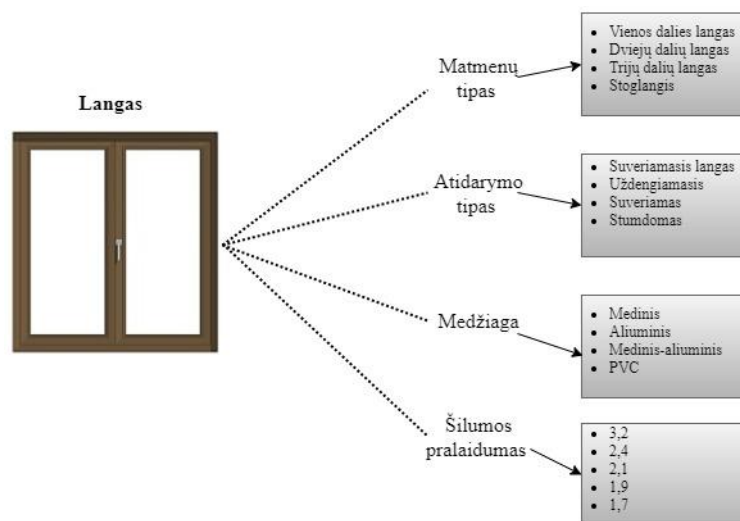
Šis organizacinis modelis yra labiau tradicinė klasifikavimo sistema, paremta taksonomija. Klasės yra skirstomos nuo bendriausių dalykų iki konkrečių. Apačioje pateiktas pavyzdys hierarchinės klasifikavimo sistemos (žr. pav. 4) [40].



4 pav. Pavyzdys hierarchinės klasifikavimo sistemos [40]

Analitinė – sintetinė klasifikacija

Analitinės klasifikavimo sistemos galima lengviau pritaikyti vėlesnių pakeitimų atveju. Objektas klasifikavimo sistemoje nėra klasifikuojamas pagal vieną poziciją, jis gali būti vienu metu apibūdinamas ir klasifikuojamas pagal keletą nesutampantių charakteristikų. Aprašytas objektas yra lengvai atpažįstamas pagal kelis paieškos kriterijus. Apačioje pateiktas analitinės - sintetinės klasifikacijos pavyzdys (žr. pav. 5) [40].



5 pav. Analitinė – sintetinė klasifikacijos pavyzdys [40]

Buvo atlikta tyrimas, kurio metu buvo palygintos JAV, Jungtinės Karalystės ir Kanados klasifikavimo sistemos pasaulyje. Nagrinėjimui buvo pasirinkti keturi kriterijai: klasifikavimo sistemos paskirtis ir savybės, sistemos struktūra, grupavimo principas sistemoje, lentelių organizavimas ir taksonomijos [39].

„Omniclass“ klasifikavimo sistema. Visai statybos informacijai organizuoti buvo sukurta „Omniclass“ statybos klasifikavimo sistema. „Omniclass“ palaiko CSI (statybos specifikacijų institutas angl. *construction specifications institute*) ir CSC (Kanados statybos specifikacijos angl. *construction specifications Canada*). Įvairūs „Omniclass“ leidimai ir jo pirmtakų lentelės pvz „Masterformat“ ir „Uniformat“ daugelį metų buvo plačiai naudojami Šiaurės Amerikoje [41].

„Uniformat“. 1973 m. „Hanscomb Associates“ kainų ekspertai, sukūrė sistemą Amerikos architektų institutui (AIA) „Mastercost“, kai tuo tarpu Jungtinių Amerikos valstijų bendrųjų paslaugų administracija (angl. *general services administration GSA*) taip pat kūrė sistemą. AIA ir GSA susitarė dėl bendros sistemos ir pavadino ją „Uniformat“. Tada 1989 m. „ASTM international“ pradėjo kurti standartą statybinių elementų klasifikavimui, remiantis „Uniformat“. Naujausia versija buvo paskelbta 2010 m. [39].

„Masterformat“ - sukūrė CSI ir CSC. Šis standartas naudojamas daugumai projektavimo ir statybos projektams Šiaurės Amerikoje ir buvo naudojamas statybos informacijos organizavimui nuo 1960 m. 2004 m. leidimas buvo modifikuotas kartu su „Omniclass“, tuo tikslu, kad būtų naudojamas kaip vienas iš „Omniclass“ lentelių ir būtų suderintas su kitomis lentelėmis [39].

„Uniclass klasifikavimo sistema“ yra vieninga Jungtinės Karalystės pramonės klasifikacija, apimanti visus statybos sektorius. Jame pateikiamos nuoseklios lentelės, klasifikuojančios įvairaus masto daiktus nuo objekto, pvz., nuo geležinkelio iki tokių produktų, kaip vaizdo stebėjimo kamera geležinkelio stotyje [42].

„Uniclass 2015“ siūlo [42] :

- vieningą statybos pramonės klasifikavimo sistemą;
- hierarchinį lentelių rinkinį, palaikantį visų objektų klasifikavimą, pradedant universiteto miesteliu ar kelių tinklu, baigiant grindų plytelėmis ar kelkraščiais;
- lanksčią numeravimo sistemą;
- sistemą, atitinkančią standartą ISO 12006-2.

4 lentelėje pateikiamas klasifikatorių palyginimas pagal septynis kriterijus. Nurodoma kilmės šalis, organizacija, kuri sukūrė, kalba, paskirtis, tikslas, struktūra, grupavimo principas, lentelių struktūra ir taksonomijos.

4 lentelė. Klasifikatorių palyginimas [39]

Klasifikavimo sistemos	OmniClass	MasterFormat	UniFormat	Uniclass2015
Kilmės šalis	Šiaurės Amerika	Šiaurės Amerika	Šiaurės Amerika	Jungtinė Karalystė
Gamintojas	CSI; CSC	CSI; CSC	CSI; CSC	NBS
Kalba	Anglų	Anglų	Anglų	Anglų
Paskirtis ir tikslas	Visų statybos objektų informacijos apie produktą organizavimas, rūšiavimas ir gavimas statinio gyvavimo ciklo metu.	Pagrindinis statybos darbų rezultatų, reikalavimų, produktų ir veiklos organizavimo sąrašas. Dažniausiai naudojamas pasiūlymose ir specifikacijose.	Statybos informacijos sutvarkymui, organizavimui pagal fizines objekto dalis, žinomas kaip funkciniai elementai, daugiausiai naudojamas statybos skaičiuojamai kainai nustatyti.	Visiems projektavimo ir statybos procesams. Medžiagų bibliotekoms organizuoti ir produktų struktūros aprašymams ir informacijos apie projektą struktūrizavimui.
Struktūra	ISO 12006-2 ISO 12006-3 MasterFormat UniFormat, Epic	Pramonės praktika ir laipsniškas vystymasis	ISO 12006-2, Profesionalų nuomonė	ISO 12006-2, SfB, Caws, EPIC, CESMM
Grupavimo principas	Analitinė	Hierarchinė	Hierarchinė	Analitinė

Organizacija ir taksonomijos	15 tarpusavyje susijusių lentelių, suskirtų pagal skaičių ir pavadinimą. 21, 22, 23 lentelių derinys leidžia tiksliai klasifikuoti produktą.	Viena lentelė su šešių skaičių serija ir pavadinimais: Pirmas lygis su 50 skyrių (2004 versija) kiekvieną sudaro antro, trečio, o kartais ir ketvirto lygio numeriai ir pavadinimai išsamesniems darbo rezultatų sritims.	Viena lentelė su raidiniais ir skaitmeniniais pavadinimais ir pavadinimais penkiais lygiais: pirmasis lygis yra devyniose kategorijose, atskirtose jų specialia funkcija. Antrasis lygis išskiria juos į sudedamąsias dalis, 3,4,5 toliau suskirsto juos.	Skirstymas tarp aspektų yra grįstas abėcėlę vienuolikoje lentelių ir kiekvieną iš skirstoma dešimtalę skalę iki šešių skaitmenų. Lentelė G,J,K ir L gali būti naudojama produktų modelių klasifikavimui.
-------------------------------------	--	---	---	--

2.6 5D BIM įgyvendinimo ypatybės

Analizuojant mokslinius šaltinius, pastebėta, kad 5D BIM technologijos turi privalumų ir trūkumų. Šios metodologijos atskiri procesai, kai kuriuose srityse yra labai gerai išvystyti, tačiau yra sričių, kurias reikia tobulinti, siekiant, kad jie atliktų savo funkcijas ir pilnai suteiktų galimybes panaudoti statinio informacinio modelio duomenis statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti. Tad, yra svarbu išanalizuoti praktines situacijas, su kuriomis susiduria statybos ekspertai, įgyvendinant 5D BIM savo darbovietėse ir vykdytuose projektuose.

Vieno atlikto tyrimo metu buvo bandoma išsiaiškinti, kiek projektavimo ir statybos kompanijos naudoja BIM kainos apskaičiavimui ir produkcijos brėžiniams.

Tyrime buvo pateiktos rekomendacijos apie BIM įgyvendinimo galimybes ir nustatytos kliūtys, norint automatizuoti kainos apskaičiavimą ir planavimą. Pagrindinės naudos, kurios buvo nustatytos tyrimo metu, yra: tikslūs ir kruopštūs kiekių apskaičiavimai, kuriais subrangovai gali pasikliauti ankstyvuose projekto stadijose, investicinė grąža, pasikeitimų sumažėjimas, klausimų dėl informacijos sumažėjimas, laiko taupymas, geresnė komunikacija ir geresnis bendradarbiavimas tarp skirtingų projekto dalyvių.

Tyrimo metu buvo atlikta apklausa, kurios metu respondentai atkreipė dėmesį į labai ribotą BIM metodų naudojimą kainos apskaičiavimui ir planavimui, mažiems ir vidutiniams projektams. Taip pat apklausos rezultatai parodė, kad subrangovai, dar nėra pasiruošę pereiti nuo tradicinio kainos apskaičiavimo metodo į automatizuotą, todėl kad jie neturi reikalingų išteklių, leidžiančių tinkamai įgyvendinti BIM, ypač, jeigu modelį reikia sumodeliuoti patiems, nes šis procesas reikalauja kompetentingų darbuotojų, laiko ir papildomų išlaidų [43].

Naujoje Zelandijoje, buvo atliktas tyrimas, kuriame buvo tiriama 5D BIM privalumai ir jo įgyvendinimo kliūtys. Tyrimas buvo atliktas apklausos būdu, apklausoje dalyvavo patyrę BIM technologijų ekspertai.

Nustatyta, kad 5D BIM naudojimas atneša daugiau naudos kiekių skaičiuotojams ir sąmatininkams nei kainos nustatymas rankiniu būdu. Naudojant šiuos metodus, išauga efektyvumas, statyboje daugiau naudojamos vizualizacijos, kurios leidžia peržiūrėti tam tikrus statinio mazgus ir yra išvengiama klaidų ankstesniuose etapuose. Taip pat buvo nustatytos ir pagrindinės priežastys, trukdančios įgyvendinti 5D BIM metodologijas statybos projektuose. Apklausos dalyviai įvardino, kad trūksta programinės įrangos suderinamumo, pernelyg didelės įsigijimo išlaidos, trūksta protokolų, objektų kodavimui informaciniuose modeliuose, elektroninių standartų, BIM programinių įrangų kūrimui ir programavimui, integruotų modelių, kuriuose objektai būtų pilni ir išsamūs ir su reikalingais duomenimis leidžiantys atlikti procesus, kurių reikia nustatant statybos skaičiuojamąją kainą. Apklausos dalyviams taip pat kilo abejonių dėl BIM 3 lygio visiško bendradarbiavimo įgyvendinimo [7].

Kitame to pačio autoriaus tyrime, ekspertų buvo paprašyta atsakyti į atvirus klausimus ir papasakoti apie problemas, su kuriomis jie susidūrė įgyvendinant 5D BIM metodologiją savo darbuose ir projektuose. Kai ekspertų buvo paklausta, su kokiais sunkumais jie susiduria įgyvendinant vieną BIM modelį su integruotais kainų duomenimis. Visi dalyviai atsakė skirtingai, vienas dalyvis pasiūlė įkainuoti projekto komponentus kaip, pvz., kėdės, stalai ir t.t, tačiau netiki, kad kada nors visi modelio objektai bus įkainoti. Kiti apklausos dalyviai pateikė komentarus, kad duomenys yra nepasiekiami arba nepanaudojami.

Ekspertų buvo paprašyta pakomentuoti savo patirtis įgyvendinant 5D BIM savo darbovietėse, apklausos dalyviai įvardino šias problemas [44]:

1. modeliai nėra pakankamai išsamūs, kad juos būtų galima naudoti preliminariems skaičiavimams, tačiau juos galima naudoti modelio patikrai;
2. modeliai gali būti naudojami kainos apskaičiavimui projektavimo etape (apie 80 % sukurta);
3. visais projektavimo etapais, būtina patikrinti visus kiekius po kiekių išgavimo proceso.;
4. 2D brėžiniai reikalingi, detalėms, rangovams ir subrangovams, galimai bus visada reikalingi;
5. standartų ir protokolų trūkumas (nebuvimas) yra pagrindinė kliūtis naudoti ir įgyvendinti 5D BIM;
6. didelė painiava dėl termino BIM ir to, kaip jis skiriasi nuo 3D CAD modelių;
7. BIM modeliuose yra daugybė klaidų ir jie dažnai yra neišsamūs;
8. ankstyvas kainos ekspertų dalyvavimas yra būtinas projektuose, kuriuose jie įgalinti BIM projektuose konsultuoti apie išlaidas dėl alternatyvaus dizaino.

Apibendrinant, galima teigti, kad 5D BIM nauda šiuo metu yra pasiekiamia ribotai dėl daugybės kliūčių, slopinančių visą jos potencialą, kaip pasekmė to, kad kainos ekspertai vis dar, daug remiasi rankinių metodų taikymu. Nepaisant to, suvokiama ateities perspektyva dėl 5D BIM buvo išskirtinai teigiama [44].

Išanalizavus skirtingus tyrimus, kuriuose buvo bandoma išanalizuoti privalumus ir iššūkius, su kuriais susiduriama įgyvendinant 5D BIM, galima daryti išvadą, kad 5D BIM metodologija turi labai daug potencialo ir jau dabar atneša daug naudos BIM projektuose, tačiau yra įvardijama ir nemažai problemų: standartų/protokolų trūkumas, programinių įrangų nesuderinamumas. BIM modeliuose dažniausiai trūksta informacijos ir jie nėra išsamūs, dėl to nėra galimybės tinkamai panaudoti duomenų kainos apskaičiavimui. Įmonės ar statybos industrijos dalyviai nenori investuoti į 5D BIM technologijas dėl didelių finansinių kaštų. Taip pat pastebima, kad kainos ekspertai ar sąmatininkai, apskaičiuodami kainą, dažniausiai naudojami rankiniais metodais. Taigi, nors yra nemažai sunkumų, kurie trukdo įgyvendinti 5D BIM, tačiau yra manoma, kad šie metodai turi pozityvių perspektyvų statinio informacinio modelio duomenų panaudojimui statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti.

2.7 Kainos apskaičiavimo metodologijos Lietuvoje analizė

Lietuvoje statybos skaičiuojamosios kainos kainodarą ir metodus reguliuoja ir ruošia „UAB Sistela“. Ši kompanija rengia darbo, medžiagų ir įrenginių sąnaudų normatyvus, periodiškai rengiamus, bei aktualizuojamus kainynus statybos darbų sąmatų sudarymui. Sistela yra išleidusi leidinį „statinių statybos skaičiuojamosios kainų nustatymo rekomendacijas“, kuriame aprašomi metodai kainai nustatyti.

Statybos skaičiuojamosios kainos apskaičiavimai atliekami taikant statybos resursų sąnaudų normatyvus, resursų rinkos kainas, ekonominius normatyvus bei kitus duomenis. Statybos kaina apskaičiuojama vadovaujantis : a) galimybių analizės duomenimis, b) statybos pagrindimo duomenimis, c) techniniais sprendimais d) kiekių žiniaraščiais e) techninėmis specifikacijomis f) statytojo ir projektuotojo duomenimis apie darbo sąlygas g) rinkos kainomis h) ekonominiais normatyvais

Sistelos rekomendacijose aprašoma, kad statybos skaičiuojamosios kainos detalumas priklauso nuo pradinių duomenų (aprašymų, skaičiavimų, brėžinių) išsamumo, projekto detalumo. Išskiriami trys skaičiavimo tipai: Bendrasis išlaidų įvertinimas, sustambinti apskaičiavimai ir detalieji išlaidų apskaičiavimai.

Bendrasis išlaidų įvertinimas atliekamas pirminio planavimo dokumentų, statinio eskizinių brėžinių, ploto, tūrio, ilgio, kiekių skaičiavimų, žinių apie statybos sklypą ir kitokių pradinių duomenų pagrindų.

Sustambinti išlaidų apskaičiavimai atliekami pagal parengtus pirminio planavimo dokumentus, projekto brėžinius, erdvinių grupių planus., sustambintus statybos darbų, konstrukcinių elementų vienetų kiekio skaičiavimus.

Detalieji išlaidų apskaičiavimai atliekami vadovaujantis detaliais konstrukciniais brėžiniais, darbų aprašymais, techninėmis specifikacijomis [45].

Statybos skaičiuojamosios kainos nustatymo principai

Statybos darbų skaičiuojamoji kaina yra nustatoma apskaičiuojant tokias numatomas išlaidas, kurios tiesiogiai yra susijusios su statinio statybos sutartimi, tokios išlaidos vadinamos tiesioginėmis, taip pat netiesiogines, kurias pagrįstai galima būtų priskirti statinio statybos sutarčiai.

Tiesiogines išlaidas sudaro tiesiogiai darbams atlikti reikalingų materialinių ir darbo išteklių (statybos resursų), t.y medžiagų, mechanizmų eksploatacijos ir darbo užmokesčio vertė, socialinio draudimo mokesčiai bei kitos su darbų vykdymu tiesiogiai susijusios statybvietės įrengimo, eksploataavimo ir valdymo išlaidos.

Netiesiogines išlaidas sudaro kainos skirtumas tarp numatomo pasiūlymo (ar sutarties) kainos ir apskaičiuotų tiesioginių išlaidų. Apskaičiuojant skaičiuojamosios kainos, netiesiogines išlaidas, atsižvelgiama į numatomus rangovo pridėtines išlaidas, taip pat numatomą rangovo (gen. rangovo) pelną, įskaitant riziką ir skatinamuosius mokėjimus [45].

Išlaidų klasifikavimas sąmatiniuose skaičiavimuose

Statinių statybos skaičiuojamosios kainos sąmatiniai apskaičiavimai – tai statinio kainą pagrindžiantys dokumentai. Bendruoju atveju kainos apskaičiavimai atliekami parengiant tokius dokumentus :

- Suvestinis statybos kainos apskaičiavimas
- Objektinė sąmata
- Lokalinė sąmata

Suvestinis statybos kainos apskaičiavimas, tai visos apskaičiuotos išlaidos statinio projektui parengti ir įgyvendinti ir yra grupuojamos pagal išlaidų grupes ir sudaromas suvestinis statybos kainos apskaičiavimas arba suvestinė sąmata. Suvestiniuose statybos kainos apskaičiavimuose visos numatomos statytojo išlaidos yra išskirstomos pagal suvestinės sąmatos skyrius:

I.	Sklypas	IV.	Projektavimas ir inžinerinės paslaugos
II.	Statybos sklypo paruošimas	V.	Kitos statinio išlaidos
III.	Statinių ir jų dalių statyba bei įrengimas	VI.	Rezervas

Objektinė sąmata, tai kiekvieno statinio ar jo dalių statybos bei įrengimo kainos apskaičiavimas. Objektinėje sąmatoje pateikiami statinio statybos ir įrenginių kainos apskaičiavimai pagal tokias statybos darbų sritis:

- Požeminės dalies darbai
- Statybinių konstrukcijų įrengimo darbai
- Mechanikos darbai
- Elektros darbai

- Informacinių sistemų įrengimo darbai
- Statinio baigiamieji darbai
- Aplinkotvarkos darbai

Lokalinės sąmatos - tai kai visos statybos darbų išlaidos apskaičiuojamos ir pagrindžiamos (arba detalizuojamos) pagal jas. Lokalinės sąmatos sudaromos atitinkamų statybos resursų poreikio žiniaraščių pagrindu pagal statinio konstrukcinius elementus arba statinio statybos darbų rūšis, kurie savo ruožtu gali būti detalizuojami iki sąnaudų apskaičiavimais pagrįstų vienetinių, statybos darbų ir resursų, jų kainų bei kainų apskaičiavimuose taikomų bendrųjų ekonominių rodiklių [45].

Darbo, medžiagų ir mechanizmų sąnaudų normatyvai

Statybos resursų sąnaudų normatyvai grupuojami kiekvienam darbo, medžiagų ir mechanizmų sąnaudų vienetiniam normatyvui suteikiamas sąlyginis identifikacinis numeris pagal normatyvų kodavimo ir žymėjimo tvarką. Statybos darbai normatyvuose žymimi [45]:

- N – statybos ir montavimo darbai
- R – remonto darbai
- A – restauraciniai darbai
- K – kelių tiesimo ir taisymo darbai
- MN – melioratorių darbai
- E – hidrotechniniai darbai
- F – sustambinti normatyvai
- KT – tiltai ir pralaidos
- KP kelių priežiūros darbai

Sąmatų skaičiavimo programos Lietuvoje

Lietuvoje yra keturios pagrindinės sąmatų skaičiavimo programos: „Sistela“ , „Ses3, „Astera“ ir „Pro-sama“. Visose programose naudojama ta pati normatyvų įkainių bazė. Programos metodai ir skaičiavimo principai vienodi. Suteikia galimybes dalintis vieni kitų sąmatiniais failais. Nei viena Lietuvos skaičiavimo programa neturi tokios galimybės importuoti IFC failą ir jį susieti su kainų duomenų bazėmis.

2.8 Statinio informacijos modelio duomenų mainų panaudojimo galimybių analizė Lietuvoje

Išanalizavus skirtingus mokslinius šaltinius, galima teigti, kad norint nustatyti statybos skaičiuojamąją kainą BIM metodu, reikia atlikti 4 pagrindinius veiksmus. Statybos informacijos klasifikatorius yra pagrindinis elementas 3D modelio, sąmatų ir grafikų sudarymo integracijoje bei tarpusavio informacijos valdyme. Naudojant klasifikatorius įmanoma standartizuotai sukurti funkcionalias elementų ir tipinių medžiagų bazes, susieti elementus su atitinkamo detalumo statybos technologija, virtualiai valdyti bei planuoti statybos procesą ir t.t [46].

VGTU „Kokybės vadybos centre“ 2012-2013 metais buvo atliktas tyrimas dėl pastatų informacinio modelio, bei klasifikatorių taikymo vykdant statybos ir projektavimo darbus. Įmonių nenaudojančių vietinius ar tarptautinius statybos informacijos klasifikatorius skaičius, remiantis apklausos duomenimis siekia 49%. 33 % respondentų teigė žinantys, kas yra klasifikavimo sistemos, tačiau jų savo veikloje nenaudojantys, 23 % - naudojantys klasifikatorius [37].

Šie rezultatai leidžia teigti, kad statybos informacijos klasifikatorius Lietuvoje nėra plačiai naudojamas. Šiuo metu Lietuvoje yra kuriamas Nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius, kuris turėtų suvienodinti statybos standartus ir padėtų užtikrinti bendradarbiavimo kokybę, proceso tęstinumą viso statinio gyvavimo ciklo metu.

IFC duomenų standartas yra vienas labiausiai paplitusių ir veikiančių tarptautinių duomenų aprašymo standartų. Visos pagrindinių programinės įrangos gamintojų naujausios kompiuterinio pastatų modeliavimo programų versijos palaiko duomenų eksporto ir importavimo galimybę pagal šį standartą. Remiantis apklausos VGTU „Kokybės valdymo centro“ tyrimo duomenimis, tarpdisciplininis bendradarbiavimas Lietuvoje tarp statybos specialistų siekia 46 %. 25 % dalyvių atsakė, jog jų naudojama programinė įranga, nesuteikia galimybės keisti informacija su kitomis programomis. Taigi, galima daryti išvadas, kad Lietuvoje naudojamos senos programų versijos, kurios nesuteikia galimybių, dalintis duomenimis tarp skirtingų programų. Lietuvoje, pagal galiojančią STR 1.05.06:2005 „Statinio projektavimas“ 43 straipsnį, statybos cikluose keičiamasi tik vaizdinę informacija: popieriniais brėžiniais ir skaitmeniniais vaizdų standartais: jpg, gif, tif, png, rtf, pdf.[47]. Tai parodo, kad Lietuvoje nėra teisinio reguliavimo, kuris nustatytų reikalavimus ir įpareigotų projekto dalyvius keisti 2D ir BIM modeliais (IFC duomenų failais), kurie vėliau galėtų būti sėkmingai panaudoti statant, rekonstruojant ar prižiūrint pastatą. Tai neleidžia panaudoti BIM privalumų, dėl to liekame apriboti savo standartų. [37].

Norint apskaičiuoti statybos kainą, būtina tinkamai apskaičiuoti statybos darbų, medžiagų kiekius ir sudaryti darbų kiekių žiniaraščius. VGTU kokybės valdymo centro tyrime nurodoma, kad Lietuvoje nėra paplitęs 3D modeliavimas ir 20 % korespondentų atsakė, kad naudoja trimatį projektavimą ir 2D projektavimą. [37]. Galima kelti prielaidą, kad projektuotojai ir sąmatininkai kiekius apskaičiuoja naudodami 2D modelius rankiniu būdu, kas užima nemažai laiko ir dažnai sukelia žmoniškųjų klaidų tikimybę lyginant su kiekio apskaičiavimu BIM grįžtais metodais. Taigi, pastebima, kad Lietuvoje įgyvendinant 5D BIM metodologijas susiduriama su tomis pačiomis problemomis kaip ir visame pasaulyje. Pastebima tendencija, kad kainos ekspertai ir sąmatininkai dažniau renkasi naudoti rankinį būdą kainai apskaičiuoti.

Tinkama programinė įranga yra svarbi nustatant statybos skaičiuojamąją kainą. Būtina, kad programa eksportuotų ir importuotų vieningą duomenų standartą, kad būtų galima naudoti ir susieti duomenis su kainų duomenų bazėmis. Pagal atliktus VGTU tyrimo apklausos rezultatus, nurodoma, kad 52 % korespondentai dirba dvimatėje erdvėje ir nesinaudoja pastato informaciniu modeliu, 20 % naudoja 3D projektavimą ir 2D projektavimą. Taip pat apklausos dalyviai pagrindines problemas įvardino šias: didelės finansinės išlaidos ir abejotinos investicijų atsipirkimo galimybės [37]. Taigi, galima daryti prielaidą,

kad BIM paplitimas Lietuvoje auga ir šiuo metu nėra daug įmonių, kurios naudoja 5D skaičiavimo programas. Taip pat Lietuvoje pastebima bendra tendencija, panaši kaip ir pasaulyje. Įmonės bijo investuoti į 5D BIM technologijas dėl finansinių kaštų ir dėl abejotinių investicijų atsipirkimo galimybių.

Taigi, apžvelgiant ir analizuojant mokslinius straipsnius pastebima, kad Lietuvoje statinio informacijos modelio duomenų panaudojimo galimybės statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti, nėra pakankamos, kadangi nėra nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus, tarpdisciplininiam bendradarbiavimui reikalingų duomenų mainų standartų, dėl didelių finansinių išlaidų ir abejonių, kad investicijos neatsipirks. Taip pat kiekiai yra apskaičiuojami iš 2D brėžinių, rankiniu būdu ir nėra tinkamų programinių įrangų, kurios leistų importuoti IFC duomenų failus ir juos susieti su kainų duomenų bazėmis. Todėl, yra svarbu išanalizuoti skirtingų šalių gerąsias praktikas ir pabandyti 5D kainos apskaičiavimo metodus pritaikyti Lietuvoje.

2.9 Literatūros analizės išvados

Pirmame skyriuje buvo nagrinėta 5D BIM dimensija, jos privalumai ir trūkumai, panaudojimo būdai, apžvelgtas BIM grįstas kėikių išgavimas. Atlikta statybos skaičiuojamosios kainos nustatymų metodikų apžvalga. Nagrinėta IFC standartas ir jo reikšmė 5D taikymui, statybos informacijos klasifikatoriai ir jų įtaką 5D taikymui. Apžvelgta 5D BIM įgyvendinimas Lietuvoje ir pasaulyje. Atlikus literatūros analizę, nustatyta, kad:

1. Statybų industrijoje 5D BIM įgyvendinimą trukdo reikalingų standartų, protokolų trūkumas ir programinių įrangų nesuderinamumas.
2. BIM modeliuose trūksta informacijos ir duomenų reikalingų kainos apskaičiavimui.
3. Pastebimos abejonės dėl rizikos, kad investicijos į 5D BIM technologijas neatsipirks.
4. Kėikių vertintojai ir kainų ekspertai, nustatinėję statybos skaičiuojamąją kainą, vis dar naudoja rankinį kainos apskaičiavimo metodą.
5. Pastebimas 5D BIM metodų panaudojimo potencialas statybų srityje.
6. Lietuvoje nėra statybos informacijos klasifikatoriaus ir tarpdisciplininiam bendradarbiavimui reikalingų standartų.
7. Lietuvoje nėra programinių įrangų, kurios leistų importuoti IFC duomenų failus ir juos susieti su kainų duomenų bazėmis.

3. Statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybių tyrimas statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti

3.1 Tyrimo metodika

Tyrimas yra atliekamas trimis etapais. Pirmame etape yra atliekama 5D skaičiavimo metodologijos Norvegijoje analizė. Antrame etape išanalizavus metodologiją atliekamas eksperimentinis tyrimas pritaikant Norvegijoje taikomus metodus statybos skaičiuojamai kainai nustatyti, panaudojant statinio informacinio modelio duomenis. Trečiame etape atliekamas eksperimentinis tyrimas ir bus bandoma išsiaiškinti ar įmanoma tuos pačius metodus pritaikyti Lietuvoje, nustatant statybos skaičiuojamąją kainą panaudojant statinio informacinio modeliavimo duomenis.

Literatūros analizė. Pasaulyje yra daug valstybių, kuriose 5D BIM pritaikymas yra labiau išvystytas nei Lietuvoje. Norint išsiaiškinti ir atrasti statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybes Lietuvoje statybos skaičiuojamai kainai nustatyti, būtina išanalizuoti kitų šalių gerąsias praktikas ir pabandyti tuos metodus įgyvendinti Lietuvoje. Kadangi nėra techninių galimybių išanalizuoti visų šalių, kuriose taikomi 5D BIM metodai, todėl šiame darbe pasirinkta analizuoti Norvegijos metodus, nes ši šalis yra viena pirmųjų Europos šalių, kuri statybų projektuose buvo įpareigota naudoti BIM metodus. Valstybės klientas „Statsbygg“ nuo 2007 m. Norvegijoje įpareigojo BIM naudoti per statinio gyvavimo ciklą. Iki 2010 m. visi „Statsbygg“ projektai naudojo BIM modelius, pagrįstus IFC ir IFD[48]. Didžiausia Norvegijos iniciatyva yra naujas BIM objektų bibliotekų standartas, kuri 2015 m. išleido Norvegijos standartai. [51] Taigi, pastebima, kad Norvegija yra viena pirmaujančių Europoje pagal BIM metodologijos pritaikymą statybų projektuose, dėl to būtent ši šalis pasirinkta šiam tyrimui.

Eksperimentinis praktinis tyrimas nr.1 „Statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybių eksperimentinis praktinis tyrimas statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti. Atlikus literatūros analizę ir išanalizavus 5D BIM metodologiją Norvegijoje, pagal šioje šalyje taikomus metodus, bus bandoma nustatyti statybos skaičiuojama kainą, panaudojant BIM modelio duomenis.

Eksperimentinis praktinis tyrimas nr.2 „Statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybių eksperimentinis praktinis tyrimas statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti. Eksperimentinio praktinio tyrimo metu bus bandoma nustatyti galimybes statybos skaičiuojamajai kainai, panaudojant statinio informacinio modelio duomenis ir pritaikant Norvegijoje naudojamus metodus.

3.2 Norvegijos 5D BIM modelio skaičiavimo metodologijos analizė

Skaičiavimo tipai ir jų sąvokos

Preliminarūs skaičiavimai - naudojami ankstyvosiose projekto stadijose, paruošiant pagrindą projekto biudžetui ir finansavimui. Skaičiavimo tikslumas nustatomas pagal tai, kokius elementus reikia apskaičiuoti. Preliminarūs skaičiavimai naudojami tam, kad būtų galima pasirinkti skirtingas alternatyvas prii-

mant finalinį sprendimą. **Kainų skaičiavimai** - sudaro galutinės sutarties pagrindą, todėl yra labai detalūs. Šis skaičiavimo tipas naudojamas sujungiant sutartis ir susiejant su NS 3420 standartu. Tikslas yra nustatyti galutinę kainą, kuri nustato reikalavimus tiek skaičiavimo metodui ir skaičiavimo programai. **Po – projektiniai skaičiavimai** – norint susidaryti tikslų vaizdą apie projekto išlaidas išleistas vykdant projektą, atliekami po- projektiniai skaičiavimai. Šio tipo skaičiavimo tikslas yra susieti projekto pirminius skaičiavimus su realiomis projekto išlaidomis ir taip patikrinti kainų skirtumus, veiksmus, kurie gali daryti įtaką skirtinguose projekto perioduose [50].

Skaičiavimo metodai

Šiame skyriuje aprašomi pagrindiniai naudojami skaičiavimo metodai Norvegijoje. Skaičiavimo metodas gali būti apibūdinamas priklausomai nuo to, kokį metodą naudosime norimiems rezultatams pasiekti ir kokias pagalbines priemones naudosime atlikimo procese. Trys pagrindiniai skaičiavimo metodai yra šie: ploto skaičiavimo metodas, elementų skaičiavimo metodas ir detalus kainos apskaičiavimo metodas.

Kokį skaičiavimo metodą naudoti priklauso nuo statinio gyvavimo ciklo etapo. Ši apžvalga pateikta 5 lentelėje. Preliminarūs skaičiavimai - tai yra paprasčiausias skaičiavimo metodas, naudojamas norint nustatyti projekto kainą. Kainai nustatyti naudojama vieneto kaina už kvadratinį metrą ar kubinį metrą. Statinio ir jo sistemų skaičiavimų kainą priklauso nuo pastato tipo. Tokio metodo tikslumas yra apie +-10-20 % nuo tikslaus apskaičiavimo metodo. Sustambintų darbų apskaičiavimui nustatyti naudojamos statinio elementų (laukinės, vidinės sienos, lubos ir t.t) kainos. Statinio skaičiuojamosios kainos nustatymo metodas yra ganėtinai patikimas ir, naudojant tokio tipo metodą, gaunami pakankamai tikslūs skaičiavimai. Taikant šį metodą apskaičiuojama kaina yra įvertinant medžiagas, darbo užmokestį ir mechanizmus ir/ar transporto išlaidas. [50].

5 lentelė. Skaičiavimo statinio gyvavimo ciklo etapuose metodai ir jų tikslumas[50]

Statinio gyvavimo ciklo etapas	Veikla	Aprašymas	Skaičiavimo metodas	Tikslumas	
				1990	2005
Planavimas	-	Preliminarūs skaičiavimai	Apytikslis	+/-20-30 %	-
Projektavimas	Preliminarus projektas	Statinio ir jo sistemų skaičiavimas	Ploto skaičiavimo metodas	+/-10-20 %	+/-10-20 %
	Techninis projektas	Sustambintų statybos darbų kainų apskaičiavimas	Elemento metodas	+/-5-15 %	+/-5-10 %
	Darbo projektas	Sustambintų statybos darbų kainų apskaičiavimas	Elemento metodas	+/-5-15 %	+/-5-10 %
Projekto konkursas	-	Statybos skaičiuojamosios kainos nustatymas	Detalus skaičiavimo metodas	+/-5-10 %	+/-2-4 %

Statyba		Apskaita, aktavimai	Po- projektiniai skai- čiavimai	0 %	0 %
---------	--	---------------------	------------------------------------	-----	-----

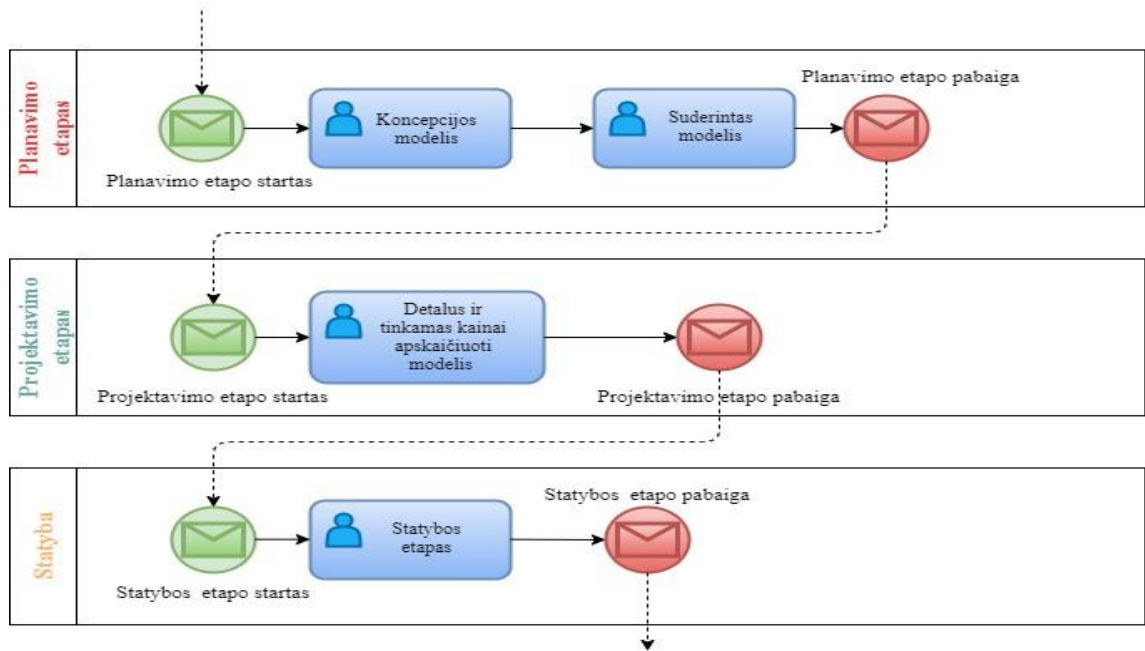
5D skaičiavimo metodas Norvegijoje

Norvegijoje statybų BIM taisykles ir metodologijas nustato „buildingSMART Norge“ organizacija. Jie kuria ir palaiko statybos pramonės skaitmeninimo atvirais formatais standartus. Atviri formatai užtikrina vientisą duomenų srautą veiksmų grandinėje, laisvą konkurenciją ir efektyvesnę statybos pramonę. BuildingSMART“ turi tris atvurus modelių duomenų, sąvokų ir procesų standartus. Visi jie yra ISO standartai ir naudojami Norvegijos statybų pramonėje [51].

„BuildingSMART procesai“ (informacijos gavimo vadovas) yra standartizuotas procesas, kuris nustato proceso dalyvius, atlikimo metodiką ir reikalavimus projektams. Standarto aprašymai nurodo taisykles, kaip dirbi efektyviai kartu visiems su projektu susijusiems procesams. Procesų aprašymuose apibrėžiama projektų vykdytojų veikla ir sąsajos tarp jų. Norvegijoje procesų aprašymus kuria „buildingSMART“ vartotojų grupės ir tarpdisciplininis vartotojų forumas. Norvegijos koordinatorius IDM vystymui yra „buildingSMART NORGE“ [52].

BuildingSMART norge “ tinklapyje galima laisvai naudotis IDM procesų standartų aprašymais. Kainos apskaičiavimas naudojant skaitmeninį modelį yra aprašomas dokumente „bSNP4 v0.5“. Dokumentą sudaro 6 skyriai. Pirmas skyrius - proceso apžvalga, kuriame apskaičiuojama kaina. Šiame skyriuje aprašomas proceso tikslas, kainos apskaičiavimo apibūdinimas ir ribų nustatymai. Antras skyrius vadinasi „Proceso aprašymas“. Jame yra aprašomas rankinis kainos apskaičiavimo procesas, nurodomos kainos apskaičiavimo BIM modelyje naudos ir galimybės, sąsajos su kitais procesais. Trečio skyriaus pavadinimas yra „ Kainos apskaičiavimo procesų schemos“. Šiame skyriuje aprašoma apie projekto dalyvius, projekto etapų fazes, pateikiami procesų aprašymai ir procesų lentelės. Ketvirtas skyrius - „ Išorinių objektų specifikacijos“. Penktas skyrius - „ Duomenų keitimosi reikalavimų specifikacijos“. Šiame skyriuje nurodomi reikalavimai modelio informacijai [53].

3.2 skyriuje nurodomi pagrindiniai projekto etapai. Dokumente projekto etapai suskirstomi į tris etapus: planavimo, projektavimo ir statybos. Nurodoma, koks modelis yra naudojamas kiekviename etape (žr. pav. 6). Planavimo etape yra naudojamas koncepcijos modelis, kuris suderinus su skirtingais projekto dalyviais yra siunčiamas į projektavimo etapą, kur jau paruošiamas detalus modelis, tinkamas nustatyti statybos kainą. Paskutiniame etape naudojamas išsamus statybos modelis [53].



6 pav. Projekto etapai [53]

Procesų schema

Skyriuje 3.3 yra pateikiama detali proceso schema, kuriame pavaizduota, kaip vyksta modelio naudojimas per statinio ciklo gyvavimo etapus. Schemoje nurodomi procesų dalyviai ir jų atliekamos funkcijos. Geltoni langeliai nurodo vykdomą procesą ir jo pavadinimą, mėlynas langelis parodo, kokie dokumentai yra paruošiami, juodas (paryškintas užrašas „ER. 4.1“) nurodo, koks BIM modelis yra naudojamas tam tikrame etape[53].

Proceso schemoje nurodoma eiga yra tokia: pirmiausia yra pateikiami reikalavimai ir numatomas biudžetas projektui, vėliau vyksta koncepcinio modelio projektavimas ir iš jo atliekami preliminarūs skaičiavimai. Šiame etape modelis naudojamas preliminariniams skaičiavimams ir kaina nustatoma pagal tūrinius, ploto skaičiavimus. Gavus preliminarinius skaičiavimus, patvirtinamas biudžetas ir nustatoma sutarties forma, rengiamas konkursas rangovo paieškai. Šiame etape jau projektuojamas detalus modelis, leidžiantis nustatyti skaičiuojamą kainą. Suprojektavus modelį atliekami konkursiniai skaičiavimai, sudaromi kiekių žiniaraščiai ir yra rengiamas konkursas rangovo paieškai. Suradus rangovą pasirašoma sutartis ir toliau projektuojamos detalesnis modelis medžiagų užsakymams ir, atlikus visas procedūras, vykdomi statybos darbai. Prieduose yra pateikiama proceso schema su procesų aprašymais, paaiškinimais ir pateikiami modelio reikalavimai pagal etapus (žr. 1,2,3 priedą).

Norvegijos statybos informacijos klasifikatoriaus analizė

Norvegijos Statinio informacinio modeliavimo gide „Statsbygg BIM manual 1.2.1“ 2013 metų versijoje prie normatyvinių dokumentų įvardijami trys NS standartai: „NS 3940 - Pastatų plotai ir tūriai“, „NS 8351 – konstrukciniai brėžiniai. Kompiuterinis projektavimas (CAD) – Sluoksniavimas“ ir „NS 3451 – Pastatų elementų lentelės“ (turinys labai panašus į „Omniclass“ nr 21 lentelę - elementai) [54].

Statybos standartizacijos procesus ir standartų kūrimą Norvegijoje atlieką trys pagrindinės organizacijos: Norvegijos standartai „Norsk standard“, „Building Smart Norge“, ir „Statsbygg“. „Building Smart“ yra tarptautinė organizacija, kuri vysto ir prižiūri IFC (angl. *Industries foundation classes*) standartizacijos procesus ir atvirus BIM (angl. *Open BIM*) standartus Norvegijoje. IFC yra labai plačiai naudojamas šioje šalyje. Jis taikomas kainos nustatymui, susikirtimų analizei ir kitoms veikloms. „Statsbygg“ yra valstybinė institucija, kuri atsakinga už viešųjų įstaigų pastatus. Organizacijos strategija kurti atvirus BIM mainų standartus kaip pagrindą informacijos apie pastatą saugojimui ir procesams statinio informaciniame modelyje. Jie reikalauja, kad tiekėjai ir projektų dalyviai naudotų bendrą IFC standartą. „Statsbygg“ sukūrė ir rekomenduoja naudoti projektuose „Tarpdisciplininę etikečių sistemą“ (norv. *Tverrfaglig merkesystem TFM*). Sistema sukurta siekiant padėti viešojo sektoriaus klientams valdyti projektavimo projektus. TFM plačiai naudojamas viešųjų pastatų projektuose [55].

„BuildingsSmartNorge“ - tai standartizuoti procesai, kuriuose yra aprašomi projektų dalyviai, procedūros, informacijos dalijimosi, kainos apskaičiavimo ir planavimo procesai naudojant BIM modelį.

Norvegijos standartizacijos organizacija Norvegijos standartai (angl. *Standard Norge*, norv. *Norsk Standard*) parengia ir skelbia standartus, kurie yra taikomi šioje šalyje įvairiose pramonės srityse. Visi Norvegijos standartai turi identifikaciją, susidedančią iš raidinio kodo ir skaičiaus. Statybų pramonėje dažniausiai yra naudojami šie standartai: **NS 3451** - statybos elementų lentelė (norv. *Bygningsdelstabell*). **NS 3455** – pastato funkcijų lentelė (norv. *Bygningsfunksjonstabell*). **NS 3420** – pastatų, statybos ir montavimo aprašymai ir taisyklės (norv. *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner*). **NS 3450** - statybos projekto dokumentai – redagavimas ir turinys statybinių konkursų. (norv. *Prosjektdokumenter for bygg og anlegg – Redigering og innhold av konkurransegrunnlag*). **NS 3940** – pastatų ploto ir tūrio skaičiavimai (norv. *Areal- og volumberegninger av bygninger.*). **NS 3456** - pastatų valdymo, eksploataavimo, priežiūros ir plėtros dokumentacija (norv. *Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) for byggverk*). **NS 8405** – norvegijos statybos ir statybos rangų sutartis (norv. *Norsk bygge- og anleggskontrakt*). **NS 8351** – konstrukcijos brėžiniai. Kompiuterinė konstrukcija (CAD). Sluoksniavimas (norv. *Byggetegninger – Datamaskinassistert konstruksjon (DAK) – Lagdeling*). **NS 8360** – BIM objektai – BIM objektų ir objektų bibliotekų pavadinimai ir savybės. (norv. *BIM objekter – Navngivning og egenskaper for BIM objekter og objektbiblioteker for byggverk.*) [55].

Norvegijoje šiuo metu yra kuriama vieningų standartų serija – NS 3457 . Šią serija sudarys vieningu standartų rinkinys. Standartas yra kuriamas remiantis, standartu „ ISO 12006-2 Pastatų statyba. Informacijos apie statybos darbus organizavimas. 2 dalis: Informacijos klasifikavimo sistema“ [55].

Taigi, Norvegijos statybų industrijoje naudojami daugiausiai NS standartai, viešuosiuose projektuose naudojamos TFM rekomendacijos ir BIM modelio procesams taikoma „BuildingSmartNorge“ procesų aprašymai. Vieni iš standartų naudojami dažnai, o kiti yra beveik išvis nenaudojami, o dar kiti yra tik kūrimo procese. Statybos kainos apskaičiavimui aktualiausi standartai, kurie yra statybos informacijos klasifikavimo pagrindai. Atlikus trijų skirtingų organizacijų ir jų kuriamų dokumentų apžvalgą, galima išskirti tris pagrindines organizacijas ir standartus kainos apskaičiavimui. Norint detaliau išanalizuoti Norvegijos statybos informacijos klasifikatorių, svarbu detaliau apžvelgti „TFM rekomendacijas“, NS 3451, NS 3420 ir NS 8360 standartus. Kitame skyriuje bus atlikta detalesnė analizė apie kiekvieną iš jų.

PA 0802 Tarpdisciplininė ženklavimo sistema (TFM)

„Statsbygg“ savo tinklapyje pateikia PA 0802 (TFM) dokumentų rinkinius, kuriuose yra pateikti klasifikatoriaus paaiškinimai ir jo lentelės. TFM klasifikatoriaus gide teigiama, kad norint pasiekti optimalų pastatų eksploatavimą ir priežiūrą, būtina naudoti tarpdisciplininį pastato dalių ir technikos identifikavimą/sisteminimą. Žemiau šiame darbe pateikiamas pavyzdys ir paaiškinimas žymėjimų klasifikatoriaus. ID numerio sistema apima fizinės pastato dalis ir lauko įrenginius. Tiksliau tariant, tai reiškia, kad atskiriems pastato komponentams suteikiamas „kodas“, kuris seka kiekvieną atskirą objektą kaip tam tikrą „socialinio draudimo numerį“ visame pastate per visą jo gyvavimo ciklą. Šiuo numerio pagalba, nurodomas objektas brėžiniuose, aprašymuose, sąmatose, sąskaitose, vidaus kontrolėje, eksploatavimo ir priežiūros dokumentuose. Remiantis objekto ID, galima nustatyti lokaciją, sistemų ir komponentų identifikaciją [56].

ID numeris atrodo taip:

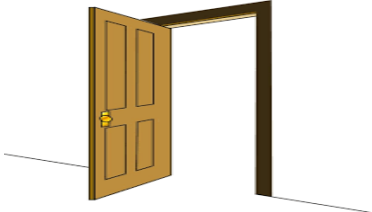
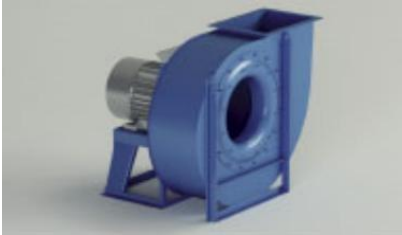
+AAA=NNN.nnn-BBnnn

+AAA - Lokacijos kodas; **=NNN.nnn** - Sistemos kodas; **-BBnnn** - Komponento kodas

Lokacijos kodas yra nurodomas kliento. Valstybiniuose projektuose, lokacijos kode turi būti nurodytas nuosavybės ar pastato kodas. Jį turi nurodyti turto valdytojas. **Sistemos kodas** – pagrįstas pastato dalies numeriu (NS 3451: 2009, 3 skaitmenų lygiu) ir nurodomas serijos numeris (3 skaitmenų). **Komponento kodas** – sudaromas dviejų raidžių ir trijų skaitmenų. Raidės kodas nurodo komponento tipą pagal TFM [56].

TFM klasifikatorius naudojamas klasifikuoti statybos, san technikos, vėdinimo, šilumos, elektros darbus. Apačioje 6 lentelėje pateikiamas klasifikavimo pavyzdys. Statybos darbų pavyzdžiui, pasirinktas durų elementas ir ventiliatorius.

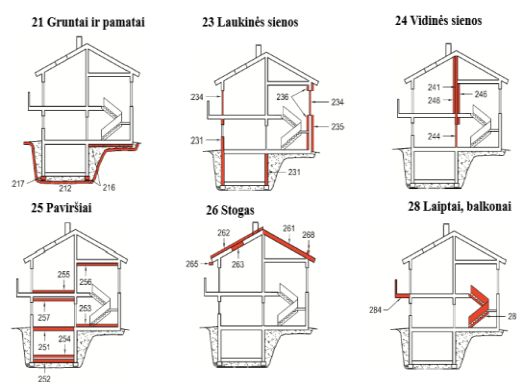
6 lentelė. TFM durų ir ventiliatoriaus klasifikavimas [56]

ID numeris	+194=244.001-DI001T	+194=360.001-JV401
Elemento pavadinimas	Vidinės duris	Tiekiamo oro ventiliatorius
Elementas		
Aprašymas	.+194 – nurodo lokacijos kodą =244.001 244- nurodo elemento kodą pagal standartą NS 3451 : 2009 , kodas nurodo kad tai vidinės sienos , durys, langai , 001 nurodo elemento tipą. -DI001 – nurodo elemento kodą pagal TFM kodų sąrašą. DI nurodo , kad tai yra vidinės durys, 001 nurodo kad elementų savybes ir medžiagiškumą. T – nurodo , kad elementas yra unikalaus tipo, elementų pastate tokių yra daugiau nei vienas.	.+194 – nurodo lokacijos kodą =360.001 244- nurodo elemento kodą pagal standartą NS 3451 : 2009 , kodas nurodo kad tai oro apdorojimas , 001 nurodo elemento tipą. -JV4001 – nurodo elementų kodą pagal TFM kodų sąrašą. JV nurodo , kad tai yra ventiliatorius , 401 nurodo, kad ventiliatorius yra tiekiamo oro.

Norvegų standartas NS 3451- Statybos elementų lentelė

Šis standartas nustato suskirstymą į konstrukcijos elementus sisteminimui, klasifikavimui, informacijos kodavimui apie fizinius pastato elementus ir susijusias lauko konstrukcijas. Suskirstymas gali būti naudojamas pastatų specifikacijomis, statistikai, informacijos susijusios su kaina perdavimui, savybėms ir trukmei. Taip pat gali būti naudojama brėžiniuose, schemose, kaip žymėjimas pastatų elementams su nuoroda į sistemas. Pastatų elementų lentelė sudaryta iš trijų lygių, o detalumo lygis nuo vienaženklis iki triženklis.

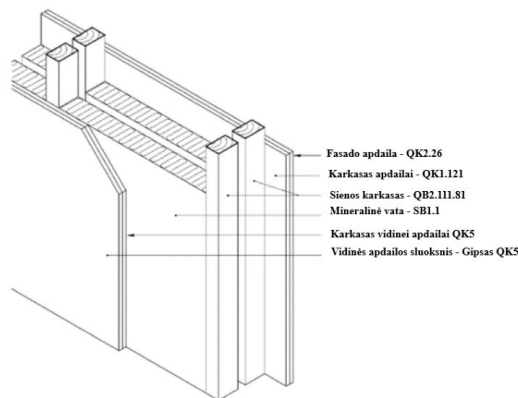
Standartą sudaro dvi lentelės, lentelėje nr.1, yra sužymėti vieno skaitmens pastato sistemų klasifikatoriai, žymėjimas nuo 2 – 7. Klasifikatorius 2 nurodo, kad tai yra statybos darbai, kiti skaičiai nurodo inžinerines sistemas darbus. Kitame lentelės stulpelyje pastato elementai klasifikuojami su 2 skaitmenimis, kurie nurodo statybos elementų rūšį. Nr. 23 – reiškia laukinės sienos. Standarto lentelė nr.2 sudaryta iš trijų stulpelių, pirmame stulpelyje pateikiamas dviejų skaitmenų kodas, kuris nurodo elemento rūšį. Antrame stulpelyje, klasifikatoriaus indikatorius yra trijų skaitmenų ir nurodo elemento paskirtį, kaip pavyzdys 231 reiškia - laikančios laukinės sienos. Trečiame lentelės stulpelyje pateikti elementų aprašymai. Apačioje pateikiamas klasifikavimo pavyzdys (žr. 7 pav.) [57].



7 pav. NS 3451 standarto klasifikavimo pavyzdys [57]

Norvegų standartas NS 3420 Pastatų, statybos ir montavimo aprašymai ir taisyklės

NS 3420 yra vienas iš svarbiausių Norvegijos standartų statybos pramonėje. Jis naudojamas rengiant aprašymus ir kiekių sąrašus, susijusius su konkurso dokumentais, kainos pasiūlymuose ir statybos vykdymo bei valdymo etapuose. Daugeliu atveju naudojamas eksploatacijos etapuose, rekonstrukcijos darbams atlikti. Standarte yra reikalavimai medžiagoms ir jų apdirbimui. Taisyklės reikalavimuose gali būti naudojamos statybos darbų kokybei įvertinti. Standartas sudarytas iš 36 atskirų dalių ir suskirstytas į atskiras statybos sritis. NS 3420 standartą sudaro 6 atskiri komplektai. Apačioje pateikiamas klasifikavimo pavyzdys (žr. 8 pav.)[58].



8 pav. NS 3420 klasifikavimo pavyzdys [58]

Norvegų standartas NS 8360 – BIM objektai – BIM objektų ir objektų bibliotekų pavadinimai ir savybės.

NS 8360 yra pirmas BIM standartas vystomas Norvegijoje. Priežastis šio dokumento kūrimo yra didėjanti paklausa iš statybos industrijos, standartizuotų objekto tipų, kurie būtų naudojami pastato informaciniuose modeliuose. Šio dokumento pagrindu, bus palaikoma daugiau automatizuotos sąveikos tarp skirtingų procesų industrijoje ir tarp statinio gyvavimo ciklo etapų. Standarto funkcija yra standartizuoti kodavimo ir klasifikavimo tipus objektams, kurie sujungtų savybes ir vertes su IFC-modeliu. IFC yra sukurtas ISO 16739 pagrindu. Visi reikalavimai šiame dokumente yra tiesiogiai susiję su IFC standartu.

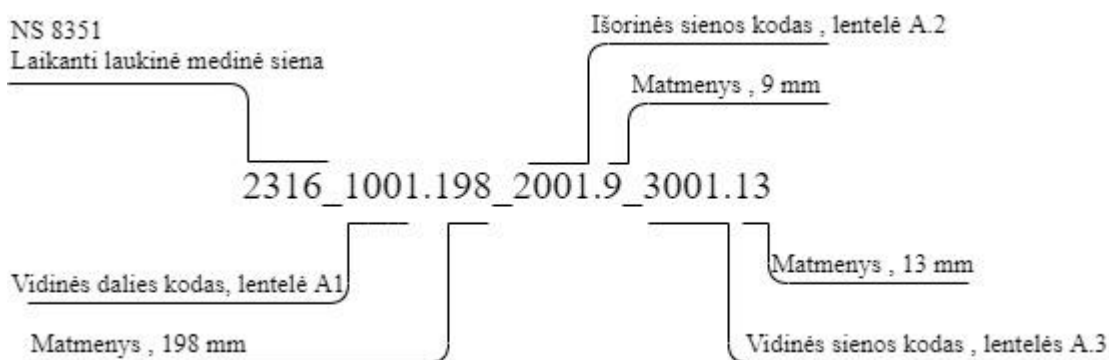
Šio dokumento tikslas - palaikyti didesnę automatizuotą atpažinimą objektų tipų ir objektų informacijos tarp skirtingų IFC palaikančių programinių įrangų ir tokiu būdu skatinti efektyvumą ir kokybę naudojant statinio informacinį modelį. Dėl to bus gaunamas paprastesnis prieinamumas prie informacijos, klaidų sumažėjimas, duomenų efektyvesnis naudojimas ir dvigubų darbų darymo sumažėjimas. Šis standartas palaiko inovacijų sklaidą ir vystyti komercines ir standartizuotas objektų bibliotekas.

Apačioje pateikiamas medinės sienos klasifikavimo pavyzdys. (žr. pav. 9) Klasifikatorius klasifikuojamas pagal tokias taisykles.

1. Kiekvienas kodas prasideda su NS 8351 keturių skaitmenų kodu.
2. Vėliau pateikiamas, vieno ar dviejų kodų junginys, kuris yra formuojamas iš elemento tipo ir dimensijos. Tipas parenkamas iš standarte pateiktų lentelių, kaip pavyzdyje pateikta 1001.198 kodas. 1001 nurodo tipą, kurio reikšmė yra medinis izoliuotas karkasas, 198 kodas nurodo sienos

konstrukcijos storį, 2001 kodas nurodo išorinės sienos tipą, tai yra laukinis gipsas ir jo matmuo yra 9 mm, o 3001.198 nurodo vidinį sienos sluoksnį, 3001 reiškia, kad tai 13mm gipsas [59].

Taigi, naudojantis šiuo klasifikatoriumi, galima nurodyti pilną sienos elementą su sluoksniais. Toks kodo tipas suteikia programai galimybes perskaityti ir atpažinti tam tikrą pastato elementą, kas leidžia atlikti daugiau automatizuotų veiksmų naudojantis statinio informaciniu modeliu. Toliau, bus atliktas praktinis tyrimas, kuriame pagal šį standartą bus klasifikuojami pastato elementai.



9 pav. NS 8360 klasifikavimo pavyzdys [59]

3.3 Praktinis tyrimas. Gyvenamojo namo modeliavimas, informacijos klasifikavimas ir kainos nustatymas „Smartkalk“ 5D skaičiavimo programa.

Tyrimo problema ir uždaviniai

Lietuvoje šiuo metu yra kuriamas nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius, kuris turėtų paskatinti ir palengvinti 5D BIM metodologijų įgyvendinimą Lietuvoje. Kadangi ši sritis yra mažai tyrinėta Lietuvoje, o moksliniuose šaltiniuose įvardijama daug kliūčių įgyvendinant 5D metodologiją. Taigi, kyla klausimas, ar galima nustatyti statybos skaičiuojamąją kainą panaudojant statybos informacijos modelio duomenis pagal Norvegijoje taikomą metodologiją ?

Tyrimo uždaviniai :

- 1) nustatyti, ar įmanoma pritaikyti statybos kainai NS 8360 statybos informacijos klasifikatorių „Revit“ programoje ;
- 2) nustatyti statybos informacijos klasifikatoriaus funkcionalumą;
- 3) eksportavus IFC duomenų failą, patikrinti, ar visi reikalingi duomenis persikėlė kartu su failu;
- 4) nustatyti, ar įmanoma importuoti IFC failą į „Smartkalk“ sąmatų skaičiavimo programą;

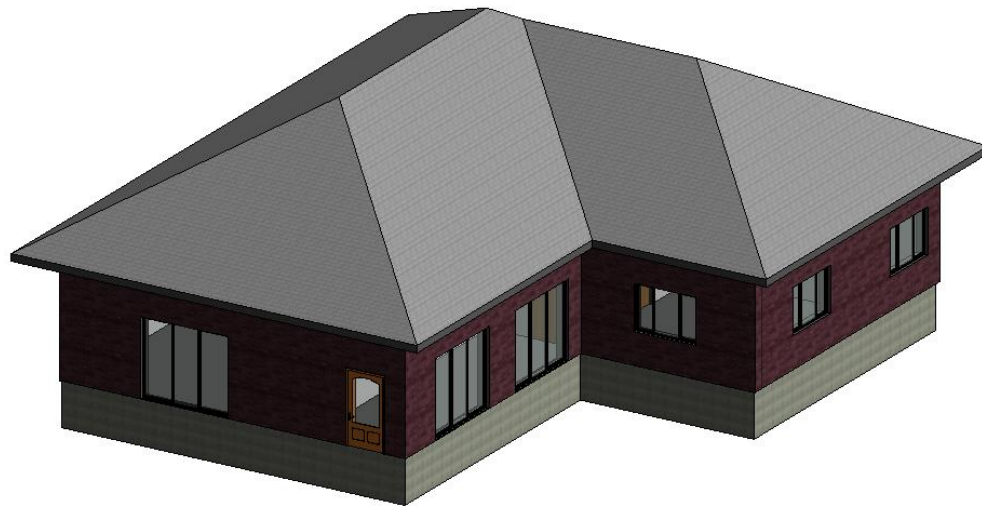
- 5) nustatyti, ar įmanoma atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą vieno mygtuko paspaudimu įkėlus IFC failą į „Smatkalk“ 5D BIM skaičiavimo programą;
- 6) nustatyti, ar „Smartkalk“ programoje galima sukurti savo BIM objektų biblioteką;
- 7) nustatyti, ar įmanoma statinio informacinio modelio objektus priskirti prie programos kainų duomenų bazės;
- 8) nustatyti, ar kiekių apskaičiavimą galima atlikti su „Smartkalk“ programa ar reikia naudoti papildomus įrankius;

Tyrimo metodikos aprašymas

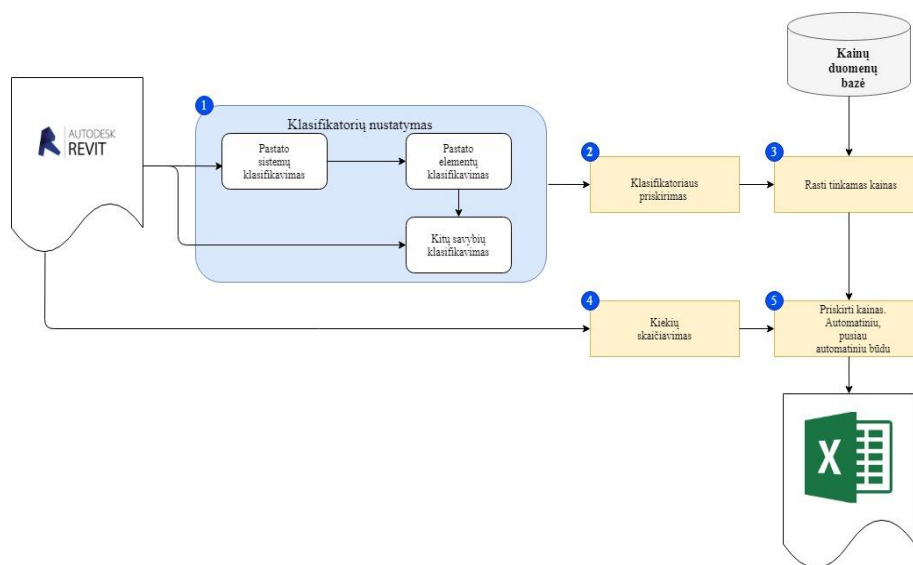
Naudotos programos:

1. Autodesk „Revit architecture 2019“ - revit
2. 5D modelio skaičiavimo norvegišką programą „Smartkalk“ toliau – smartkalk.
3. 3D BIM peržiūros programa „Solibri BIM checker“ toliau – solibri.

Praktinio eksperimento metu buvo bandoma atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą pagal norvegišką metodologiją. Naudojantis norvegišku NS 8360 klasifikatoriumi ir 5D modelio skaičiavimo programa. Tyrimui atlikti buvo sukurtas pastato informacinis modelis (vieno aukšto gyvenamasis namas) naudojant kompiuterinio projektavimo programą „Revit architecture 2019“. Modelį sudaro pamatas, grindys, laukinės sienos, langai, laukinės durys, vidinės sienos, vidinės durys, lubos ir stogas. (žr. 10 pav.). Elementų klasifikavimui buvo naudojamas NS 8360 klasifikatorius. Eksperimento rezultatų peržiūrai buvo naudojama nemokama IFC formato failų peržiūrai skirta programa „Solibri BIM checker“. Atlikus elementų teisingą klasifikavimą, kainos apskaičiavimui buvo naudojama norvegiška skaičiavimo programa „Smartkalk“. Kainos apskaičiavimo 5D BIM procesas atliktas remiantis moksliniame straipsnyje pateiktu kainos apskaičiavimo proceso algoritmu [60]. (žr. 11 pav.)



10 pav. Vieno aukšto gyvenamasis namas



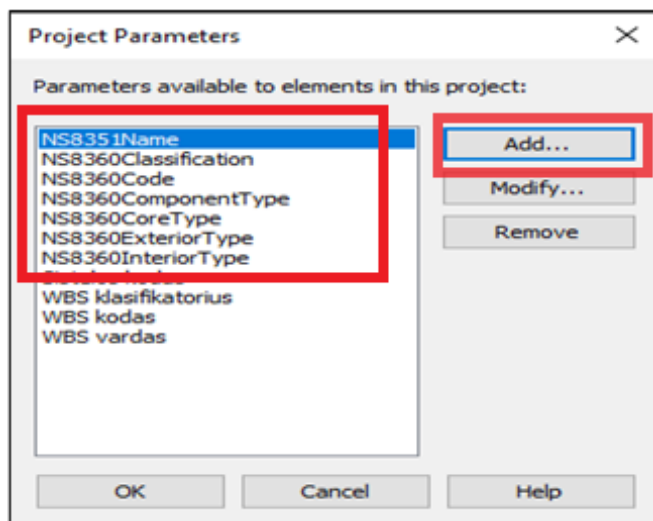
11 pav. Kainos apskaičiavimo proceso schema [60]

Tyrimo rezultatai

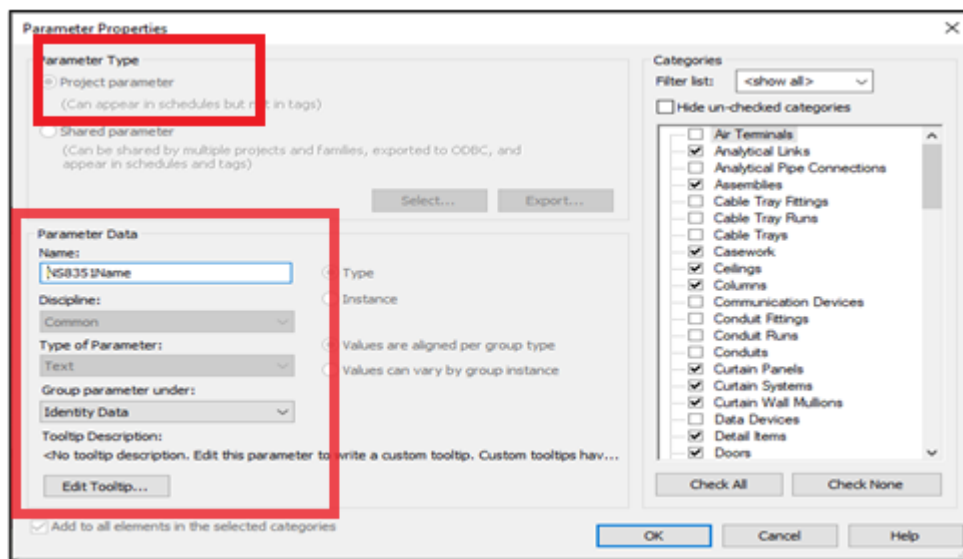
Parametrų nustatymas ir elementų klasifikavimas

Siekiant atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą ir išsiaiškinti pritaikymo galimybes, buvo sukurtas pastato informacinis modelis ir jo elementai buvo suklasifikuoti pagal NS 8360 standartą. Klasifikatoriaus kodas elementui buvo priskirtas per revito programinės įrangos nustatymus „Project parameters“.

Buvo sukurti septyni atskiri parametrai reikalingi elemento klasifikavimui. Apačioje pateikti pavyzdžiai, parametų lentelė su sukurtais parametrais ir paaiškinimais. (žr. pav. 12 ir 13 ir 7 lentelę)



12 pav. Projekto parametų kurimas



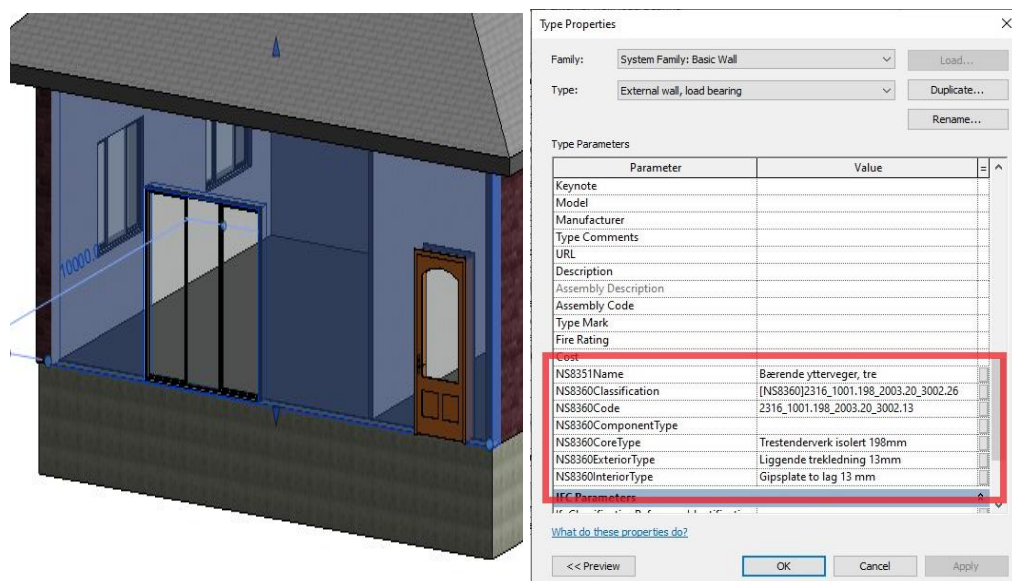
13 pav. Projekto parametų kurimas

7 lentelė. Projekto parametų paaiškinimas.

Projekto parametras	Paiškinimas
NS8351Name	Nurodoma NS8351 standarto kodo pavadinimas
NS8360Classification	Nurodoma klasifikatorius NS8360 ir pilnas jo kodas

NS8360Code	Nurodomas NS8360 klasifikatoriaus kodas, pagal kurį elementą atpažins kitos programos eksportavus į ifc failą
NS8360ComponentType	-
NS8360CoreType	Nurodomas elemento pagrindas, konstrukcija ir jos sudėtis su matmenimis, kaip pvz. medinės izoliuotos santvaros 198 mm storio
NS8360ExteriorType	Nurodoma išorinė elemento sudėtis, kaip pvz. medinės fasadinės lentelės 13 mm storis
NS8360InteriorType	Nurodoma vidinė elemento sudėtis, kaip pvz. gipsas ir sluoksnių kiekis 13mm storis

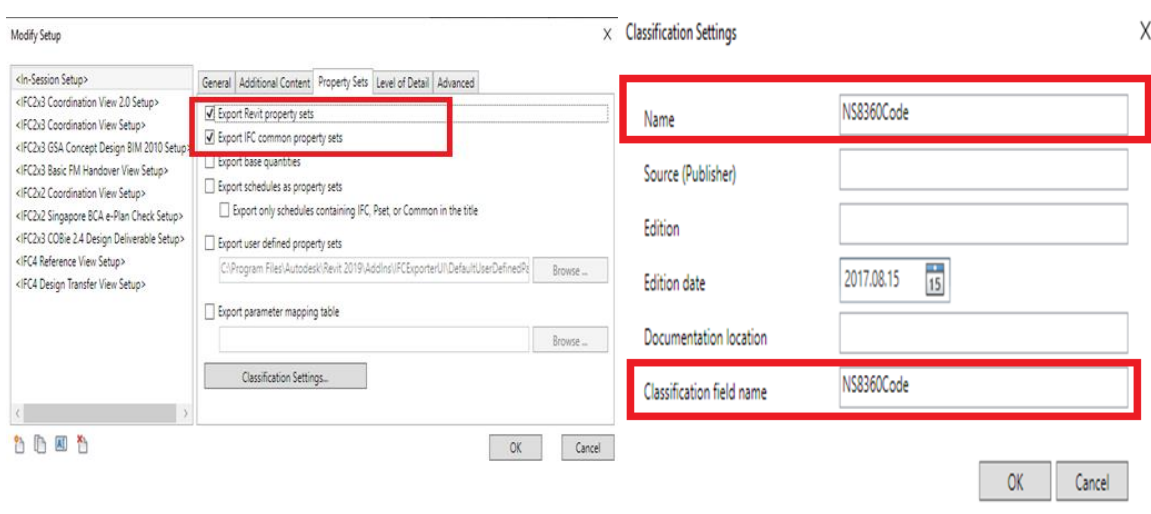
Revito programoje sukūrus parametrus, kitame žingsnyje pagal NS8360 standartą buvo priskirtas klasifikatoriaus kodas prie kiekvieno pastato elemento. Pastato struktūra buvo suskirstyta pagal NS 3451 sistemų ir elementų kodų lentelę į sistemas ir elementus. Apačioje pateiktas pavyzdys su klasifikuotu pasato elementu ir lentelė. Kodų paaiškinimai pateikti prieduose. (žr. pav. 14 priedą 4)



14 pav. Klasifikuotas elementas pagal NS8360 standartą

IFC duomenų failas

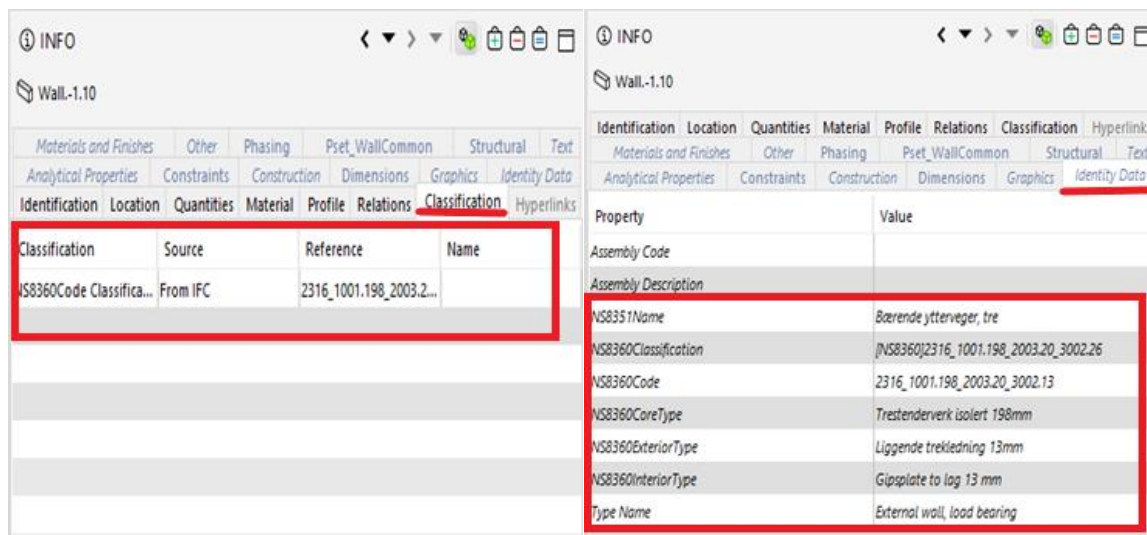
Revito programoje elementams priskykus klasifikatoriaus kodus, toliau modelis su visais atributais ir modelio informacija buvo eksportuojamas į IFC failą, kad būtų galima modeliu naudotis su kitomis programomis. Eksportuojant IFC failą, buvo nustatyti visi reikalingi nustatymai, kad visi duomenys reikalingi skaičiavimams iš modelio, būtų perkelti kartu su IFC failu. Taip pat buvo nustatyta, kad IFC failas, rodytu klasifikavimo kodą. Apačioje pateikti pavyzdžiai, kaip buvo atliekamas IFC failo duomenų eksportavimas (žr. pav.15).



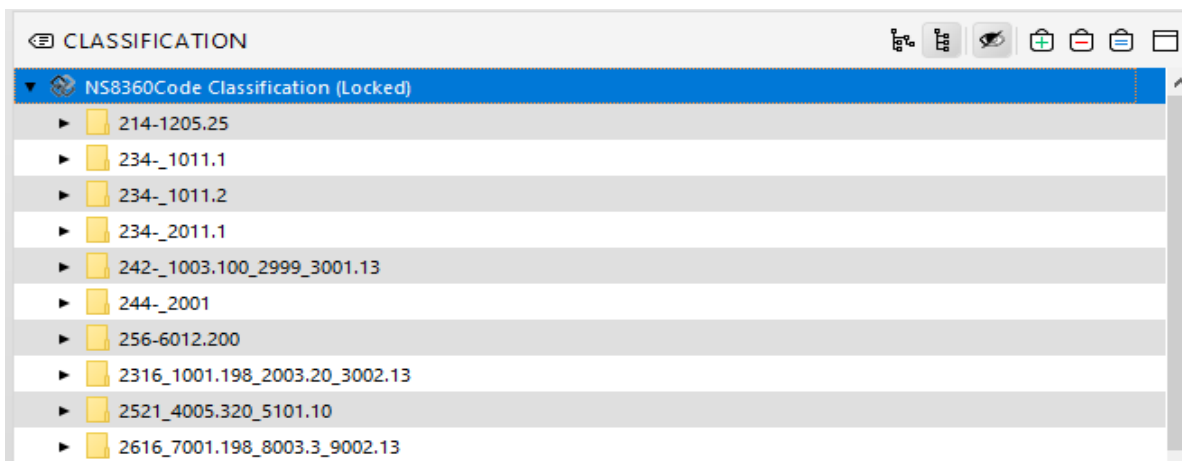
15 pav. IFC failo eksportavimas

Duomenų patikrinimas Solibri programoje

Eksportavus iš Revito programos skaitmeninį informacinį modelį į IFC failą, buvo patikrinta su nemo-kama IFC peržiūros programa Solibri, ar visi reikalingi duomenys ir klasifikatorius persikėlė su IFC failu (žr. pav. 16 ir 17),



16 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas



17 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas

Taigi, pastebima, kad NS8360 klasifikatorius nurodomas trijuose vietose, pirmoje vietoje programos informacijos pasirinktyje, kurioje nurodoma visa informaciją apie modelį ir jo elementus, skiltyje „klasifikatorius“ (angl. *classification*) (žr. pav. 17), nurodoma, kad pasirinktas elementas yra klasifikuojamas su NS8360 klasifikatoriumi ir nuorodą į elementą yra klasifikatoriaus kodas. Antroje vietoje skiltyje „atpažinimo duomenys (angl. *identity data*)“ nurodoma visa informacija apie klasifikatorių, kuri buvo nustatyta Revito programinėje įrangoje per projekto parametrus (pavaizduota D priede).

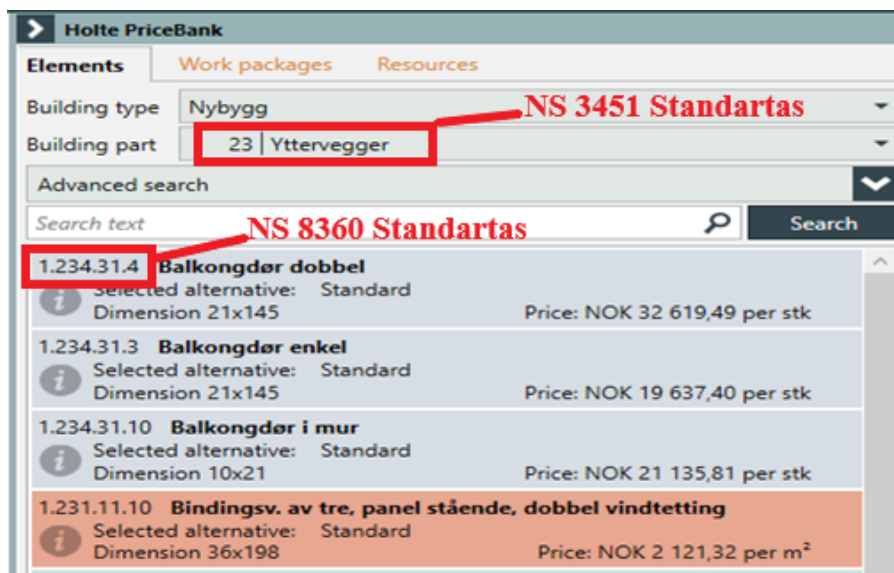
Solibri programinė įranga turi daugiau galimybių nei tik IFC failo peržiūra. Su šia programa galima atlikti susikirtimo kontrolę ir kiekių išgavimą. Taigi, pasirinktyje „informacijos išgavimas (angl. *information takeoff*)“ nurodomas klasifikatorius ir klasifikatoriaus kodai pagal hierarchiją. Modelio kiekius galima išsifiltruoti pagal klasifikatorių (žr. pav. 17).

Patikrinus IFC failą, galima pastebėti, kad klasifikatorius ir visa informacija, kuri buvo nustatyta Revito programinėje įrangoje, persikėlė kartu su IFC failu. Taigi galima atlikti tolimesnius tyrimo žingsnius.

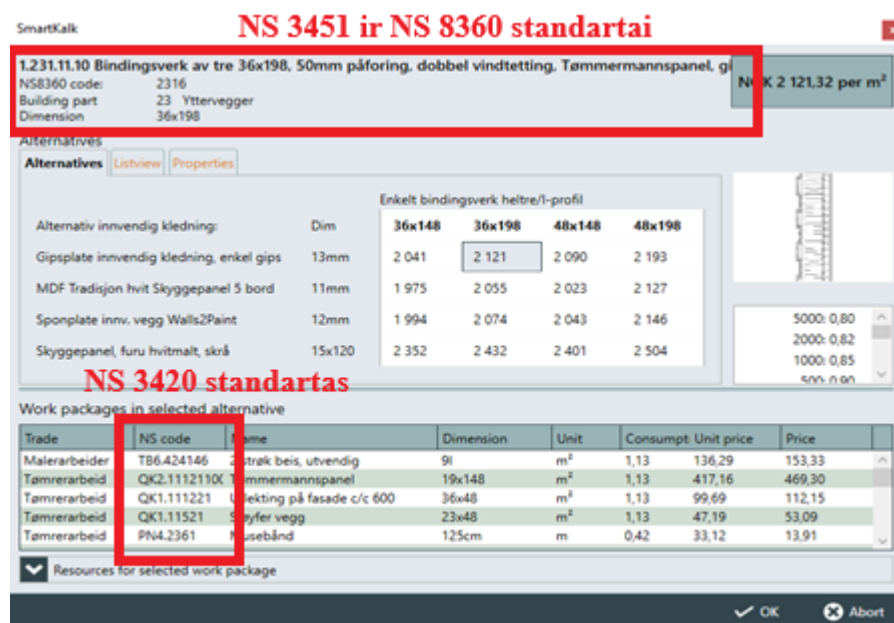
Kainos apskaičiavimas su „Smartkalk“ programa

Projekto modelio kainos nustatymas bus atliekamas su skaičiavimo programa „Smartkalk“, kuri suteikia galimybę atlikti skaičiavimus naudojant skaitmeninį informacinį modelį. Smartkalk yra Norvegijos kompanijos „Holte As“ programinis paketas. Ši kompanija Norvegijoje siūlo skaitmeninius programinės įrangos produktus statybų industrijai. Ji plečiasi į kitas Europos šalis, ji yra taikoma Danijoje ir Lenkijoje. „Smartkalk“ skaičiavimo programa yra susieta su NS3451, NS 3420 ir NS 8360 klasifikatoriumi. Kainos duomenų bazę sudaro elementų, darbo paketų ir medžiagų bazės (žr. pav. 18). Elementų kainų duomenų bazė yra suskirstyta pagal NS3451 klasifikatorių į statybos dalis. Taip pat kiekvienas elementas klasifikuojamas pagal NS8360 standartą. Kaip pavyzdys laukinių medinių sienų elementą sudaro visi įkainiai su darbais ir medžiagų kainomis, kurie reikalingi pastatyti medinę laukinę sieną nuo išorinės apdailos iki

vidinės apdailos. Elementų įkainiai yra parametrizuoti. Programoje galima pasirinkti medžiagas ir dimensijas (sienos storis ir pan.) (žr. pav. 19). Darbo paketų duomenų bazę sudaro atskiri darbų įkainiai, kaip pvz.: gipso plokščių sukimas, gipso karkaso montavimas, sienų statramsčių montavimas ir t.t. Darbo paketo įkainis sudarytas iš medžiagų ir darbo užmokesčio įkainių. Įkainiai klasifikuojami pagal NS3420 standartą. Medžiagų įkainių bazę sudaryta iš medžiagų kainų.



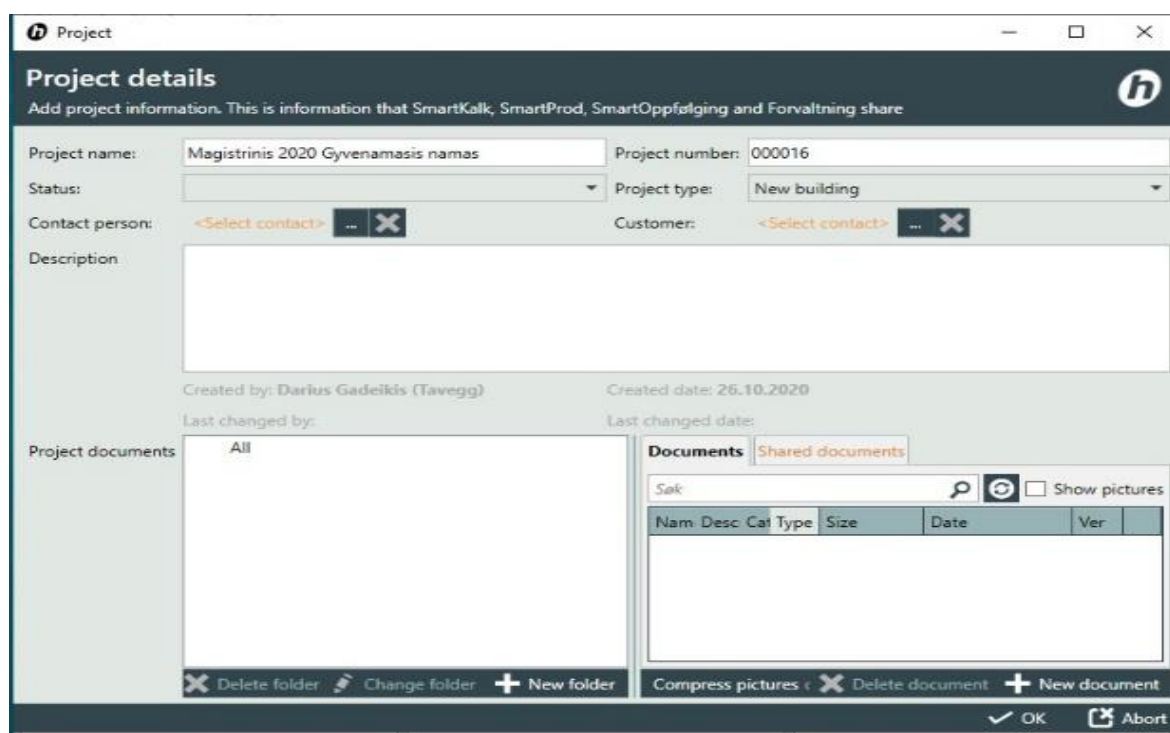
18 pav. Kainų duomenų bazės sudėtis



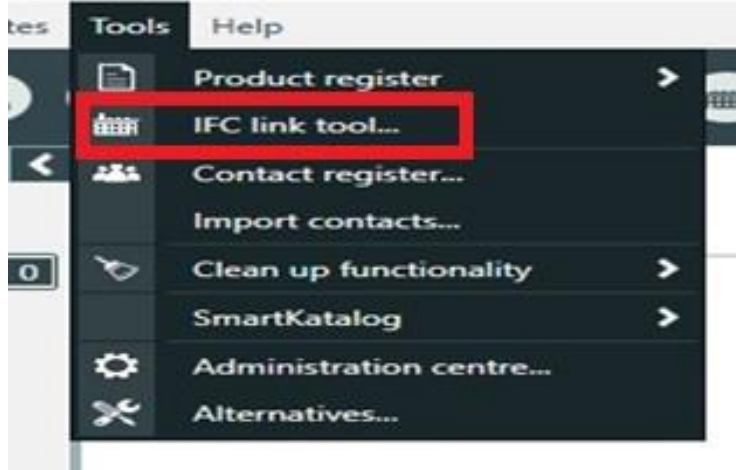
19 pav. Elemento parametrizavimas

Skaičiavimo programinės įrangos gamintojas nurodo kompanijos internetiniame tinklapyje, kad su jų siūloma skaičiavimo programa, įkėlus IFC failą galima atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą. Programoje pateiktos BIM objektų bibliotekos skirtingų programinių įrangų: Revit, Archicad ir DDS. Bibliotekose siūloma nepakankamai objektų ir jų IFC nuorodos nėra standartizuotos. Vienam elementui naudojama IFC nuoroda į NS 8360 standartą, kitam elementui programinio vardo IFC nuoroda, todėl įvertinus tokia situacija buvo nuspręsta atlikti pusiau automatinį skaičiavimą ir susikurti pagal IFC skaitmeninį modelį savo BIM objektų biblioteką.

Pirmiausiai programoje buvo sukurtas projektas pavadinimu „Magistrinis 2020 gyvenamasis namas“ ir tuomet sukūrus projektą nustatymų juostoje įrankių (angl. tools) pasirinktyje pasirinktas IFC susiejimo įrankis (angl. *IFC link tools*), kurio pagalba bus kuriama BIM objektų biblioteka (žr. pav. 20 ir 21).

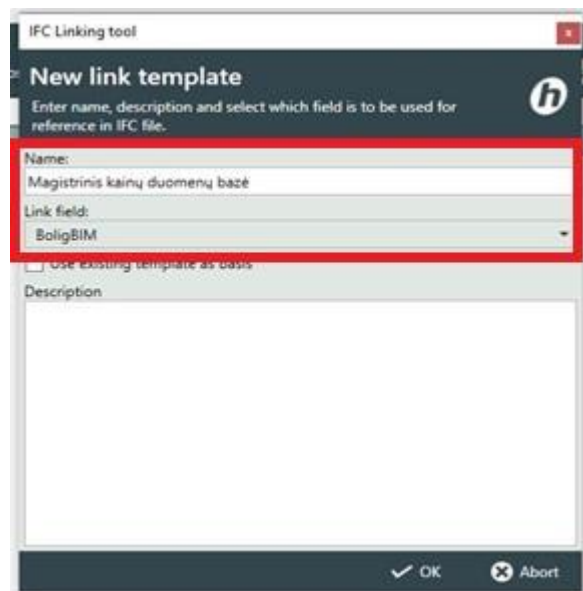


20 pav. Projekto kūrimas



21 pav. IFC susiejimo įrankis.

Atsidarius IFC susiejimo įrankį, buvo pasirinkta funkcija sukurti IFC objektų biblioteką. Objektų biblioteka buvo sukurta pavadinimu „Magistrinis kainų duomenų bazė“. Norint sukurti IFC objektų biblioteką, reikia pasirinkti nuorodą pagal kurią bus atpažįstamas IFC objektas. Programa siūlo kelis pasirinktis. Joje galima pasirinkti apibūdinimą, vardą, tipą, nuorodą, bet norint, kad atpažintų objektą pagal klasifikatorių, reikia rinktis pasirinktį „BoligBIM“ (žr. pav. 22). Sukūrus IFC objektų biblioteką, buvo įkeltas IFC failas, naudojantis pasirinktį „ pridėti susietus objektus iš IFC failo (angl. *add link fields from IFC file*). Atlikus šią funkciją IFC objektai su nuoroda į klasifikatorių buvo susieti su IFC objektų biblioteka (žr. pav. 23).

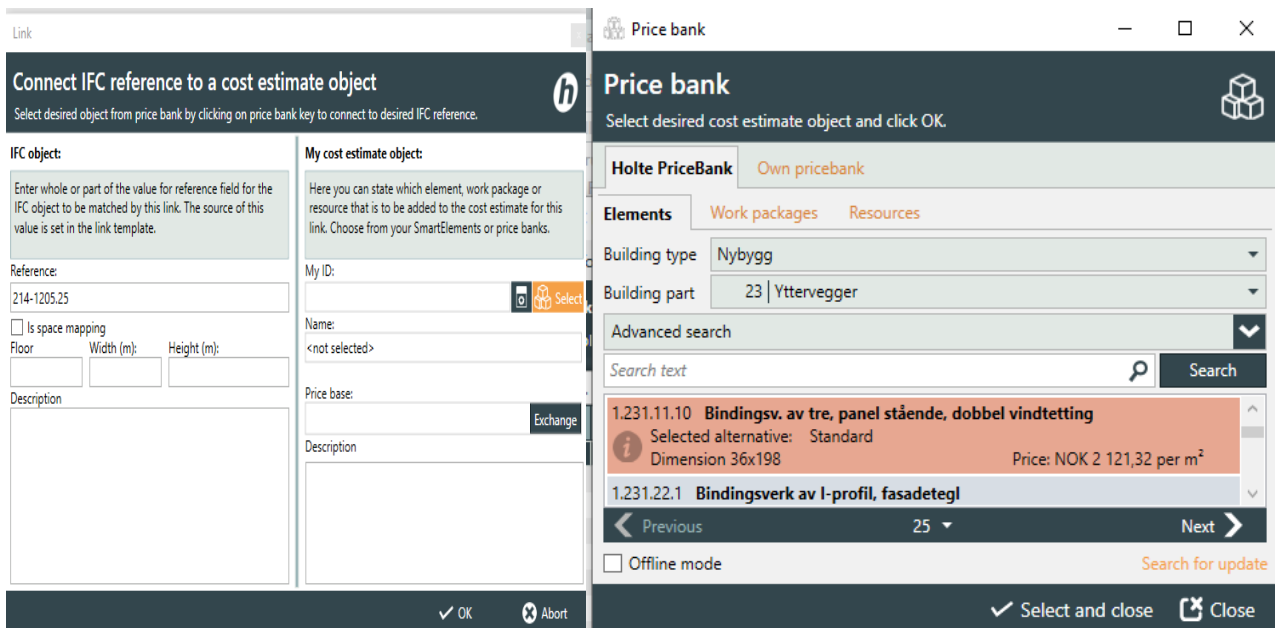


22 pav. IFC objektų bibliotekos kūrimas

Space	IFC Reference	Name
<input type="checkbox"/>	214-1205.25	<not selected>
<input type="checkbox"/>	2316_1001.198_2003.20_30	<not selected>
<input type="checkbox"/>	234-_1011.1	<not selected>
<input type="checkbox"/>	234-_1011.2	<not selected>
<input type="checkbox"/>	234-_2011.1	<not selected>
<input type="checkbox"/>	242-_1003.100_2999_3001.	<not selected>
<input type="checkbox"/>	244-_2001	<not selected>
<input type="checkbox"/>	2521_4005.320_5101.10	<not selected>
<input type="checkbox"/>	256-6012.200	<not selected>
<input type="checkbox"/>	2616_7001.198_8003.3_900	<not selected>

23 pav. IFC objektai su nuoroda į klasifikatorių.

Susietus IFC objektus iš IFC failo reikia sujungti su kainų duomenų baze. Paspaudus ant IFC objekto, atsiveria pasirinkties langas, kuriame galima susieti IFC nuorodą su įkainiu (žr. pav. 23). Kainų duomenų bazėje priskiriamas įkainis pagal IFC nuorodas. Priskiriamas elemento įkainis, pvz., laukinės medinės sienos. Įkainį sudaro visi darbai, kurie reikalingi atlikti, kad būtų pastatyta medinė laukinė siena. Elementus galima parametrizuoti pagal medžiagiškumą ir dimensijas. Taip pat galima susikurti savo kainų duomenų bazę ir susieti su IFC objektais. Priskyrus įkainius IFC susietų objektų sąrašė nurodoma, kad objektas yra susietas su „Holte“ kainų duomenų baze (žr. pav. 24 ir 25). Programa taip pat suteikia gali- mybę peržiūrėti IFC modelį ir patikrinti, ar teisingai susieti elementai su kainų duomenų baze.

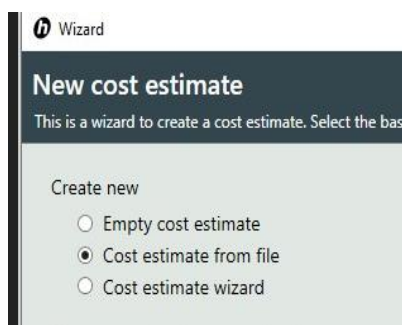


24 pav. IFC nuorodos susiejimas su kainų duomenų baze

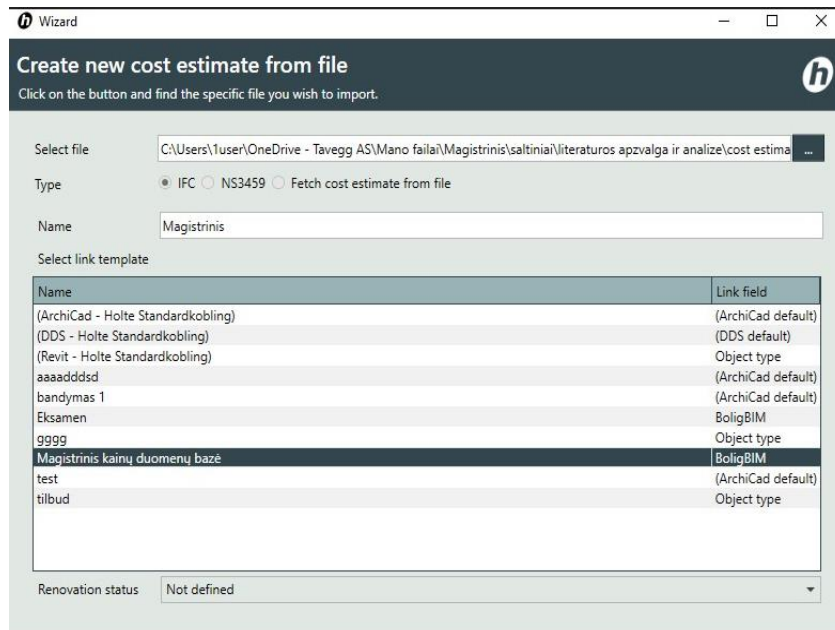


25 pav. IFC nuorodų sąrašas susietas su Holte kainų duomenų baze.

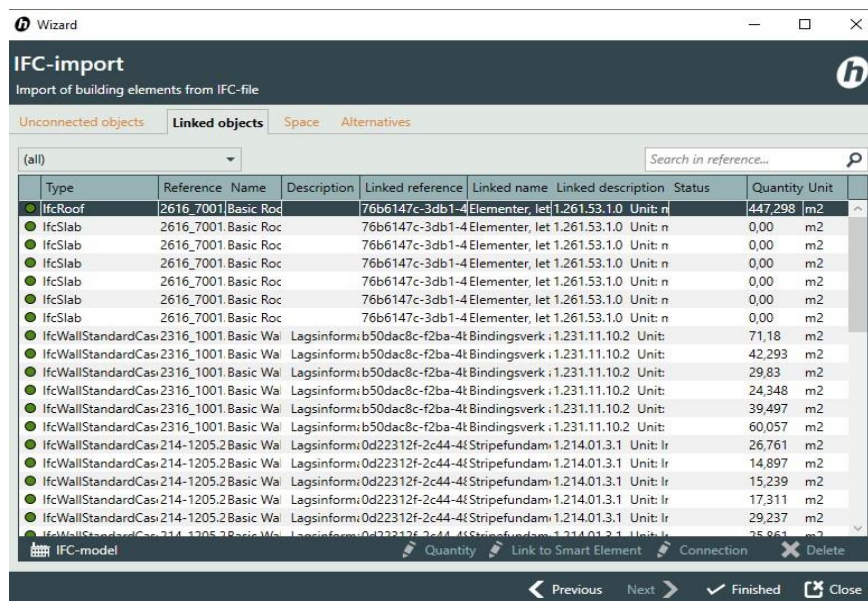
Sukūrus IFC objektų biblioteką ir susiejus IFC objektų nuorodas su „Holte“ kainų duomenų baze, galima atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą. Buvo sukurta nauja sąmata. Programoje, kuriant sąmatą siūloma keli pasirinkimai: „tuščia sąmata“ ir „sąmata iš failo“. Norint atlikti skaičiavimus naudojantis BIM modeliu reikia rinktis „kurti sąmatą iš failo“ (žr. pav. 26) ir įkelti IFC failą. Įkėlus IFC failą, pasirenkama sukurta IFC objektų biblioteką. (žr. pav. 27) Programa automatiškai susieja IFC failo objektus su pasirinkta IFC objektų biblioteką ir pateikia kelis sąrašus. Pirmame sąrašė pateikiami IFC objektai nesusieti su IFC objektų biblioteką, kurių programą neatpažino ir jų nėra bibliotekoje, bet jos galima susieti ranka su kainų duomenų bazėmis. Kitame sąrašė pateikti susieti IFC objektai su IFC objektų biblioteką. Taip pat iš karto yra atliekamas automatinis kiekių išgavimas susietiems IFC objektams. Programą išgauną kiekį pagal reikiamą matavimo vienetą, jeigu įkainis apskaičiuojamas pagal kvadratinius metrus per vienetą, tokius kiekius programa ir pateiks (žr. pav. 28).



26 pav. Sąmatos kūrimas

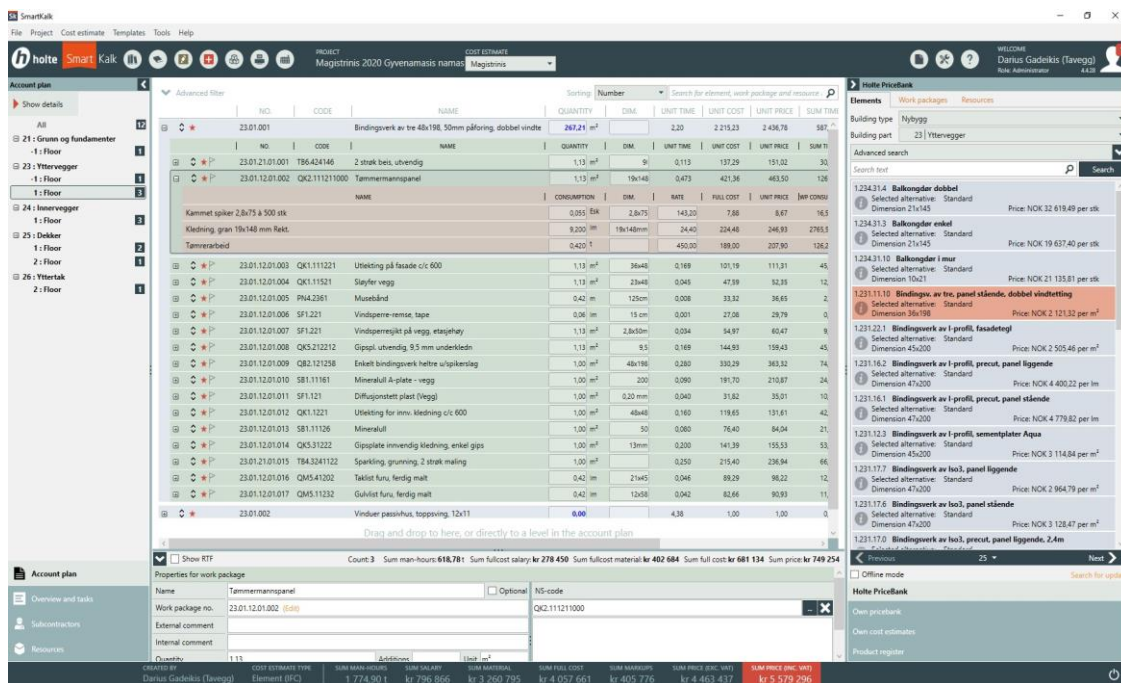


27 pav. Sukurtos kainų duomenų bazės pasirinkimas



28 pav. IFC importavimas

Paspaudus baigti mygtuką, kainą apskaičiuojamą automatiškai būdu. „Smartkalk“ programa automatiškai suskirsto darbus pagal NS 3451 standarto darbo struktūrą ir paskirsto elementus per struktūrizuotus klasifikatorius. Programai atpažinus tą patį klasifikatorių, kuris yra sukurtas IFC objektų bibliotekoje, ji priskiria kainas, visus atskirus elementų kiekius susumuoja ir tada apskaičiuoja kainą automatiškai. (žr. pav. 29) Pilnas sąmatos variantas pridedamas prieduose (žr. priedą 5).



29 pav. Gyvenamojo namo sąmatiniai skaičiavimai apskaičiuoti automatizuotu būdu.

Ekspperimentinio praktinio tyrimo išvados

1. Statybos informacijos klasifikatorių galima pritaikyti Revito programoje prie modelio objektų, tačiau nėra papildomų programinių papildinių, kurie leistų pridėti klasifikatorių iš sąrašo ir sugeneruotų visus nustatymus automatiškai. Klasifikatoriui visus reikalingus duomenis reikia priskirti rankiniu būdu. NS 8360 standarte nėra aiškaus aprašymo ar vartojimo gido, kaip pritaikyti klasifikatorių ir kokius nustatymus nustatyti BIM autorinėse programose, todėl norint pritaikyti klasifikatorių, nemažai laiko užima ieškoti techninių nustatymų, kaip tinkamai pritaikyti reikiamus klasifikatoriaus kodus.
2. Klasifikuojant statinio informacinio modelio elementus, buvo nustatyta, kad naudojant NS 8360 standartą, galima suklasifikuoti statybos pastato objektus pagal elementų pavadinimus ir medžiagiškumą, nurodant elemento pagrindinę konstrukciją, bei vidines ir išorines apdailos medžiagas su matmenimis. Tačiau pastebėta, kad standarte nėra pakankamai objektų, kuriuos galima pritaikyti norint pilnai apskaičiuoti statybos kainą. Taip pat šiuo standartu klasifikuojant modelio objektus, nurodomas tik elemento pavadinimas ir medžiagiškumas, tačiau daugiau informacijos apie elementą negalima priskirti. Taigi, galima daryti išvadą, kad standartas nėra pilnai išvystytas ir įgyvendinant 5D BIM metodologijas, pasak mokslininkų, trūksta reikalingų standartų ir protokolų.
3. Eksportavus IFC duomenų failą ir patikrinus su Solibri programa, buvo nustatyta, kad visi reikalingi duomenis kainos apskaičiavimui ir klasifikatoriaus nustatymai persikėlė su IFC

duomenų failu, tačiau buvo pastebėta, kad Revito programoje gipsinės lubos buvo suprojektuotos ir reikiamas kiekis buvo pateikti du kartus. Svarbu eliminuoti tokias klaidas anksčiau ir būtina patikrinti kiekius, nes tai daro įtaką kainos tikslumui.

4. Buvo nustatyta, kad „Smartkalk“ 5D BIM programoje yra galimybė importuoti IFC failą ir panaudoti modelio duomenis kainos apskaičiavimui.
5. Automatizuotą kainos apskaičiavimą, panaudojant BIM modelio duomenis, galima atlikti dalinai, kadangi programoje yra pateikiamos BIM objektų bibliotekos su objektais jau susietais su kainų duomenų bazėmis. Kai kurie objektai suklasifikuoti pagal NS 8360 standartą. Iš anksto projektuojant ir modelio objektams nustatant reikiamas IFC nuorodas (angl. *IFC reference*), kurias siūlo „Smartkalk“ programinė įrangą galima būtų atlikti automatizuotą kainos apskaičiavimą vieno mygtuko paspaudimu. BIM objektų bibliotekoje siūlomų objektų kiekis yra nepakankamas norint nustatyti pilną projekto kainą, todėl reikia kurti savo BIM objektų biblioteką. Pagal gautus rezultatus galime sutikti su moksliniuose straipsniuose rastais teiginiais, kad norint tinkamai įgyvendinti 5D BIM, trūksta suderinamumo tarp programinių įrangų.
6. Eksperimentinio praktinio tyrimo metu buvo nustatyta, kad programoje galima sukurti BIM objektų bibliotekas ir jas susieti su IFC failų objektais. Tačiau buvo pastebėta, kad nėra praktinio vartojimo gido, suteikiančio informaciją, kaip tai tiksliai atlikti. Todėl kyla daug neaiškumų ir reikia ieškoti informacijos internete. Daugiausiai žinių pateikta norvegų kalba, nors programa yra naudojama ir kitose Europos šalyse.
7. Pagal gautus tyrimo rezultatus, buvo nustatyta, kad programinėje įrangoje galima BIM objektus susieti su kainų duomenų bazėmis, objektai gali būti susiejami kuriant BIM objektų bibliotekas. Įkėlus IFC failą, objektai automatiškai susiejami pagal IFC nuorodas. Taip pat neatpažintus objektus galima susieti su kainų duomenų bazėmis ir rankiniu būdu.
8. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad kiekių apskaičiavimas įkėlus IFC duomenų failą į sąmatų skaičiavimo programą atliekamas automatiškai su ta pačia programą ir nereikia naudoti papildomų programinių įrangų. Svarbu patikrinti kiekius, kadangi, dažnu atveju, dėl programinių įrangų nesuderinamumo ir skirtingų standartų ar matavimo taisyklių naudojimo galima prarasti duomenis. Taip pat pastebėta, kad programa automatiškai parenka reikiamą matavimo vieneta, pagal susietą IFC objektą. Taigi, galima sutikti su moksliniuose šaltiniuose tyrėjų nuomone, kad BIM grįstas kiekių apskaičiavimas yra patogesnis ir greitesnis nei kiekių apskaičiavimas rankiniu būdu.

3.4 Skaitmeninio informacinio modelio kainos apskaičiavimas Lietuvoje pagal Norvegijos metodologijos principus

Tyrimo problema ir uždaviniai

Lietuvoje vis dar ieškoma būdų, kaip pagerinti efektyvumą, panaudojant statinio informacinio modelio duomenis statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti. Nėra nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus, bendrų standartų, kurie įgalintų naudoti BIM technologijas statybiniuose projektuose. Taip pat Lietuva neturi programinių įrangų, kurios leistų importuoti IFC duomenų failus, taip panaudojant BIM modelio duomenis statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti. Todėl, vertinga patyrinėti užsienio šalių praktiką, siekiant atrasti statinio informacinio modelio duomenų panaudojimo galimybes statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti. Šiame tyrime pasirinkti nagrinėta Norvegijos 5D BIM metodai, kadangi Norvegija yra viena pirmųjų Europoje šalių, kurioje statybų projektuose buvo įpareigota naudoti BIM metodus, o nuo 2010 m visi Norvegijos „Statsbygg“ projektuose naudojami BIM modeliai, pagrįsti IFC ir IFD [51]. Taigi, kyla klausimas, ar Lietuvoje galima panaudoti statinio informacijos modelio duomenis statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti, pritaikant Norvegijoje taikomus metodus?

Tyrimo uždaviniai:

- 1) nustatyti, ar įmanoma pritaikyti darbo suskirstymo struktūros klasifikatorių „Revit“ programoje;
- 2) nustatyti Sistelos statybos normatyvų resursų funkcionalumą BIM atžvilgiu ir, ar įmanoma pritaikyti Sistelos statybos normatyvų resursų įkainius „Revit“ programoje;
- 3) eksportavus IFC duomenų failą, patikrinti, ar visi reikalingi duomenys persikėlė kartu su failu;
- 4) nustatyti, ar įmanoma importuoti IFC failą į „SES“ sąmatų skaičiavimo programą;
- 5) nustatyti, ar įmanoma pritaikyti BIM modelio duomenis sąmatų skaičiavimo programoje nustatant statybos skaičiuojamąją kainą;
- 6) nustatyti, ar įmanoma statinio informacinio modelio objektus priskirti prie programos kainų duomenų bazės;
- 7) nustatyti, ar BIM grįsta kiekių apskaičiavimą galima atlikti su „SES“ programa.

Tyrimo metodikos aprašymas:

Naudotos programos:

1. Autodesk „Revit architecture 2019“ - revit
2. „SES“ sąmatų skaičiavimo programa
3. BIM peržiūros programa „Solibri BIM checker“ toliau – solibri.

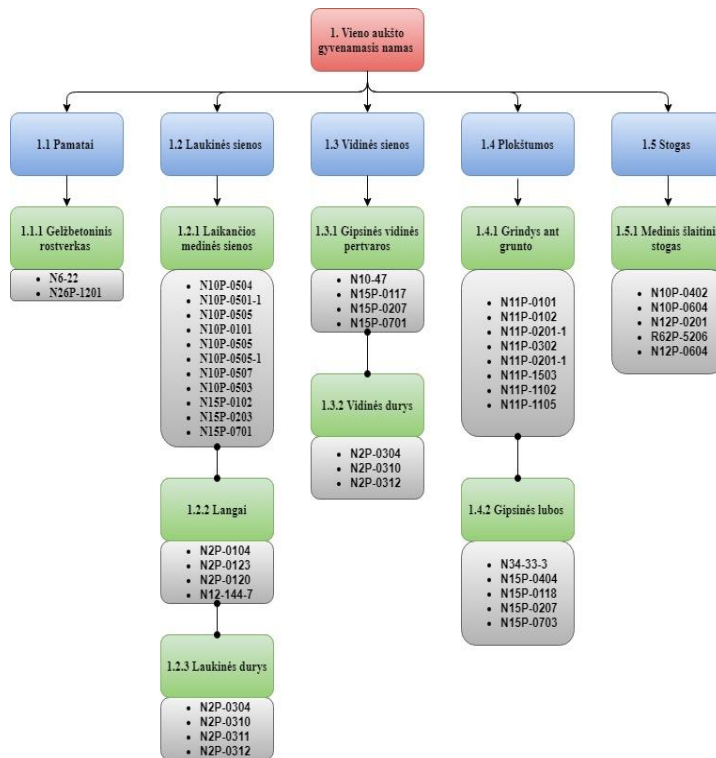
Praktinio tyrimo metu buvo bandoma nustatyti statybos skaičiuojamąją kainą pagal Lietuvišką skaičiavimo metodologiją pritaikant 5D BIM Norvegijoje taikomus metodus. Kainos nustatymui buvo naudojama „Sistelos“ įkainiai. Tyrimui atlikti buvo naudojamas tas pats modelis, kaip ir pirmoje tyrimo dalyje.

Kadangi Lietuvoje neturime statybos informacijos klasifikatoriaus, o Sistelos normatyvai suskirstyti pagal vykdomų statybos darbų pobūdį ir įkainiai reikalingi pilnam pastato elementui apskaičiuoti yra netvarkingai pateikti per skirtingus skyrius (gipso montavimo darbai: karkaso darbams atlikti įkainis yra prie medinių konstrukcijų, o gipso plokščių sukimas prie apdailos darbų). Toks suskirstymas galimai sukeltų problemų atliekant kiekio išgavimą iš IFC failo, todėl buvo nuspręsta, pastatą suskirstyti pagal darbo suskirstymo struktūros ir Norvegiško NS 3451 standarto principus. Buvo sukurta darbo suskirstymo struktūra pastato elementams ir jiems priskirti Sistelos įkainiai.

Tyrimo rezultatai

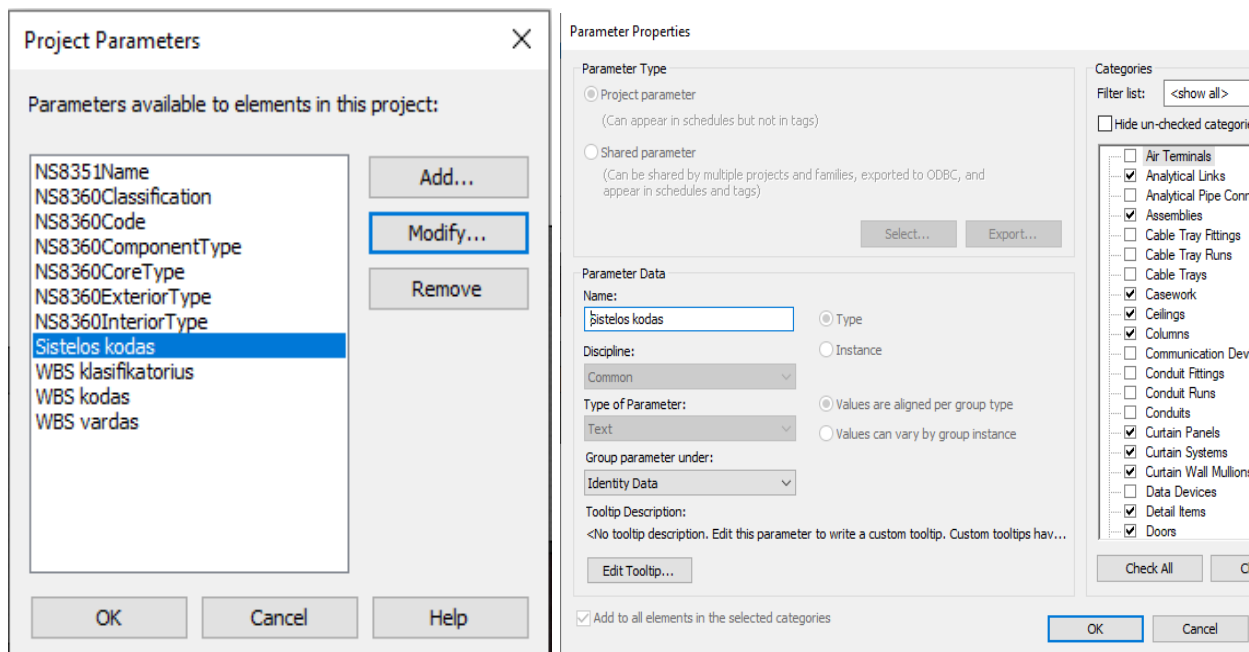
Parametrų nustatymas ir elementų klasifikavimas

Lietuvoje nėra nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus, kuris suskirstytų pastato elementus ir sistemas, suklasifikuotų elementus pagal jo savybes ir paskirtį. Norint išgauti kiekius Solibri programoje, buvo sukurta darbo suskirstymo struktūra ir priskirti klasifikatoriaus kodai, kad būtų galima suskirstyti elementus ir priskirti jiems Sistelos įkainius. Jie yra reikalingi apskaičiuoti pastato elementą. Apačioje pateikiama suskirstytų elementų schema, pagal darbo suskirstymo struktūrą (žr. pav. 30). Kiekvienas elementas buvo suskirstytas į sistemas (1.1 pamatai), elementus (1.1.1. gelžbetoninis rostverkas) ir prie elemento priskirti sistelos įkainiai. Sistelos įkainiai buvo naudojami iš N įkainių bazės ir NP (Parametriuoti įkainiai).



30 pav. Darbo suskirstymo struktūros ir Sistelos įkainių schema

Sukurtas klasifikatorius ir Sistelos įkainiai Revito programoje priskirti elementams taip pat kaip ir antroje tyrimo dalyje. Buvo sukurti parametrai per „Project parameters“ Revito programoje, kad būtų galima atlikti kiekių išgavimą pagal klasifikatorių. Sudaryti keturi atskiri parametrai reikalingi elemento klasifikavimui. Apačioje pateikti parametrai ir lentelė su sukurtais parametrais ir paaiškinimais (žr. pav. 31 ir 8 lentelė).



31 pav. Projekto parametų kūrimas

8 lentelė. Projekto parametų paaiškinimas

Projekto parametras	Paaiškinimas
WBSvardas	Nurodomas WBS klasifikatoriaus sistemos kodas ir pavadinimas
WBSklasifikatorius	Nurodomas WBS klasifikatoriaus elemento kodas ir pavadinimas
WBSkodas	Nurodomas WBS klasifikatoriaus pilnas kodas
Sistelos kodas	Nurodomas sistelos kodas

Revito programoje sukūrus parametrus, pagal WBS klasifikatorių, buvo priskirti klasifikatoriaus kodai ir Sistelos kodai prie kiekvieno pastato elemento. Pastato struktūra buvo suskirstyta pagal WBS klasifikatorių į sistemas ir elementus. Apačioje pateiktas pavyzdys su klasifikuotu pasato elementu ir prieduose pateikta lentelė su klasifikuotais elementais ir kodo paaiškinimais (žr. pav. 32 ir priedą 6).

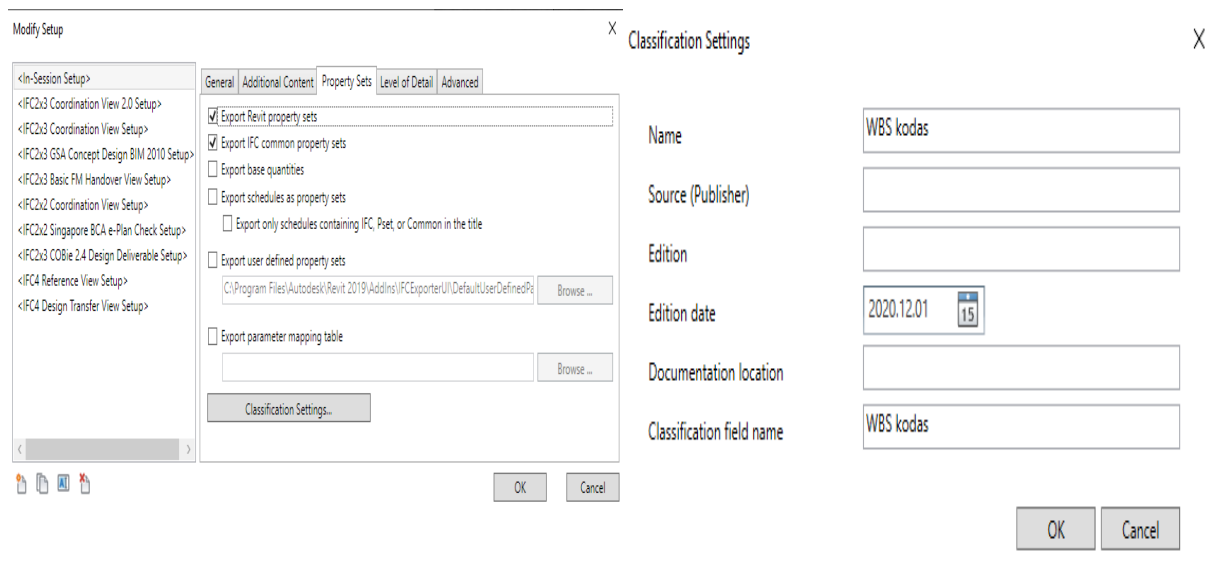


WBS vardas	1.2 Laukinės sienos
WBS klasifikatorius	1.2.1 Laikantčios medinės sienos
WBS kodas	1.2.1
Sistelos kodas	N10P-0504; N10P-0501-1; N10P-0505; N10P-0101

32 pav. Elementų klasifikavimas Revito programoje

IFC duomenų failas

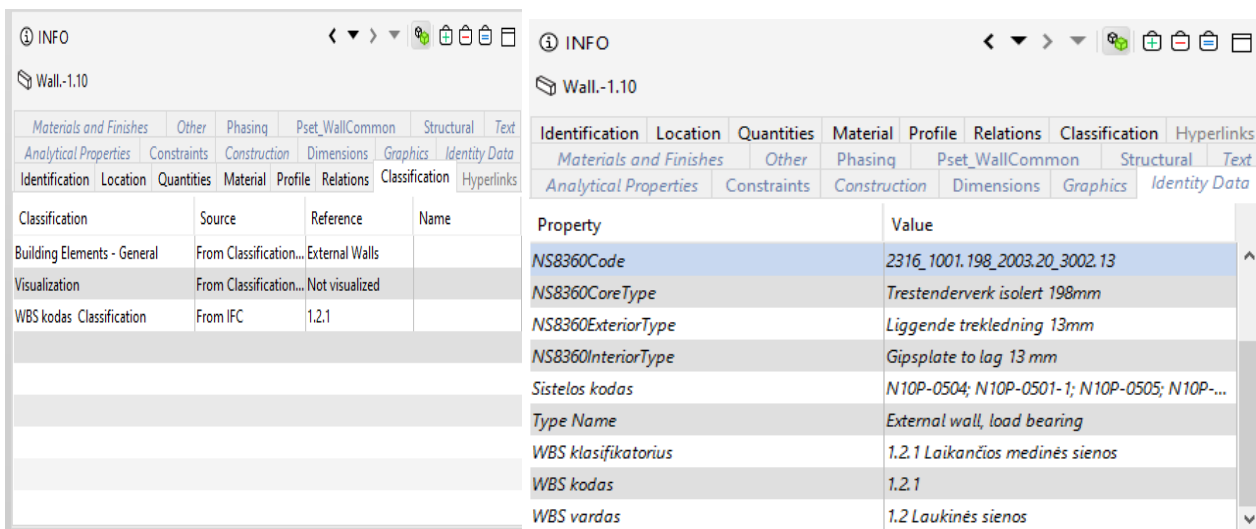
Revito programoje elementams priskyrus klasifikatoriaus kodus, toliau modelis su visais atributais ir modelio informacija buvo eksportuojamas į IFC failą, kad būtų galima modeliu naudotis su kitomis programomis. Eksportuojant IFC failą, buvo nustatyti nustatymai, kad visi reikalingi duomenys skaičiavimams iš modelio, būtų perkeltami kartu su IFC failu. Taip pat, buvo nustatyta, kad IFC failas, rodytų klasifikavimo kodą. Apačioje pateikti pavyzdžiai, kaip buvo atliekamas IFC failo duomenų eksportavimas (žr. pav. 33). Skirtingai nei pirmoje tyrimo dalyje, šįkart IFC failas bus naudojamas, kiekių išgavimui su Solibri programa.



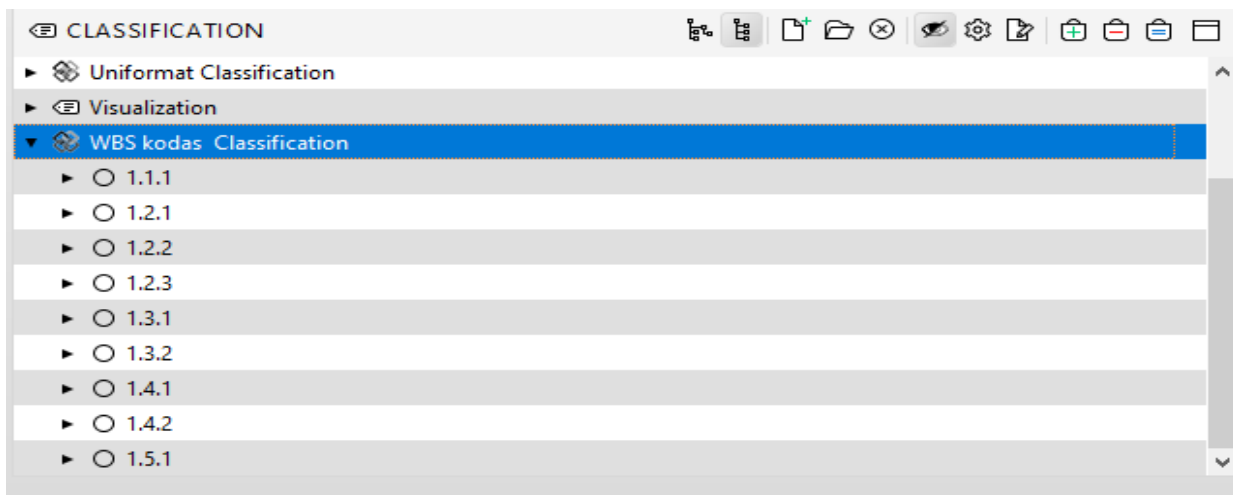
33 pav. IFC failo eksportavimas

Duomenų patikrinimas Solibri programoje

Eksportavus iš Revito programos skaitmeninį informacinį modelį į IFC failą, buvo patikrinta su nemo-kama IFC peržiūros programa Solibri, ar visi reikalingi duomenys ir klasifikatorius persikėlė su IFC failu (žr. pav. 34 ir 35).



34 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas



35 pav. IFC failas klasifikatoriaus atributas

Taigi, matome, kad sukurtas WBS klasifikatorius, kaip ir pirmoje tyrimo dalyje nurodomas trijuose vietose. Visa elementų informacija persikėlė kartu su IFC failu ir visi duomenys yra teisingi.

Kiekiu išgavimas Solibri programa

Lietuvoje nėra sąmatų skaičiavimo programų, kurios leistų importuoti IFC failus, atlikti automatizuotą kiekių išgavimą ir susieti su Sistelos kodais modelio elementus, todėl kiekių išgavimą reikia atlikti atskirais įrankiais, kad galima būtų, vėliau nustatyti statybos skaičiuojamąją kainą.

Viešuosiuose pirkimuose Lietuvoje BIM metodologijų taikymas nėra reglamentuotas. Dažniausiai konkursuose dalyvaujantis dalyviai gauna 2D brėžinius su kiekių žiniaraščiais. Kiekių išgavimas įprastai yra atliekamas rankiniu būdu. Optimalesnis variantas būtų, jeigu būtų pateikiamas BIM modelis ir kiekių išgavimas būtų atliekamas BIM metodais. Tyrime siekiama atrasti galimybes BIM duomenų panaudojimo kainos apskaičiavimui, todėl yra pasirinkta kiekių išgavimą atlikti naudojantis BIM modeliu.

Solibri yra statinio informacinio modelio peržiūros programa. Ji turi ir kitų funkcijų, tokių kaip, kiekio išgavimas, susikirtimų kontrolė, tačiau šios paslaugos yra mokamos. Tyrimo tikslais buvo atsisiųsta bandomoji versija, kurioje leidžiama atlikti kiekio išgavimą. Panaudojus eksportuotą IFC failą iš Revito programos buvo atliktas kiekių išgavimas išfiltruojant kiekius pagal sukurtą WBS klasifikatorių. Klasifikatoriaus kiekių sumos buvo išfiltruotos pagal neto kvadratinius metrus, ilgį, kubinius metrus, perimetrą, aukštį, kiekį ir spalvas (žr . pav. 36). Kiekių suvestinė buvo eksportuotą į Excelio failą (žr . pav. 37).

WBS kodas	Classification	Type	Net Area	Length	Volume	Width	Perimeter	Height	Count	Color
1.1.1		Foundation - 300...	137.86 m ²	91.90 m	41.36 m ³			10.50 m	7	
1.2.1		External wall, load...	267.21 m ²	74.80 m	107.68 m ³			27.60 m	6	
1.2.2		Windows YD1	54.33 m ²		1.42 m ³	21.00 m		18.11 m	7	
1.2.2		Windows YD2	19.51 m ²		0.55 m ³	12.80 m		9.14 m	6	
1.2.3		Metal outside doo...	3.03 m ²		0.14 m ³	1.25 m		2.42 m	1	
1.3.1		Interior gypsum w...	159.77 m ²	36.35 m	19.49 m ³			18.40 m	4	
1.3.2		0915 x 2032mm	7.44 m ²		0.46 m ³	3.66 m		8.13 m	4	
1.4.1		Generic Floor - 40...	276.70 m ²		110.68 m ³		73.45 m		1	
1.4.2		Gypsum ceilings	274.28 m ²		17.28 m ³				1	

36 pav. Kiekių išgavimas Solibri programoje.

3	WBS kodas	Classification	Type	Net Area	Length	Volume	Width	Perimeter	Height	Count	Color
4	1.1.1		Foundation - 300mm Concrete	137,86	91,9	41,36			10,5	7	
5	1.2.1		External wall, load bearing	267,21	74,8	107,68			27,6	6	
6	1.2.2		Windows YD1	54,33		1,42	21		18,11	7	
7	1.2.2		Windows YD2	19,51		0,55	12,8		9,14	6	
8	1.2.3		Metal outside door YD	3,03		0,14	1,25		2,42	1	
9	1.3.1		Interior gypsum wall	159,77	36,35	19,49			18,4	4	
10	1.3.2		0915 x 2032mm	7,44		0,46	3,66		8,13	4	
11	1.4.1		Generic Floor - 400mm - Filled	276,7		110,68		73,45		1	
12	1.4.2		Gypsum ceilings	274,28		17,28				1	
13	1.5.1		Wood Rafter 184mm - Asphalt Shingles	447,3		93,49		77,7		1	

37 pav. Kiekių suvestinė eksportuota į excelio failą.

Norint apskaičiuoti pilną kainą, bendrų kiekių neužtenka ir reikia ranka apskaičiuoti trūkstamus kiekius. Sistelos įkainiai yra atskiri darbo įrankiai ir nesiskaičiuoja kaip vienas elementas. Elementą sudarantys įkainiai turi skirtingus matavimo vienetus, vienas įkainis apskaičiuojamas kvadratiniais metrais, o kitas metrais arba kubiniais metrais. Pavyzdžiui, elemento 1.2.1 laikančios medinės sienos sistelos įkainis „N10P-0501-1 Sienų karkasų medinių tašelių 50x50 tvirtinimas prie medinių sienų konstrukcijų“, apskaičiuojamas metrais ir norint apskaičiuoti kiekius šiam įkainiui, reikia žinoti elemento ilgį ir aukštį. Todėl, gavus kiekius, buvo atlikti tolimesni skaičiavimai Excelio programoje ir sudarytas kiekių žiniaraštis pagal klasifikatorių ir sistelos kodus.

Kainos apskaičiavimas SES3 sąmatų programa

Suskaičiavus pilnai reikalingus kiekius ir sudarius darbų kiekių žiniaraštį, buvo apskaičiuojama kainą su SES3 sąmatų skaičiavimo programa. Programoje buvo sukurtas pavyzdinis projektas tyrimui atlikti. Sukūrus projektą, programą sugeneruoja tuščią sąmatą, kurią sudaro pavadinimas, sistelos kodas, mato vienetai, norma, kaina, kiekis, suma, darbas, medžiagos ir mechanizmai. Norint apskaičiuoti kainą, reikia surasti tinkamus sistelos įkainius pagal kodą arba pavadinimą per paiešką. Kai tinkamas įkainis yra surandamas, jis įkeliamas į pasirinktą sąmatos projektą. Kaina sudaroma iš darbų, medžiagų ir mechanizmų kainos, gavus visų darbų kainą pridėjami priskaičiavimai (tiesioginės ir netiesioginės išlaidos) (žr. priedą 7 ir 8).

Paieškoje buvo surasti visi reikalingi įkainiai iš darbų kiekių žiniaraščio ir suvedus kiekius buvo apskaičiuota projekto kaina. Projekto sąmata pateikta prieduose (žr. priedą 9). Šio tyrimo metu Sistelos kodai

buvo priskirti jau projektavimo etape. Sudarinėjant sąmatą ir paieškoje ieškant įkainių buvo pastebėta, kad įkainių pavadinimai dažnu atveju yra per ilgi, nėra aiškiai apibrėžti ir klaidinantys. Norint automatizuoti skaičiavimo procesus, tokie įkainiai netiktų, nes programos ar mašinos klaidina netinkamai pateikti pavadinimai.

Ketvirto skyriaus tyrimo išvados

1. Lietuvoje nėra nacionalinio statybos informacinio klasifikatoriaus, todėl tyrimo metu buvo nustatyta, kad norint atlikti 5D BIM skaičiavimus pagal Norvegijoje taikomus metodus, turi būti naudojama klasifikuota darbo suskirstymo struktūra. Tyrimo tikslams buvo sukurtas klasifikatorius pagal darbo suskirstymo metodiką ir pritaikytas Revito programos parametruose. Taigi, pastebima, kad pastato elementus galima suklasifikuoti pagal savo sukurtą sistemą, bet tai atneštų naudos tikrai įmonėms atliekant vidinius skaičiavimus, bet ne visam statybų sektoriui.
2. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad Sistelos statybos normatyvų resursų įkainius galima pritaikyti Revito programoje, tačiau buvo pastebėta, kad įkainių pritaikomumas yra sudėtingas, kadangi nėra galimybės darbus identifikuoti po vienu kodu. Taip pat kiekvienam elemento atskiram darbui reikalingas unikalus kodas. Pastebėta, kad yra sudėtinga pritaikyti statybos normatyvų resursų įkainių darbų sričių suskirstymą 5D BIM apskaičiavimui, reikalingi įkainiai yra išmėtyti per skirtingas darbų sritis. Be to, buvo pastebėta, kad statybos resursų normatyvų įkainių pavadinimai yra ilgi ir sunkiai suprantami, dėl to tokie pavadinimai sunkiai būtų apdorojami programinių įrangų.
3. Eksportavus IFC duomenų failą ir patikrinus su Solibri programą, buvo nustatyta, kad visi reikalingi duomenis kainos apskaičiavimui ir klasifikatoriaus nustatymai persikėlė su IFC duomenų failu. Patikrinus kiekius nepastebėta jokių duomenų praradimų.
4. Eksperimentinio tyrimo metu buvo nustatyta, kad naudojant „SES“ sąmatų skaičiavimo programą, negalima importuoti IFC duomenų failo. Taigi, galima daryti išvadą, kad Lietuvoje negalima pritaikyti Norvegijoje naudojamo metodo, kai kainą yra apskaičiuojama panaudojant duomenis iš IFC duomenų failo.
5. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad BIM modelio duomenis galima pritaikyti iš dalies, nes sąmatų skaičiavimo programos nesuteikia techninių galimybių importuoti IFC duomenų failą. Tačiau BIM duomenis galima panaudoti iš skirtingų programinių įrangų, todėl lyginant Lietuvos taikomus metodus su Norvegijoje naudojamais, pastebimi programinių įrangų skirtumai. Lietuvoje naudojamos atskiros programinės įrangos panaudojant BIM duomenis kainos apskaičiavimui. Todėl reikalinga skirti daugiau laiko šiems darbams. Taip pat galima sutikti su literatūros šaltiniuose mokslininkų tyrimų rezultatais, kad Lietuvoje tarp programinių įrangų, reikalingų kainos apskaičiavimui, nėra suderinamumo.
6. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad modelio objektų negalima priskirti prie kainų duomenų bazių, todėl, kad Sistelos normatyvų resursų įkainiai skaičiuoja atskirus darbus, o modeliuose pateikiami pilni elementai su visais reikiama sluoksniais. Nustatyta, kad modelio objektus

galima susieti rankiniu būdu, tai yra: išsitraukti kiekius, sąmatų programoje surasti reikalingus įkainius ir rankiniu būdu priskirti kiekius prie įkainių. Toks veiksmas yra nepatikimas, kadangi yra atliekamas rankiniu būdu. Dėl to atsiranda klaidų tikimybė.

7. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad negalima atlikti kiekių apskaičiavimo su „SES“ sąmatų skaičiavimo programa. Pastebėta, kad kiekius galima apskaičiuoti su papildomais įrankiais (šiam tyrime naudota Solibri programa). Atliekant kiekių apskaičiavimą iš IFC modelio, kiekiai buvo išfiltruoti pagal klasifikatorių ir skirtingus matavimo vienetus, tačiau gauti duomenys parodė, kad išgautų kiekių su Solibri programa nepakanka kainos nustatymui, todėl buvo atliekami papildomi skaičiavimai rankiniu būdu.

4. Tyrimo rezultatų palyginimas

Norint išsiaiškinti ar galima Lietuvoje pritaikyti Norvegijoje naudojamus 5D BIM metodus statybos kainos nustatymui buvo sudaryta keturių kriterijų grupės su kiekvienai grupei priskirtais penkiais kriterijais, pagal kuriuos palyginti tyrimo rezultatai. Lyginant gautus tyrimo rezultatus yra siekiama nustatyti, ar Lietuvoje galima pritaikyti 5D BIM metodus. Apačioje pateikiama 9 lentelė su kriterijų paaiškinimais.

9 lentelė. Kriterijai ir jų paaiškinimai

Kriterijų grupė	Kriterijai ir jų paaiškinimai				
Statybos informacijos klasifikatorius	Statybos informacijos klasifikatorius - nurodoma ar šalyje yra statybos informacijos klasifikatorius.	Statybos informacijos klasifikatoriaus tinkamumo BIM lygmuo - nurodoma, klasifikatoriaus pritaikomumas su BIM.	Statybos informacijos klasifikatoriaus kodo ir normatyvų identifikacijos aiškumas - nurodomas klasifikatoriaus kodų ir identifikacijos aiškumas.	Statybos informacijos klasifikatoriaus funkcionalumas - nurodoma klasifikatoriaus funkcionalumas	Vieninga statybos informacijos klasifikatoriaus sistema - nurodoma ar klasifikatorius turi vieninga klasifikavimo sistemą.
Duomenų mainai	Duomenų eksportavimas skirtingais failais - nurodoma duomenų eksportavimo galimybės.	Duomenų importavimas iš skirtingų programų - nurodoma duomenų importavimo galimybės.	Modelio susiejimas su vidine kainų duomenų bazę - nurodoma galimybės modelio susiejimo su vidinėmis (imonių) kainų duomenų bazėmis.	Modelio susiejimas su išorine kainų duomenų bazę - nurodoma galimybė susiejimo su išorinėmis, nacionalinėmis kainų duomenų bazėmis.	Kainų duomenų priskyrimas prie modelio rankiniu būdu - nurodoma galimybė modelio susiejimo su kainų duomenų bazėmis rankiniu būdu.
Kiekių išgavimas	Pilnai automatizuotas kiekių skaičiavimas - nurodomos galimybės atlikti pilnai automatizuotą kiekių apskaičiavimą.	Pusiau automatizuotas kiekių skaičiavimas - nurodomos galimybės atlikti pusiau automatizuotą kiekių apskaičiavimą.	Rankinis kiekių skaičiavimas - nurodomos galimybės atlikti rankinį kiekių apskaičiavimą.	Matavimo taisyklių standartų taikymas - nurodoma kokios matavimo taisyklių standartai yra naudojami.	Kiekių išgavimo proceso integracija su kitais procesais - nurodoma kokios integracijos yra su kitais procesais.
Programinės įrangos	3D modelio pritaikymas - nurodomos galimybės 3D modelio pritaikymo programinėse įrangose.	BIM objektų bibliotekų kūrimas - nurodoma ar galima sukurti BIM objektų bibliotekas kainos apskaičiavimui.	Pažangi vizualizacijos programa - nurodoma ar programinėse įrangose galima peržiūrėti 3D modelį.	Modelio objektų (elementų) paryškinimas vizualizacijose - nurodoma ar pasirinkti modelio elementai programinė įrangoje yra paryškinami.	Medžiagų naudojimo sekimas realiu laiku ir integracija su BIM modeliu - nurodoma medžiagų naudojimo sekimo ir integracijos su BIM modeliu galimybės.

Metodologijų vertinimo kriterijų grupės statybos informacijos klasifikatorius vertina pagal statybos informacijos klasifikatorių, statybos informacijos klasifikatoriaus tinkamumą BIM lygmenyje, klasifikatoriaus kodą ir normatyvų identifikacijos aiškumą, klasifikatoriaus funkcionalumą ir vieningą klasifikavimo sistemą. Detaliau pateikiama 10 lentelėje.

10 lentelė. Statybos informacijos klasifikatorių kriterijų grupė.

Statybos informacijos klasifikatorius		
Kriterijus	Norvegijos skaičiavimo metodologija	Lietuvos skaičiavimo metodologija
Statybos informacijos klasifikatorius	Norvegijoje yra keturi statybos klasifikatoriai : TFM - valstybiniai projektai (ligoninės, mokyklos), NS 3451 - Statybos elementų lentelė, NS 3420 - Statybos darbų klasifikatorius, NS 8360 BIM objektai ir objektų bibliotekos.	Lietuvoje nėra nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus, bet yra Sistelos statybos resursų normatyvai, kurie identifikuoja statybos darbus.
Statybos informacijos klasifikatoriaus tinkamumo BIM lygmuo	NS 8630 standarto funkcija yra standartizuoti kodavimo ir klasifikavimo tipus objektams, kurie sujungtų savybes ir vertes su BIM modeliu. Standarto tikslas palaikyti didesnę automatizuotą atpažinimą objektų tipų ir objektų informacijos tarp skirtingų IFC palaikančių programinių įrangų.	Yra galimybė susieti statybų resursų normatyvinius įkainius su BIM modeliu, kad galima būtų atlikti kiekių išgavimą, bet be nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus technologiškai sunku įgyvendinti.
Statybos informacijos klasifikatoriaus kodo ir normatyvų identifikacijos aiškumas	Klasifikatoriaus kodas lengvai skaitomas ir suprantamas, pateikti paaiškinimai kodo struktūros. Pavadinimai trumpi ir aiškūs, tinkami BIM modeliams.	Identifikacinis kodas lengvai skaitomas ir suprantamas, tačiau nėra paaiškinimų kodų sudėties. Įkainio pavadinimai ne visada aiškūs, ir dažnu atveju dviprasmiški, todėl yra apsunkinamas 5D BIM sąmatų skaičiavimas.
Statybos informacijos klasifikatoriaus funkcionalumas	Klasifikatorius suskirsto statybos elementą pagal elemento kodą, sudėti ir matmenys. Trūkumai: Nepakankamai objektų bibliotekų, kas neleidžia pilnai suklasifikuoti pastato. Nėra paieškos sistemos, reikia ieškoti rankiniu būdu.	Statybos resursų normatyvai suskirsto pagal statybos darbų sritį ir statybos darbus. Nėra suskirstymo pagal sistemas ir elementus. Įkainio reikalingo pastato elementui, reikia ieškoti per skirtingas sritis.
Vieninga statybos informacijos klasifikatoriaus sistema	Nėra vieningos klasifikavimo sistemos, ji yra kuriama šiuo metu ir vadinsis NS 3457 ir bus sudaryta iš 7 dalių ISO 12006-2 pagrindu.	Nėra vieningos klasifikavimo sistemos, bet nacionalinis statybos informacijos klasifikatorius "NSIK" yra kuriamas.

Metodologijų vertinimo kriterijų grupės duomenų mainai vertinami pagal: duomenų eksportavimą skirtingais failais, duomenų importavimu iš skirtingų programų, modelio susiejimu su vidine kainų duomenų baze, modelio susiejimas su išorine kainų duomenų baze, kainų duomenų priskyrimu prie modelio rankiniu būdu. Detalesnė informacija pateikiama 11 lentelėje.

11 lentelė. Duomenų mainų vertinimo kriterijų grupė.

Duomenų mainai		
Kriterijus	Norvegijos skaičiavimo metodologija	Lietuvos skaičiavimo metodologija

Duomenų eksportavimas skirtingais failais	BIM autorinės programos : gimtieji failai, ifc. Kiekių išgavimo programos : smc, nwc, nwd, 5D BIM skaičiavimo programos : gimtaisiais failais, xml, excel, word, pdf.	BIM autorinės programos : gimtieji failai, ifc. Kiekių išgavimo programos : smc, ifc, nwc, nwd Sąmatų skaičiavimo programos : smt (ses3), dbf(sistela), smt (prosama), xls asteras, xml (excel),mpp (ms project), pdf , txt
Duomenų importavimas iš skirtingų programų	BIM autorinės programos: ifc. Kiekių išgavimo programos: ifc 5D BIM skaičiavimo programos : ifc, xml.	BIM autorinės programos : ifc. Kiekių išgavimo programos : ifc Sąmatų skaičiavimo programos : dbf(sistela), smt (prosama), xls (astera) usf, ifcxml
Modelio susiejimas su vidine kainų duomenų baze	Smartkalk programoje galima susieti BIM modelio objektus su vidinę kainų duomenų baze.	Lietuviškuose sąmatų skaičiavimo programose nėra galimybės susieti BIM modelį su vidinėmis kainų duomenų bazėmis.
Modelio susiejimas su išorine kainų duomenų baze	Smartkalk programoje galima susieti BIM modelio objektus su išorine kainų duomenų baze.	Lietuviškuose sąmatų skaičiavimo programose nėra galimybės susieti BIM modelį su išorinėmis kainų duomenų bazėmis.
Kainų duomenų priskyrimas prie modelio rankiniu būdu	Nesusietus modelio objektus, rankiniu būdu galima priskirti prie kainų duomenų bazių.	Nėra galimybės susieti modelio objektų su kainų duomenų bazėmis rankiniu būdu, kadangi sąmatų programose nėra galimybės importuoti BIM modelį.

Metodologijų vertinimo kriterijų grupės kiekių išgavimas (apskaičiavimas) vertinami pagal šiuos kriterijus: pilnai automatizuotą kiekių skaičiavimą, pusiau automatizuotą kiekių skaičiavimą, rankinį kiekių skaičiavimą, matavimo taisyklių standarto taikymą, kiekių išgavimo proceso integraciją su kitais procesais. Detaliau pateikta 12 lentelėje.

12 lentelė. Kiekių išgavimas (apskaičiavimas) vertinimo kriterijų grupė

Kiekių išgavimas (apskaičiavimas)		
Kriterijus	Norvegijos skaičiavimo metodologija	Lietuvos skaičiavimo metodologija
Pilnai automatizuotas kiekių skaičiavimas	Tinkamai suklasifikavus pastato elementus galima atlikti pilnai automatizuotą kiekių apskaičiavimą.	Pilnai automatizuotas kiekių apskaičiavimas įmanomas naudojantis atskiromis programomis.
Pusiau automatizuotas kiekių skaičiavimas	Tinkamai suklasifikavus pastato elementus galima atlikti pusiau automatizuotą kiekių apskaičiavimą ir trūkstamus kiekius apskaičiuoti rankiniu būdu su kitais įrankiais.	Pusiau automatizuotas kiekių apskaičiavimas įmanomas naudojantis atskiromis kiekių išgavimo programomis ir trūkstamus kiekius apskaičiuoti kitais įrankiais rankiniu būdu. (Solibri, Bim vision)
Rankinis kiekių skaičiavimas	Galima atlikti naudojantis skirtingais įrankiais ir programomis (excel, "Bluebeam"), smartkalk programoje nėra tokios galimybės	Galima atlikti naudojantis skirtingais įrankiais ir programomis (excel, "Bluebeam"), ses3 programoje nėra tokios galimybės
Matavimo taisyklių standartų taikymas	Smartkalk 5D BIM skaičiavimo programoje kiekių išgavimo procese kiekiai apskaičiuojami pagal NS 3940 matavimo taisyklių standartą.	Lietuvoje sąmatų skaičiavimo programos neatlieka kiekių išgavimų procesų, todėl yra naudojami atskiri įrankiai kiekius išgauti.

Kiekių išgavimo proceso integracija su kitais procesais	Kiekių išgavimo proceso rezultatus galima susieti su kainų duomenų bazėmis, daugiau integracijų nėra.	Atlikus kiekių apskaičiavimą su atskirais įrankiais, integracijos su kitais kainos nustatymo procesais įmanomos rankiniu būdu.
--	---	--

Metodologijų programinės įrangos vertinimo kriterijų grupė vertinama pagal šiuos kriterijus: 3D modelio pritaikymą, BIM objektų bibliotekų kūrimą, pažangia vizualizacijos programą, modelio objektų (elementų) paryškinimas, medžiagų naudojimą realiu laiku ir integracija su BIM. Detaliau pateikta 13 lentelėje.

13 lentelė. Programinės įrangos vertinimo kriterijų grupė.

Programinė įranga		
Kriterijus	Norvegijos skaičiavimo metodologija	Lietuvos skaičiavimo metodologija
3D modelio pritaikymas	3D modelį galima pritaikyti kiekių išgavimui ir statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti, susiejant su kainų duomenų bazėmis.	3D modelis naudojamas kiekių apskaičiavimui atskiromis programomis ir projekto geometrijos patikrinimams.
BIM objektų bibliotekų kūrimas	Galima sukurti BIM objektų bibliotekas, pagal skirtingas IFC nuorodas į objektą, pagal : vardą, tipą, klasifikatorių.	Nėra galimybės sąmatų programose sukurti BIM objektų bibliotekų.
Pažangi vizualizacijos programa	5D BIM skaičiavimo programoje yra galimybė peržiūrėti modelį, tačiau peržiūros funkcija nėra techniškai pažangi ir turi nemažai trūkumu.	Sąmatų skaičiavimo programą nesuteikia techninių galimybių modelio peržiūrai.
Modelio objektų (elementų) paryškinimas vizualizacijoje.	5D BIM skaičiavimo programoje yra galimybė paryškinti pasirinktus elementus ir pasitikrinti duomenis.	Sąmatų skaičiavimo programą nesuteikia techninių galimybių elementų paryškinimui, kadangi nėra galimybės peržiūrėti modelio.
Medžiagų naudojimo sekimas realiu laiku ir integracija su BIM modeliu.	5D BIM skaičiavimo programoje nesuteikia galimybių realiu laiku sekti medžiagų sunaudojimą integruojant į šį procesą BIM modelį.	Sąmatų skaičiavimo programą nesuteikia techninių galimybių realiu laiku sekti medžiagų sunaudojimą integruojant į šį procesą BIM modelį.

Palyginant rezultatus pagal pirmąją kriterijų grupę, nustatyta, kad Lietuvoje galima pritaikyti iš dalies Norvegijoje taikomus metodus, kadangi Lietuvoje nėra nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus, bet yra Sistelas statybos resursų normatyvai, kuriuos galima panaudoti BIM modelyje, tačiau tai neatneša tiek naudos kiek būtų galima pasiekti su nacionalinių statybos informacijos klasifikatoriumi.

Pagal antrosios kriterijų grupės rezultatus, paaiškėjo, kad Lietuvoje tarpdisciplininiam bendradarbiavimui naudojama vaizdinė informacija. Taip pat yra naudojami IFC duomenų mainai, tačiau dėl programinių įrangų trūkumų ir nesuderinamumo su šiuo standartu, nėra galimybių pritaikyti Norvegijos 5D BIM metodų.

Kriterijų grupės „Kiekių išgavimas(apskaičiavimas)“ pagal gautus rezultatus, nustatyta, kad Lietuvoje yra galimybių yra atlikti kiekių išgavimą panaudojant BIM modelio duomenis, tačiau skirtingai nei pagal

Norvegijoje taikomus metodus, Lietuvoje kiekių išgavimas atliekamas atskiromis programinėmis įrangomis.

Programinės įrangos kriterijų grupės gautus rezultatus, paaiškėjo, kad Lietuvoje kainos apskaičiavimui naudojamos programinės įrangos yra netinkamos atlikti 5D BIM apskaičiavimus. BIM modelio duomenis galima panaudoti tik rankiniu būdu.

Taigi, pagal gautus rezultatus, galima daryti išvada, kad Lietuvoje sunku pritaikyti Norvegijoje taikomus 5D BIM metodus. Pagrindinės kliūtis trukdančios įgyvendinti 5D BIM kainos apskaičiavimą Lietuvoje yra: nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus nebuvimas, duomenų mainų standartų ir šio standarto naudojimo gidų trūkumas, programinių įrangų nesuderinamumas su IFC duomenų mainų standartu (nėra galimybių importuoti IFC duomenų failą ir jį susieti su kainų duomenų bazėmis, kiekių išgavimas atliekamas atskirais įrankiais).

Išvados ir rekomendacijos

Magistro baigiamajame darbe buvo iškeltas šis probleminis klausimas: ar galima Lietuvoje panaudoti statinio modelio duomenis statybos skaičiuojamai kainai nustatyti. Šiam klausimui pagrįsti buvo iškeltas tikslas išanalizuoti 5D BIM metodus ir pritaikymą Norvegijoje ir pagal šioje šalyje taikomus metodus išsiaiškinti ar galima atlikti kainos apskaičiavimą Lietuvoje ir gautus rezultatus palyginti.

Išvados

1. Išanalizavus mokslinius šaltinius literatūros analizėje nustatyta, kad: statybų industrijoje 5D BIM įgyvendinimą trukdo reikalingų standartų, protokolų trūkumas ir programinių įrangų nesuderinamumas. BIM modeliuose trūksta informacijos ir duomenų reikalingų kainos apskaičiavimui. Pastebimos abejonės dėl rizikos, kad investicijos į 5D BIM technologijas neatsipirks. Kiekių vertintojai ir kainų ekspertai, nustatinėję statybos skaičiuojamąją kainą, vis dar naudojami rankinį kainos apskaičiavimo metodą. Pastebimos ateities perspektyvos ir potencialas 5D BIM metodu panaudojimo statybų srityje. Lietuvoje nėra statybos informacijos klasifikatoriaus, tarpdisciplininiam bendradarbiavimui reikalingų standartų ir programinių įrangų kurios leistų importuoti IFC duomenų failus ir juos susieti su kainų duomenų bazėmis.
2. Atlikus eksperimentinį praktinį tyrimą nr.1 nustatyta, kad: panaudojant NS 8360 standartą nėra aiškaus aprašymo ir vartojimo gido. Standartas nėra pilnai išvystytas. Būtina patikrinti modelio duomenis ir eliminuoti klaidas. 5D BIM programinė įranga nėra pilnai suderinta su kitomis programinėmis įrangomis. Trūksta paaiškinimų ir vartojimo gidų kaip apskaičiuoti kainą panaudojant BIM duomenis.
3. Atlikus eksperimentinį praktinį tyrimą nr.2 nustatyta, kad: Lietuvoje esantis statybos resursų normatyvai netinka 5D BIM kainos apskaičiavimui. Naudojant sąmatų skaičiavimo programas negalima importuoti IFC duomenų failo ir BIM modelio duomenis galima priskirti tik rankiniu būdu prie kainų duomenų bazių. BIM grįstas kiekių išgavimas atliekamas atskirais įrankiais ir gauti rezultatai suvedami rankiniu būdu.
4. Pagal tyrimo rezultatų palyginimą galima daryti išvada, kad Lietuvoje sunku pritaikyti Norvegijoje taikomus 5D BIM metodus. Pagrindinės kliūtis trukdančios įgyvendinti 5D BIM kainos apskaičiavimą Lietuvoje yra: nacionalinio statybos informacijos klasifikatoriaus nebuvimas, duomenų mainų standartų ir šio standarto naudojimo gidų trūkumas, programinių įrangų nesuderinamumas su IFC duomenų mainų standartu (nėra galimybių importuoti IFC duomenų failą ir jį susieti su kainų duomenų bazėmis, kiekių išgavimas atliekamas atskirais įrankiais).

Rekomendacijos

1. Reikalinga optimizuoti esamus Sistelos statybos normatyvų resursų įkainius ir juos susieti su jau kuriamu nacionaliniu statybos informacijos klasifikatoriumi (NSIK). Tai užtikrintų duomenų mainų kokybę ir standarto greitesnę plėtrą.
2. Bendradarbiaujant su „Buildingsmart“ organizacija, būtina parengti gerosios praktikos vadovus, kaip įdiegti ir naudoti IFC duomenų mainų standartą praktikoje ir kaip naudoti BIM metodus statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti.
3. Lietuvos valstybės institucijos, bendradarbiaudamos su pagrindiniais Lietuvos sąmatų skaičiavimo programų kūrėjais, turėtų surasti būdų ir finansavimo galimybių, kaip patobulinti ir pritaikyti sąmatų skaičiavimo programines įrangas IFC duomenų failų importavimui ir susiejimui su kainų duomenų bazėmis.
4. Norint paspartinti BIM metodų taikymą statybos skaičiuojamajai kainai nustatyti Lietuvoje, viešasis ir privatus sektorius turi rasti būdų ir finansinių išteklių kompiuterinei programinei įrangai sukurti ir darbuotojams apmokyti.

Literatūros sąrašas

1. What are BIM Dimensions–3D,4D,5D,6D,and 7D BIM Explained. [interaktyvus][žiūrėta202005.10]Prieiga per: <https://www.united-bim.com/what-are-bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bimexplained-definition-benefits/>
2. BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained.[interaktyvus][žiūrėta 2020 05.10] Prieiga per: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>
3. CASTELLANO-ROMAN M., PUERTO. F. P., Dimensions and Levels of Knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (C adiz, Spain).Digital applications in Archaeology and Cultural Heritage. 2019 vol. 4. Elsevier [interaktyvus] [žiūrėta 2020 04.12] Prieiga per : <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00110>
4. KOUTAMANIS A., Dimensionality in BIM: Why BIM cannot have more than four dimensions? *Automation in Construction*. 2020. Elsevier. [interaktyvus][žiūrėta 2020 04.12] Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103153>
5. SAMPHAONGOEN, P. A., et al. Visual approach to construction cost estimating .[interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: http://epublications.marquette.edu/theses_open/28
6. GOUCHER, D THURAIRAJAH, N. Advantages and challenges of using BIM: A cost consultant’s perspective’, *49th ASC Annual International Conference*, 2013. .[interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: Researchgate.
7. Stanley R. , THURNELL D. The Benefits of, and Barriers to, Implementation of 5D BIM for Quantity Surveying in New Zealand. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. 2014 14(1) pp. 105-117.
8. POPOV V, JUOCEVICIUS V, MIGILINSKAS D, USTINOVICHUS L, MIKALAUSKAS S..The use of a virtual building design and construction model for developing an effective project concept in 5D environment. *Automation in Construction* 19(3) 2010 pp. 357–367
9. BOON,J., PRIGG, C. Evolution of quantity surveying practice in the use of BIM – the New Zealand experience. *Joint CIB International Symposium of W055, W065, W089, W118, TG76, TG78, TG81 and G84*. [interaktyvus][žiūrėta2020.04.08] Prieiga per: https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC25601.pdf
10. MONTEIRO, A., MARTINS, J.P. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design’, *Automation in Construction*, **35**, 2013 pp. 238-253
11. OLATUNJI, O.A. Modelling organizations structural adjustment to BIM adoption: A pilot study on estimating organizations’, *Journal of Information Technology in Construction*, **16**, 2011 pp. 653-668
12. SHEN, Z., ISSA, R.R.A. Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates’, *Journal of Information Technology in Construction*, **15**, 2010 234-257, ISSN 1874-4753

13. BYLUND, C., MAGNUSSON, A. Model based cost estimations—an international comparison 2011. [interaktyvus][žiūrėta2020.04.08] Prieiga per: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?fileOid=3289999&func=downloadFile&recordOid=3289998>
14. LEE CY, CHONG HY, WANG X Streamlining digital modeling and building information modelling (BIM) uses for the oil and gas projects. *Arch Comput Methods Eng* 25(2) 2018 pp. 349–396
15. SMITH P. et. al. BIM and the 5D project cost manager. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 119 2014 pp. 475–484
16. NADEEM A, WONG AKD, WONG FKW Bill of quantities with 3D views using building information modeling. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 40(9) 2015 pp. 2465–2477
17. FORGUES D, IORDANOVA I, VALDIVESO F, STAUB-FRENCH S. Rethinking the cost estimating process through 5D BIM: a case study. *Construction research congress*. 2012 pp 778–786
18. Practice Standard for Work Breakdown Structures, 3rd ed..*Project Management Institute*. 2019; ISBN 978-1628256192.
19. OLATUNJI OA, SHER WD, GU N Building information modelling and quantity surveying practice. *Emirates Journal for Engineering Research* 15(1) 2010 pp. 67–70
20. VIGNEAULT M., ·BOTON C., CHONG HY., COOPER-COOKE B., An Innovative Framework of 5D BIM Solutions for Construction Cost Management: A Systematic Review. *Archives of Computational Methods in Engineering* 27 2020 pp. 1013–1030
21. OLSEN D., TAYLOR JM. . Quantity take-off using building information modeling (BIM), and its limiting factors. *Procedia Engineering* 196 2017 pp. 1098–1105
22. JUSZCZYK M., KOZIK R., LEŚNIAK A., PLEBANKIEWICZ E., ZIMA K., Errors in the preparation of design documentation in public procurement in Poland, *Procedia Engineering* 85 2014 pp. 283–292
23. SATTINENI A., BRADFORD R., Estimating with BIM: a survey of US construction companies. *Proceedings of the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*. 2011, pp. 564–569
24. International Project Management Association. Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management, 4th ed.; *IPMA* 2015; ISBN 978-9492338013.
25. ZHANG X., BAKIS N., LUKINS T.C., IBRAHIM Y.M., WU S., KAGIOGLOU M., AOUAD G., KAKA A.P., TRUCCO E. Automating progress measurement of construction projects. *Automation in Construction* . 18. 2009. pp. 294–301.
26. MAKARFI IBRAHIM Y., KAKA A., AOUAD G., KAGIOGLOU M. Framework for a generic work breakdown structure for building projects. *Construction Innovation* . 9. 2009 pp. 388–405.
27. GLOBERSON S., VARDI S., COHEN I. Identifying the Criteria Used for Establishing Work Package Size for Project WBS. *The Journal of Modern Project Management* 4. 2016 pp. 64–69.

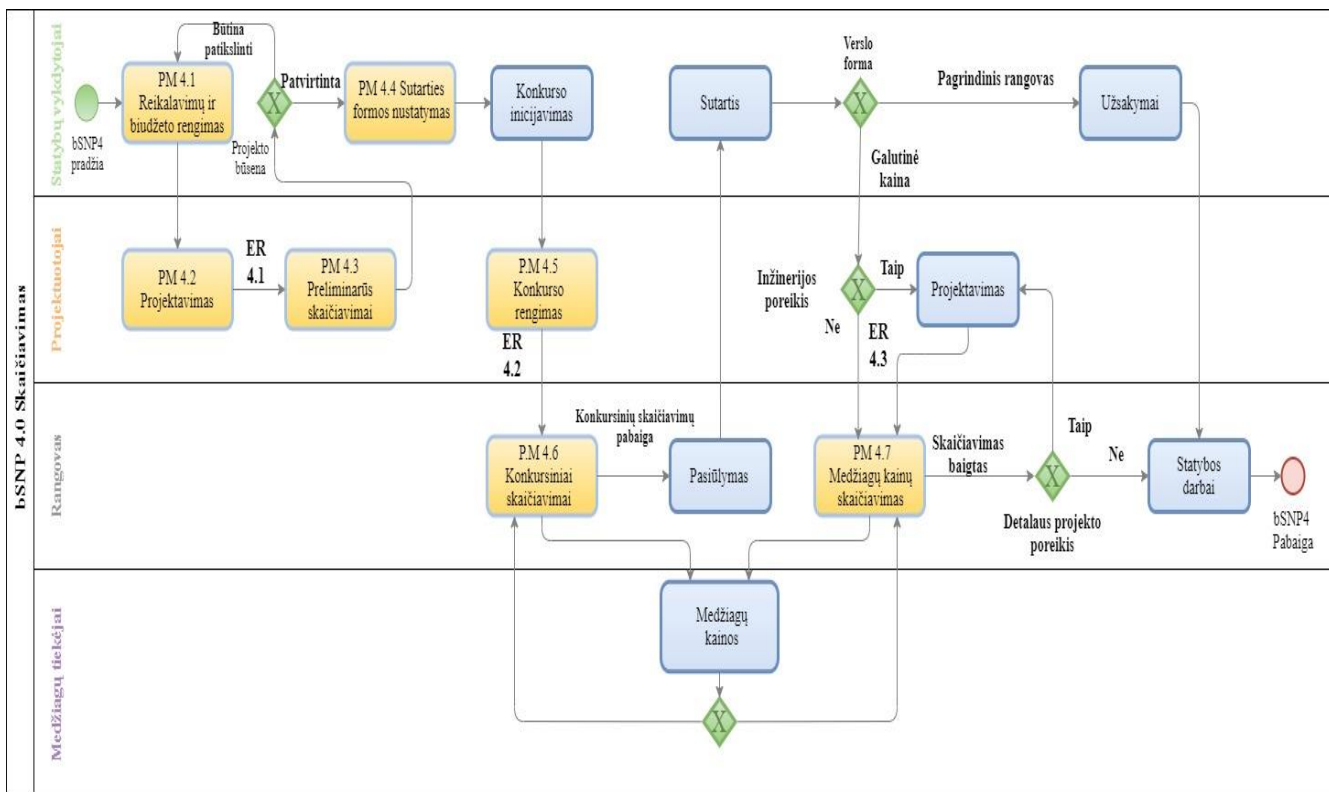
28. PAVAN A., DANIOTTI B., RE CECCON F., MALTESE S., SPAGNOLO S.L., CA V., CHIOZZI M., PASINI D. INNOVance: Italian BIM Database for Construction Process Management. In Computing in Civil and Building Engineering. *American Society of Civil Engineers ASCE*. 2014.
29. ABANDA F. H., KAMSU-FOGUEM B., Tah J. H. M. Towards an Intelligent Ontology Construction Cost Estimation System: Using BIM and New Rules of Measurement Techniques. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*. 2015, vol. 9(1). ISNI:0000000091950263
30. New rules of measurement Order of cost estimating and cost planning for capital building works. *RICS* ISBN 978 1 84219 768 4
31. BuildingSMART International. Model - Industry Foundation Classes (IFC). 2008 . [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: <http://www.buildingsmart.com/bim>.
32. SANTOS E.T. Building Information Modeling and Interoperability. *SIGradi* 2009. [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: Researchgate
33. IFC and BIM Interoperability [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: <https://www.e-zigurat.com/blog/en/ifc-and-bim-interoperability/>
34. NOUR, M., et al. Performance of different (BIM/IFC) exchange formats within a private collaborative workspace for collaborative work. *Journal of Information Technology in Construction*. 14(10)
35. LAI H. , DENG X. Interoperability analysis of ifc-based data exchange between heterogeneous bim software. *Journal of Civil Engineering and Management*. 24(7) 2018 pp. 537-555 ISSN 1822-3605
36. XU S., LIU K., TANG L. Cost Estimation in Building Information Model. *Conference: the 11th International Conference on Construction and Real Estate Management (ICCREM 2013)* 2013 [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: Researchgate
37. MIGLINSKAS D., GALDIKAS L., ŠARKA V. Pastato informacinio modelio duomenų mainų taikant IFC standartą tyrimas. *Mokslas – Lietuvos atėtis*. 2013, 5(5), 492-497 . ISSN 2029-2252
38. LOU E. C. W., GOULDING J. S. Building and Construction Classification Systems, *Architectural Engineering and Design Management* 4 2008 p.p 206–220. ISSN: 1752-7589
39. AFSARI K., EASTMAN C. H. A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models *52nd ASC Annual International Conference Proceedings*. 2016 [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: Researchgate
40. BERIC N. et al. Standards, codifications, and Classifications for a General Contractor. *Master in Building Information Modelling 2020*
41. GELDER, J. Unifying Uniclass. [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: <http://www.thenbs.com/topics/practicemanagement/articles/unifyingUniclass.asp>

42. What is Uniclass 2015 [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015>
43. FRANCO J., MAHDI F., ABAZA H. Using Building Information Modeling (BIM) for Estimating and Scheduling, Adoption Barriers. *Universal Journal of Management* 3(9) 2015 pp. 376-384
44. HARRISON C., THURNELL D. BIM implementation in a new zealand consulting quantity surveying practice *International journal of construction supply chain management* 5.(1) 2015. Pp 1-15
45. „UAB Sistela“. Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų nustatymo rekomendacijos. Vilnius, 2008. ISBN 18223540
46. MIGLINSKAS D., USTINOVICHIOUS L., Computer-Aided Modelling, Evaluation and Management of Construction Projects According to PLM , Concept, Lecture Notes in Computer Science (LNCS 4101), Berlin: Springer 2006 pp. 242 – 250,
47. STR 1.05.06:2005 Statinio projektavimas. Vilnius. 2011
48. EDIRISINGHE R., LONDON K. Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption *Proc. of the 32nd CIB W78 Conference 2015, 27th-29th 2015, Eindhoven, The Netherlands* [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: Researchgate
49. Standarder.[interaktyvus][žiūrėta 2020.05.10] Prieiga per: <https://buildingsmart.no/bs-international/standarder>
50. Utdrag fra Norsk Prisbok 2012. [interaktyvus][žiūrėta 2020.05.10] Prieiga per: https://is-suu.com/_isy/docs/np2012_utdrag
51. TRAVAGLINI A., RADUJKOVIĆ M., MANCINI M.. Building Information Modelling (BIM) and Project Management: a Stakeholders. *Technology and management in construction* 6(2) 2014 [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: Researchgate
52. BuildingSMART Prosess. .[interaktyvus][žiūrėta 2020.05.10] Prieiga per: <https://buildingsmart.no/hva-er-afenbim/bs-prosess>
53. BuildingSMARTNorge. Bsn prosess 4 - bruk av bim i kostnadskalkyle. 2012. . [interaktyvus][žiūrėta 2020.04.08] Prieiga per: https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bsnp_4_kostnadskalkyle_v0.5.pdf
54. Statsbygg Building Information Modelling Manual Version 1.2.1 (SBM1.2.1)–Date: 2013.12.17[interaktyvus][žiūrėta2020.05.15]Priegaper:https://dok.statsbygg.no/wpcontent/uploads/2020/06/statsbyggs-bim-manual-1-2-1_en_20131217.pdf
55. KOCH. C. Building Information Standards for Innovation in Public Procurement of buildings. Final report. Chalmers University of Technology 2017.
56. TFM Statsbygg. PA 0802 Tverrfaglig merkesystem. Oslo. 2017
57. Standard Norge. NS 3451 Bygningsdelstabell. Oslo. 2009

58. Standard Norge. NS 3420 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Oslo. 2020
59. Standard Norge,. NS 8360 BIM-objekter - Navngivning, typekoding og egenskaper for BIM-objekter og objektbiblioteker for byggverk. Oslo. 2015
60. LEE SK., KIM K-R., YU J-H. BIM and ontology-based approach for building cost estimation. *Automation in Construction*. 41 2014 pp. 96-105

Priedai

1 priedas. Procesų schema



2 Priedas. Procesų aprašymai ir paaiškinimai

Nr.	P.M 4.1	P.M 4.2	P.M 4.3	P.M 4.4	P.M 4.5	P.M 4.6	P.M 4.7
Tipas	Veikla	Veikla	Veikla	Veikla	Veikla	Veikla	Veikla
Pavadinimas	Reikalavimų ir biudžeto rengimas	Projektavimas	Preliminarūs skaičiavimai	Reikalavimų ir sutarties formos	Konkurso rengimas	Konkursiniai skaičiavimai	Gamybos skaičiavimas
Vykdytojai	Užsakovas	Projektuotojai	Projektuotojai, Užsakovas	Užsakovas	Užsakovas	Rangovas	Rangovas
Aprašymas	Užsakovas nustato reikalavimus pastatui, kurie yra dokumentuoti pastato reikalavimų specifikacijuose. Sudarant biudžetą, užsakovas vadovaudamasis savo patirtimi ir paskaičiavimais, turi įvertinti funkcinis reikalavimus. Užsakovas turi nuspręsti, kokios sutračių rūšys bus naudojamos, kada ir kaip bus įtraukiami kiti projekto dalyviai. Labai svarbu pradžioje, sutartyse nustatyti tinkamus reikalavimus. Naudojant tinkamus kainos šablonus, galima tiksliau nustatyti projekto vertę.	Atsižvelgus į užsakovo reikalavimus architektas parengia projektą. Labai svarbu, kad informacija, pavadinimai ir koncepcija projekto kuri buvo pateikta reikalavimų specifikacijose, tokia pati būtų ir modelyje. Visą informaciją ir objektų identifikavimas privalo išlikti tokie patys per visus statinio gyvavimo ciklo etapus ir būti nepažeisti.	Numatomų išlaidų apskaičiavimas atliekamas remiantis pasirinktais projekciniais sprendimais ir patirtimi. BIM ER 4.1 gali būti naudingas įrankis parodantis galimybes ir padėti apžvelgti skirtingas patirtis. Kainos gali būti naudojamos iš užsakovo jau atliktų projektų ar kainų duomenų bazių. Duomenų programos, suteikia galimybę atlikti automatizuotus veiksmus ir pasinaudoti informacija kuri yra duomenų programose. Tarkim žinant pastato ploto ir tūrinius vienetus, juos priskirti prie išvestų kainų iš jau įvykdytų projektų.	Nepriklausomai nuo sutarties formos pasirinkimo, projektas baigiamas projektuoti prieš skelbiant konkursą.	Konkurso etape užsakovas pateikia reikalavimų specifikacijas ir BIM taisyklės duomenų programoms. Taip pat pateikiamas išankstinis projekto modelis arba jo atitinkmuo (ER 4.2) ir konkurso rengimo dalyviai apskaičiuoja išlaidas.	Konkurso dalyviai kainos apskaičiavimui gali naudotis BIM modeliu. Skaitmeninis informacinis modelis pirmiausiai naudojamas kiekius apskaičiuoti. Rangovui norint tiksliai nustatyti projekto išlaidas, reikia gaut medžiagų kainas iš tiekėjų. Modelio tikslumas ir teisingos informacijos klasifikavimas modelyje, tuo padaro procesą paprastesnį ir tikslesnį nustatant projekto įkainius. Užsakovo ir BIM reikalavimai, jeigu bus sutarta, taip pat gali būti perduoti subrangovams.	Rengdamas darbo projektą, rangovas privalo atlikti nuolatinis skaičiavimus kainos ir jos pokyčio nustatymui.
Dokumentacija	-	-	ER 4.1 BIM Preliminariems skaičiavimams.	-	ER 4.2 BIM išsamiam skaičiavimui	ER 4.2 BIM išsamiam skaičiavimui	ER 4.2 BIM išsamiam skaičiavimui

3 Priedas. BIM modelių reikalavimai

Tipas	Duomenų objektas	Būtina	Neprivaloma	Būtina	Neprivaloma	Būtina	Neprivaloma
		ER. 4.1 BIM		ER. 4.2 BIM detaliems skaičiavimams		ER. 4.3 BIM gamybos skaičiavimams (Darbo projektas)	
Dokumentacija	Modelio informacijos kiekis reikalingas detaliems skaičiavimams : <ul style="list-style-type: none"> •Programos pavadinimas (pagal NS 8360) •Projekto pavadinimas (pagal NS 8360) • Tipų pavadinimas (pagal NS 8360) • Materialiniai reikalavimai (Medžiagiškumas), projektuojama • Gaisriniai reikalavimai, projektuojama • Garsiniai reikalavimai , projektuojama • Šilumos perdavimo koeficientas , projektuojama • Vidinis/išorinis objektas 	✓	✗	✓	✗	✓	✗
		✓	✗	✓	✗	✓	✗
			✗	✓		✓	
			✗	✓		✓	
			✗	✓		✓	
			✗	✓		✓	
			✗	✓		✓	

4 priedas. NS 8630 standarto struktūra ir paaiškinimai

2 Vieno aukšto gyvenamasis namas	
NS 3451 klasifikatorius	NS 8360 klasifikatorius
21 Gruntai ir pamatai	
216 Pagrindinis pamatas (norv. Direkte fundamentering)	214-1205.25 NS 8351 kodas: 214- Pagrindinis pamatas (norv. Direkte fundamentering) NS8360CoreType: Apšiltintas betonas (norv. Betong isolert)
23 Laikančios sienos	
231 Laikančios medinės sienos (norv. Bærende ytterveger)	2316_1001.198_2003.20_3002.13 NS 8351 kodas: 2316 Medinė laikanti siena (norv. Bærende ytterveger, tre) NS8360CoreType: Medinės santvaros, apšiltintos 198mm (norv. Trestenderverk isolert 198mm) NS8360ExteriorType: Medinės fasadinės lentelės 13mm (norv. Liggende trekledning 13mm) NS8360InteriorType: Gipskartonio dvigubas sluoksnis 13 mm (norv. Gipsplate to lag 13 mm)
234 Langai, durys (norv. Vinduer, dører, porter)	234-_1011.1 NS 8351 kodas: Langai, durys (norv. Vinduer, dører, porter) NS8360CoreType: Aliuminiai langai (norv. Fastvindu aluminium)
234 Langai, durys (norv. Vinduer, dører, porter)	234-_1011.1 NS 8351 kodas: Langai, durys (norv. Vinduer, dører, porter) NS8360CoreType: Aliuminės durys (norv. Aluminium dør enfløyet)
24 Vidinės sienos	
242 Nelaikančios vidinės sienos (norv. Ikke-bærende innervegg)	242-_1003.100_2999_3001.13 NS 8351 kodas: 242- Nelaikančios vidinės sienos (norv. Ikke-bærende innervegg) NS8360CoreType: Metalinis karkasas, izoliuotas 100mm (norv. Stål tynnplateprofil stenderverk isolert 100mm) NS8360InteriorType: Gipskartonio vienas sluoksnis iš abiejų pusių 13 mm (norv. Gipsplate ett lag 13 mm)
244 Langai, durys, sulankstomos sienos (norv. Vinduer, dører, foldevegger)	244-_2001 NS 8351 kodas: Langai, durys, sulankstomos sienos (norv. Vinduer, dører, foldevegger) NS8360CoreType: Medinės durys (norv. Tredør tofløyet)
25 Plokštumos	

<p>252 Grindys ant grunto, betoninės (norv. Gulv på grunn, betong)</p>	<p>2521_4005.320_5101.10 NS 8351 kodas: 2521 Grindys ant grunto, betoninės (norv. Gulv på grunn, betong) NS8360CoreType: Betoninės apšiltintos grindys 320mm (norv. Betong plasstøpt isolert) NS8360InteriorType: Parketas10mm (norv. Parkett 10 mm)</p>
<p>256 Gipsinės lubos (norv. Faste himlinger og overflatebehandling)</p>	<p>256-6012.200 NS 8351 kodas: 256- Gipsinės lubos 200mm (norv. Faste himlinger og overflatebehandling) NS8360CoreType: Gipsinės lubos (norv.Systemhimling)</p>
<p>26 Stogas</p>	
<p>261 Stogo konstrukcija (norv. Yttertak primærkonstruksjon)</p>	<p>2616_7001.198_8003.3_9002.13 NS 8351 kodas: 2316 Stogo konstrukcija (norv. Yttertak primærkonstruksjon) NS8360CoreType: Medinės gegnės, apšiltintos 198mm (norv. Sperrer tre isolert 198mm) NS8360ExteriorType: Bituminės čerpės 3mm (norv. Papptekking 5 mm) NS8360InteriorType: Gipskartonio dvigubas sluoksnis 13 mm (norv. Gipsplate to lag 13mm)</p>

5 priedas. Smartkalk projekto sąmata

Description

Project: 000016 Magistrinis 2020 Gyvenamasis namas
 Cost estimator: Magistrinis
 Level of detail: Element Work package Resource

21. Grunn og fundamenter

-1. Floor

ELEMENT	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST	
Stripefundament av betong, systemforskaling, isolert, b/h= 700x300mm	92,20 lm	0,93	3 433,21	316 554,20	
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
21.-01.09.01.001 Forskaling av fundament		55,32 m ²	0,24	484,00	26 775,90
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
48x98mm just. forskaling	48x98mm	2,00 lm	30,00	60,00	3 319,33
Bord, 23x98mm just forskaling	23x98mm	2,00 lm	22,00	44,00	2 434,17
Festemateriell		0,10 RS	100,00	10,00	553,22
Formolje mineralsk LM 6-43	25l	0,12 stk	960,00	115,20	6 373,11
Kryssf. oljet forskaling 15x1500x750mm	15x1500x750mm	0,30 m ²	276,00	82,80	4 580,67
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
21.-01.05.01.002 Armering med kamstenger		Ø=12 1 936,27 kg	0,42	27,99	54 196,30
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
Armering kamstål B 500 NC	12mm	1,00 lm	19,12	19,12	37 021,55
Armeringsstol EG120	25-30mm	0,02 stk	3,60	0,06	116,18
Jernbindertråd, forkobret	1,25MM	0,01 kg	41,12	0,21	406,62
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
21.-01.05.01.003 Polystyren XPS, (42 kg/m ²)		80 64,54 m ²	0,06	387,20	24 990,84
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
XPS- styrofoam m/fals	80mm	1,00 m ²	351,20	351,20	22 667,31
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
21.-01.05.01.004 Plassert normal betong		19,36 m ²	0,17	2 364,44	45 782,02
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
Betong, B30 levert byggeplass		1,10 m ²	1 250,00	1 375,00	26 623,76
Betongtilsetninger	15kg	0,20 m ²	647,20	129,44	2 506,31
Hjelpemateriell, støpevibrator etc.		0,50 RS	100,00	50,00	968,14
Pumpebil		1,00 m ²	450,00	450,00	8 713,23
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
21.-01.05.01.005 Avtrekking av betongoverflate		64,54 m ²	0,05	2 553,50	164 809,14
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
Betongoverflatehøder		1,00 Kan	2 512,00	2 512,00	162 130,63
Hjelpemateriell		0,10 RS	100,00	10,00	645,42
Sum 21. Grunn og fundamenter					316 554,20
Sum accumulated					316 554,20

23. Yttervegger

-1. Floor

ELEMENT	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST	
Vinduer passivhus, toppsving, 12x11	0,00	4,38	1,00	0,00	
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
23.-01.12.01.001 Utvendig karmst dør/ vindu		19x98 0,00 m	0,40	55,24	0,00
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
Kledning, gran 19x98 mm Rekt.	19x98mm	1,10 lm	17,20	18,92	0,00
Spiker Cbil à 800 stk	2,5x65	0,00 Esk	199,20	0,32	0,00
WP	DIMENSION	QUANTITY	UNIT TIME	UNIT COST	FULL COST
23.-01.12.01.002 Vannbrett gran for beslag		45x70 0,00 m	0,13	75,31	0,00
RESOURCES	DIMENSION	CONSUMPTION	RATE	UNIT COST	WP COST
Maskinspiker kammet A500	31x90mm	0,02 Esk	167,20	3,34	0,00
Vannbrett, gran	45x70mm	1,05 lm	25,69	26,97	0,00

6 priedas. WBS klasifikatorius ir sistelos kodai su paaiškinimais.

1 Vieno aukšto gyvenamasis namas	
WBS klasifikatorius	Sistelos įkainiai
1.1 Pamatai	
1.1.1 Gelžbetoninis rostverkas	<ul style="list-style-type: none"> •N6-22 Gelžb. juostiniai pamatai atraminės rūsio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų (m3) •N26P-1201 Rūsio sienų ir cokolio šiltinimas putų polistireno plokštėmis 100mm storio sluoksniu
1.2 Laukinės sienos	
1.2.1 Laikančios medinės sienos	<ul style="list-style-type: none"> •N10P-0504 Sienų išorės apkalimas obliuotomis 22mm storio lentomis 75 ir 150mm pločio •N10P-0501-1 Sienų karkasų medinių tašelių 50x50 tvirtinimas prie medinių sienų konstrukcijų •N10P-0505 Sienų garo, vėjo izoliacijos įrengimas iš garo izoliacinia plėvele •N10P-0101 Sienų 200mm storio rentimas iš tašų •N10P-0505 Sienų garo, vėjo izoliacijos įrengimas iš vėjo izoliacinia plėvele •N10P-0501-1 Sienų karkasų medinių tašelių 50x50 tvirtinimas prie medinių sienų konstrukcijų •N10P-0507 Sienų 50 šiltinamosios izoliacijos įrengimas •N10P-0503 Sienų karkasų apkalimas gipskartonio plokštėmis •N15P-0102 Sienų vidinių paviršių glaistymas gipsiniu glaistu, kai yra pirmas 1mm storio sluoksnis ir 1 kartotini 1mm storio sluoksniai •N15P-0203 Sienų vidinių paviršių pagrindo gruntavimas voleliu sukibimą gerinančiais gruntais •N15P-0701 Sienų vidinių paviršių dažymas emulsiniais dažais voleliu, kai yra pirmas sluoksnis ir 1 kartotini
1.2.2 Langai	<ul style="list-style-type: none"> •N2P-0104 Aliuminio langų blokų su varstomomis sąvaromis montavimas medinėse sienose, kai blokai daugiau 1,0 iki 2,0 m2 •N2P-0123 Langų apvadų iš kietų veislių medienos montavimas •N2P-0120 Palangių lentų laminuotų montavimas medinėse sienose •N12-144-7 Palangių nuolajų tvirtinimas
1.2.3 Laukinės durys	<ul style="list-style-type: none"> •N2P-0304 Medinių išorinių durų blokų daugiau 2,0 iki 3,0 m2 montavimas medinėse sienose, kai staktos tradicinės •N2P-0310 Durų staktų sandūrų su siena izoliavimas montavimo putomis, kai sandūros skerspjūvio plotas 20 cm2 •N2P-0311 Durų angų aptaisymas lenktais skardos profiliais, kai tvirtinama viena eile •N2P-0312 Durų apvadų iš kietų veislių medienos montavimas
1.3 Vidinės sienos	

<p>1.3.1 Gipsinės vidinės pertvaros</p>	<ul style="list-style-type: none"> •N10-47 Pertvaros gyv. pastat., tvirtinant gipsokartono lakštus plien. vienaeil. karkase iš abiejų pusių dviem sl., izoliuojant. . •N15P-0117 Gipskartonio plokščių sienų siūlių glaistymas be armavimo užpildant siūles ir glaistant dviem sluoksniais (100m2 gipskartonio plokščių) •N15P-0207 Lubų vidinių paviršių pagrindo gruntavimas voleliu sukibimą gerinančiais gruntais •N15P-0701 Sienų vidinių paviršių dažymas emulsiniais dažais voleliu, kai yra pirmas sluoksnis ir 1 kartotini
<p>1.3.2 Vidinės durys</p>	<ul style="list-style-type: none"> •N2P-0304 Medinių vidinių durų blokų iki 2,0 m2 montavimas medinėse sienose, kai staktos tradicinės •N2P-0310 Durų staktų sandūrų su siena izoliavimas montavimo putomis, kai sandūros skerspjūvio plotas 20 cm2 •N2P-0312 Durų apvadų iš minkštų veislių medienos montavimas
<p>1.4 Plokštumos</p>	
<p>1.4.1 Grindys ant grunto</p>	<ul style="list-style-type: none"> •N11P-0101 Grunto po grindų pagrindais tankinimas mažosios mechanizacijos priemonėmis naudojant žvyrą •N11P-0102 200mm storio posluoksnių iš žvyro įrengimas grindims mechanizuotai •N11P-0201-1 Grindų hidroizoliacijos įrengimas klojant plėvelę suklijuojant •N11P-0302 Grindų šiltinamųjų (garso) 200mm storio izoliacijų įrengimas, naudojant putų polistireno plokštes ir paduodant keltuvu •N11P-0201-1 Grindų hidroizoliacijos įrengimas klojant plėvelę suklijuojant •N11P-1503 Fibrobetoninių 100mm storio grindų įrengimas, vakuumuojant, paduodant betoną siurbliu •N11P-1102 Parketlėnčių grindų dangų įrengimas ant paruošto pagrindo, paklojant izoliaciją •N11P-1105 Minkštos medienos grindjuosčių tvirtinimas lentinių dangų grindims
<p>1.4.2 Gipsinės lubos</p>	<ul style="list-style-type: none"> •N34-33-3 Pakabinamų lubų lengvų profilių cd ir ud karkaso įrengimas, kai atstumas nuo perdangos 20-50 cm (dviejų lygių k-joms) •N15P-0404 Lubų paviršių aptaisymas gipskartonio plokštėmis, tvirtinant prie įrengto metalinio karkaso •N15P-0118 Gipskartonio plokščių lubų siūlių glaistymas be armavimo užpildant siūles ir glaistant dviem sluoksniais (100m2 gipskartonio plokščių) •N15P-0207 Lubų vidinių paviršių pagrindo gruntavimas voleliu sukibimą gerinančiais gruntais •N15P-0703 Lubų paviršių dažymas emulsiniais dažais voleliu, kai yra pirmas sluoksnis ir 1 kartotini
<p>1.5 Stogas</p>	
<p>1.5.1 Medinis šlaitinis stogas</p>	

8 priedas. SES3 sąmatų programoje įkainių paieška

The screenshot displays the SES3 software interface. On the left, a tree view shows a list of construction items under the heading "N6 Betono ir gelžb. monolitinės konstrukcijos". Item "N6-22 Gelžb. juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinčius iš skydų" is selected and highlighted in blue. The right side of the interface features a search panel titled "Į sąmatą" with a "Kiekis" field set to "1". At the bottom right, there is a search bar with "N6-22" entered, a search icon, and buttons for "Įkainis", "Darbų sudėtis", and "Koefficientai".

Įterpti

Įkainiai, fragmentai Resursai Skyriai, poskyriai, pastabos

- ▲ N Statybos ir montavimo darbai
 - N1 Žemės darbai
 - N4 Gręžiniai
 - N5 Poliai ir nuleidžiamieji šuliniai
 - ▲ N6 Betono ir gelžb. monolitinės konstrukcijos
 - N6-1 Smėlio pagrindas po pamatais, paduodant medžiagas kranu
 - N6-2 Žvyro pagrindas po pamatais, paduodant medžiagas kranu
 - N6-3 Skaldos pagrindas po pamatais, paduodant medžiagas kranu
 - N6-4 Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną kranu
 - N6-5 Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu
 - N6-6 Betono pagrindas po pamatais (mažoms apimtims), pervežant betoną karučiais
 - N6-7 Betoniniai iki 3m3 tūrio pamatai kolonom, paduodant betoną kranu
 - N6-7-1 Monolitiniai betoniniai iki 3 m3 tūrio pamatai, kai klojiniai įrengiami iš lentų, pavežant betoną karučiais
 - N6-8 Betoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio pamatai kolonom, paduodant betoną kranu
 - N6-9 Betoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio pamatai kolonom, paduodant betoną siurbliu
 - N6-10 Gelžbetoniniai iki 3m3 tūrio pamatai kolonom, paduodant betoną kranu
 - N6-11 Gelžbetoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio pamatai kolonom, paduodant betoną kranu
 - N6-12 Gelžbetoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio pamatai kolonom, paduodant betoną siurbliu
 - N6-13 Betoninės pamatų plokštės, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-14 Betoninės pamatų plokštės, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną siurbliu
 - N6-15 Gelžbetoninės pamatų plokštės, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-16 Gelžbetoninės pamatų plokštės, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną siurbliu
 - N6-16-1 G/b pamatų plokščių betonavimas, įrengiant griovelį, naudojant metalinius klojinius ir betono siurbli
 - N6-16-2 Pamatų armavimas, sujungiant tinklus į erdvinį karkasą, kai reikalingas montažinis suvirinimas
 - N6-16-3 Pamatų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus į karkasus
 - N6-16-4 Pamatų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus į karkasus, kai reikalingas montažinis suvirinimas
 - N6-16-5 Pamatų armavimas, rišant atskirus strypus į plokščius tinklus
 - N6-17 Gelžbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-18 Betoniniai juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų
 - N6-19 Betoniniai juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš lentų
 - N6-20 Betoniniai juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos didesnio kaip 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų
 - N6-21 Betoniniai juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos didesnio kaip 300mm pločio, įrengiant klojinius iš lentų
 - N6-22 Gelžb. juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų**
 - N6-23 Gelžb. juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš lentų
 - N6-24 Gelžb. juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos didesnio kaip 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų
 - N6-25 Gelžb. juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos didesnio kaip 300mm pločio, įrengiant klojinius iš lentų
 - N6-26 Betoniniai stulpiniai pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant medžiagas kranu
 - N6-27 Betoniniai stulpiniai pamatai, įrengiant klojinius iš lentų, paduodant medžiagas kranu
 - N6-28 Betoniniai stulpiniai pamatai, įrengiant klojinius iš lentų (mažoms apimtims)
 - N6-28-1 Gelžbetonio stulpiniai pamatai, įrengiant klojinius iš lentų (mažoms apimtims)
 - N6-29 Akmenbetoniniai pamatai iš lauko akmenu, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant medžiagas kranu
 - N6-30 Akmenbetoniniai pamatai iš lauko akmenu, įrengiant klojinius iš lentų, paduodant medžiagas kranu
 - N6-31 Betoniniai iki 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-32 Betoniniai iki 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš lentų, paduodant betoną kranu
 - N6-33 Betoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-34 Betoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną siurbliu
 - N6-35 Betoniniai sudetingi įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų ir lentų, paduodant betoną kranu
 - N6-36 Gelžbetoniniai iki 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-37 Gelžbetoniniai iki 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš lentų, paduodant betoną kranu
 - N6-38 Gelžbetoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu
 - N6-39 Gelžbetoniniai didesnio kaip 3m3 tūrio įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną siurbliu
 - N6-40 Gelžbetoniniai sudetingi įrengimų pamatai, įrengiant klojinius iš skydų ir lentų, paduodant betoną kranu
 - N6-41 Įrengimų pamatų užliejimas betonu arba skiediniu 20mm storio sluoksniu
 - N6-42 Keičiant įrengimų pamatų užliejamo sluoksnio storį kiekvieniems 10mm pagal įkainį N6-41 pridėti arba atimti
 - N6-43 Pamatų sijų užpylimas smėliu, paduodant medžiagas kranu
 - N6-44 Pamatų sijų užpylimas šlaku, paduodant medžiagas kranu

9 priedas. SES3 projekto sąmata.

0 0 0 0



Studijos

Lokalinė sąmata Nr. S001

0002 Magistralinis 2020

Sudaryta 2020 m. spalio mėn. kalnomis

Vieno aukšto gyvenamojo namo sąmata.

Iš viso: 343750,26 EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
Sklyrus 1.1 Pamatai										
1.1.1 Gėlbetoninis röstverkas										
1	Gėlėb. juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinčius iš skydų	N6-22 (S8-1,0425; S10-1,15)	m 3		103.270	43	4440.61	3676.56	233.85	530.29
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.22	110010322	žm.val	8,5	10,059	365,5	3676.56	3676.56		
	Emulsolais EGT	20077	kg	1,06	0,960	45,58	43.76		43.76	
	Kuras krosninis	20091	t	0,00106	672.000	0,04558	30.63		30.63	
	Vieša plėtinė, paprasta	120002	t	0,00032	959.050	0,01376	13.20		13.20	
	Vinys statybinis	120030	kg	0,2485	1.080	10,6855	11.54		11.54	
	Elektrodai suvirinimo	120038	kg	0,6	2.080	25,8	53.66		53.66	
	Lentos aplj. 3 rūš., storis 40mm, ilgis 2.0x6.5m, pLS0-150mm	534003	m 3	0,0065	200.980	0,2795	56.17		56.17	
	Lentos aplj. 3 rūš., stor. 25x32mm, ilg. 2.0x6.5m, plotis 80-150mm	534017	m 3	0,0006	190.930	0,0258	4.93		4.93	
	Klojinčių skydai SCX	534936	m 2	0,053	8.760	2,279	19.96		19.96	
	Kranai	489131	m aš.val	0,43	28.680	18,49	530.29			530.29
2	Pagrindiniai resursai: Betonas, Armatūra	PRN6-10	prvnt		260.580	43	11204.94	0.00	11204.77	0.00
	Betonas	1000320	m 3	1,015	76.840	43,645	3353.68		3353.68	
	Armatūra	P10	t	0,275	663.940	11,825	7851.09		7851.09	
3	Rūšio sienų ir cokolio šiluminis pagrindo m.in. vatos plokštės 100mm storio sluoksniu	N26P-1201	100m 2		607.130	2,76	1675.68	1307.85	364.32	3.51
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	110010300	žm.val	58	8.170	160,08	1307.85	1307.85		
	Sausų klijų mišinys	230404	kg	400	0.330	1104	364.32		364.32	
	Smūkus mechanizmai su el. varikliais	489244	m aš.val	2,4	0.530	6,624	3.51			3.51
4	Pagrindiniai resursai: Plokštė putų polistireno grindimis, Pagrindo min. vatos plokštės	PRN26P-1201	100m 2		315.000	2,76	869.40	0.00	869.40	0.00
	Pagrindo min. vatos plokštės	572322	m 3	10,5	30.000	28,98	869.40		869.40	
Iš viso už poskyrį 1.1.1 Gėlbetoninis röstverkas							18190.63	4984.41	12672.34	533.80
Iš viso už skyrį 1.1 Pamatai							18190.63	4984.41	12672.34	533.80
Sklyrus 1.2 Laukinės sienos										
1.2.1 Laikančios medinės sienos										
5	Sienų išorės apkalimas obliuotomis 22mm storio lentomis 75 ir 150mm pločio	N10P-0504	100 m 2		1596.780	2,7	4311.31	1181.47	3127.26	2.58
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	110010350	žm.val	51	8.580	137,7	1181.47	1181.47		
	Vinys statybinis	120030	kg	5,5	1.080	14,85	16.04		16.04	
	Apvadinė lentjuostė, medinė, obliuota	534037	m	0,001	2.840	0,0027	0.01		0.01	
	Obliuotas medinis išorinis apkalimas	534295	m 3	2,97	387.980	8,019	3111.21		3111.21	
	Smūkus mechanizmai su el. varikliais	489244	m aš.val	1,8	0.530	4,86	2.58			2.58
6	Sienų karkasų medinių tašelių 50x50 tvirtinimas prie medinių sienų konstrukcijų	N10P-0501-1	100 m		140.580	3,5	492.03	274.51	216.69	0.83
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	110010300	žm.val	9,6	8.170	33,6	274.51	274.51		
	Vinys statybinis	120030	kg	4	1.080	14	15.12		15.12	
	Apipjauti tašeliai ir tašai (spygl., paprastai)	534036	m 3	0,263	218.980	0,9205	201.57		201.57	
	Smūkus mechanizmai su el. varikliais	489244	m aš.val	0,45	0.530	1,575	0.83			0.83
7	Sienų garo, vėjo izoliacijos įrengimas iš garo izoliacinia plėvele	N10P-0505	100 m 2		89.210	2,7	240.87	161.35	79.53	0.00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	110010250	žm.val	8	7.470	21,6	161.35	161.35		
	Vinys statybinis	120030	kg	0,05	1.080	0,135	0.15		0.15	
	Plėvelė polietilėninė garo izoliacinė	220730	m 2	105	0.280	283,5	79.38		79.38	
8	Sienų 200mm storio rentimas iš tašų	N10P-0101	100 m 2		7050.890	2,7	19037.40	6069.49	12742.59	225.32
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	110010350	žm.val	262	8.580	707,4	6069.49	6069.49		
	Apipjauti tašeliai ir tašai (spygl., paprastai)	534036	m 3	20,76	218.980	56,052	12274.27		12274.27	
	Universalinės mineralinės vatos plokštės	570193	m 3	2,5	30.180	6,75	203.72		203.72	
	Hidroizoliaciniai tarpikliai	570842	m	40	2.450	108	264.60		264.60	
	Kranai ant automobilio važiuoklės keliam. galios iki 10t	489034	m aš.val	2,3	28.680	6,21	178.10			178.10
	Smūkus mechanizmai su el. varikliais	489244	m aš.val	33	0.530	89,1	47.22			47.22
9	Sienų garo, vėjo izoliacijos įrengimas iš vėjo izoliacinia plėvele	N10P-0505	100 m 2		161.660	2,7	436.48	161.35	275.15	0.00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	110010250	žm.val	8	7.470	21,6	161.35	161.35		
	Vinys statybinis	120030	kg	0,05	1.080	0,135	0.15		0.15	
	Plėvelė diržuinė	220730-1	m 2	105	0.970	283,5	275.00		275.00	
10	Sienų karkasų medinių tašelių 50x50 tvirtinimas prie medinių sienų konstrukcijų	N10P-0501-1	100 m		140.580	3,5	492.03	274.51	216.69	0.83
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	110010300	žm.val	9,6	8.170	33,6	274.51	274.51		
	Vinys statybinis	120030	kg	4	1.080	14	15.12		15.12	
	Apipjauti tašeliai ir tašai (spygl., paprastai)	534036	m 3	0,263	218.980	0,9205	201.57		201.57	
	Smūkus mechanizmai su el. varikliais	489244	m aš.val	0,45	0.530	1,575	0.83			0.83
11	Sienų 50 šiluminės izoliacijos įrengimas	N10P-0507	100 m 2		403.550	2,7	1089.59	661.77	427.80	0.00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	110010300	žm.val	30	8.170	81	661.77	661.77		
	Universalinės mineralinės vatos plokštės	570193	m 3	5,25	30.180	14,175	427.80		427.80	

52	Šlaitinių stogų grebėstavimas tašeliais 50x50m m	N12P-0201	100m		132.370	752	99542.24	49150.72	44817.37	5571.19
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	110010300	žm.val	8	8.170	6016	49150.72	49150.72		
	Vinys statybinis	120030	kg	2,06	1.080	1549,12	1673.05		1673.05	
	Aplojanti tašeliai ir tašai (spygli, paprastai)	534036	m 3	0,262	218.980	197,024	43144.32		43144.32	
	Kranai	489131	m aš.val	0,25	28.680	188	5391.84			5391.84
	Smulkus mechanizmai su el.varikliu	489244	m aš.val	0,45	0.530	338,4	179.35			179.35
53	Šlaitinių stogų plėvelinės garo, vėjo izoliacijos įrengimas, klojant plėvelę iš viršaus.	R62P-5206	100m 2		79.370	4,48	355.58	210.83	144.74	0.00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	110010250	žm.val	6,3	7.470	28,224	210.83	210.83		
	Vinys statybinis	120030	kg	0,1	1.080	0,448	0.48		0.48	
	Plėvelė polietileninė garo izoliacinė	220730	m 2	115	0.280	515,2	144.26		144.26	
54	Šlaitinių stogų dengimas plieniniais žarpių imitacijos lakštais perdengiant, paduodant medžiagas į 7m aukštį	N12P-0604	100m 2		350.110	4,48	1568.49	1037.84	331.52	199.11
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	110010350	žm.val	27	8.580	120,96	1037.84	1037.84		
	Lakštai metaliniai profiliuoti stogų dangoms	90291	m 2	100	0.280	448	129.92		129.92	
	Saviršiniai sraigtai metalui	120323	vnt	750	0.060	3360	201.60		201.60	
	Kranai	489131	m aš.val	1,4	28.680	6,272	179.88			179.88
	Smulkus mechanizmai su el.varikliu	489244	m aš.val	8,1	0.530	36,288	19.23			19.23
	Iš viso už poskyrį 1.5.1 Medinis šlaitinis stogas						112673.08	55314.75	50640.34	6714.97
	Iš viso už skyrį 1.5 Stogas						112673.08	55314.75	50640.34	6714.97
	Iš viso						217753.13	86609.75	122472.52	8667.94
	Pagalbinių medžiagų vertė						3674.18	0	3%	0
	Papildomų mechanizmų vertė						260.04	0	0	3%
	Papildomas darbo uždarbis						6928.78	8%	0	0
	Iš viso						228616.12	93538.53	126146.70	8927.98
	Soc. draudimas						1674.34	1.79%	0	0
	Statinio statybos išlaidos						230290.46	95212.87	126146.70	8927.98
	Statybinių išlaidos						20725.88	9%	9%	9%
	Iš viso tiesioginės išlaidos						251016.34	103782.03	137499.90	9731.50
	Pridėtinės išlaidos						19549.55	20.9%	0	0
	Pelnas						13528.15	5%	5%	5%
	Iš viso su netiesioginėmis išlaidomis						284091.12	129498.16	144374.89	10218.07
	Įrengimai						0.00		0	
	Bendra vertė be PVM						284091.12	129498.16	144374.89	10218.07
	PVM						59659.14	21%	21%	21%
	Bendra vertė su PVM						343750.26	156692.77	174693.62	12363.86

Sudarė: @ Sudarytojas