



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Justinas Bureikis

**MODERNIZUOJAMŲ GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ
SKAITMENINIS STATYBOS MODELIS**

DIGITAL MODEL FOR RESIDENTIAL BUILDINGS MODERNIZATION

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

Statybų technologijos studijų kryptis

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

prof. E. K. Zavadskas

(Vardas, pavardė)

(Data)

Justinas Bureikis

**MODERNIZUOJAMŲ GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ
SKAITMENINIS STATYBOS MODELIS**

DIGITAL MODEL FOR RESIDENTIAL BUILDINGS MODERNIZATION

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

Statybų technologijos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Vaidotas Šarka

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

2012-05-28

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas lekt. Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

2012-05-22

(Data)

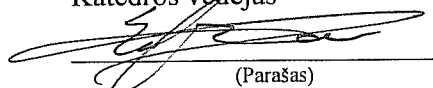
VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJOS IR VADYBOS KATEDRA

Statybų technologijos studijų kryptis

Statybos technologijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos technologijų ir vadybos specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas



(Parašas)
prof. E. K. Zavadskas
(Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS

.....Nr.
Vilnius

StudentuiJustinui Bureikiui.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema:

Modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninis statybos modelis.....

patvirtinta 2011 m. gruodžio 15 d. dekanų potvarkiu Nr. ...765 st....

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2012 m. gegužės 25 d.

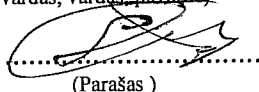
BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

- 1) ištirti pagrindines Lietuvos gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo problemas;
- 2) ištirti, kaip informacinės – skaitmeninės technologijos paveiktų gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos procesų etapus, didintų darbo našumą ir efektyvumą;
- 3) pateikti modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninį statybos modelį. Palyginti su įprastiniu modernizacijos modeliu.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

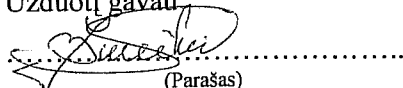
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas


(Parašas)

.....doc. dr. Vaidotas Šarka.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau


(Parašas)

.....Justinas Bureikis.....
(Vardas, pavardė)

.....2011-01-20.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Statybos fakultetas
Statybos technologijos ir vadybos katedra

ISBN
Egz. sk.
Data-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Statybos technologijų ir valdymo** programos baigiamasis darbas

Pavadinimas **Modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninis statybos modelis**

Autorius **Justinas Bureikis**

Vadovas **doc. dr. Vaidotas Šarka**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamojo darbo tikslas – suformuoti modernizuojamiems gyvenamiesiems daugiabučiams namams skaitmeninį statybos modelį, kurio pagrindu Lietuvoje būtų rengiami aukštesnės kokybės, didesnio ekonominio efektyvumo projektai ir sparčiau vykėtų gyvenamųjų namų atnaujinimas. Darbe nagrinėjama būsto atnaujinimo programos eiga, apibendrinami rezultatai ir problemos. Apžvelgiamos mokslininkų siūlomos projektavimo, statybos valdymo, efektyvumo didinimo priemonės statyboje ir pastatų atnaujinime. Aprašomos informacinių srautų koordinavimo technologijos (ICT), pastato informacinio modelio (BIM) sistemos, jų panaudojimo galimybės pastato gyvavimo laikotarpiu. Darbo rengimo metu buvo atliktas mokslinis tyrimas – apklausa, kurio metu nustatyti daugiabučių namų modernizacijos proceso dalyvių poreikiai bei skaitmeninių technologijų poveikis modernizacijos procesams. Remiantis apklausos duomenimis sukuriamas skaitmeninis statybos modelis, kuris pritaikomas praktikoje. Darbas apibendrinamas, pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

Darbą sudaro 7 dalys: įvadas, būsto atnaujinimo programos apžvalga, mokslinės literatūros ir kitų mokslininkų tyrimų apžvalgos, tyrimas, modelio sudarymas, išvados ir pasiūlymai, literatūros šaltinių sąrašas.

Darbo apimtis – 79 p. teksto be priedų, 39 paveikslai, 26 lentelės, 61 bibliografinis šaltinis.

Atskirai pridedami darbo priedai

Prasminiai žodžiai: būsto atnaujinimo programa, gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacija, statybos efektyvumas, skaitmeninės technologijos, pastato informacinis modelis (BIM), 4D modeliavimas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Civil Engineering
Department of Construction Technology and
Management

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

Master Degree Studies **Construction Technologies and Management** study programme
Master's Thesis

Title **Digital model for residential buildings modernization**
Author **Justinas Bureikis**
Academic supervisor **Assoc Prof Dr Vaidotas Šarka**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

The aim of this thesis paper is to create a digital construction model for blocks of flats undergoing the process of modernization which would serve as the basis for higher quality and more cost-effective construction projects in Lithuania and facilitate a quicker renovation of dwelling-houses. The paper analyzes the progress of the renovation programme, summarizes results and issues. The means suggested by scientists regarding the design, construction management, and effectiveness of building renovation are reviewed. Information and communication technologies (ICT), building information model (BIM) systems and their application throughout the lifetime of a building are described. A scientific research questionnaire – was conducted and the needs of the participants of the modernization process and the influence of digital technologies on modernization were determined. A digital construction model was created based on the questionnaire data and put into practice. A summary, conclusions, and suggestions are provided.

The paper consists of 7 parts: introduction, dwelling renovation programme review, scientific literature and research review, research, model creation, conclusions and suggestions, bibliography.

Thesis consists of: 79 pages of text without appendixes, 39 pictures, 26 tables, 61 bibliographical entries.

Appendixes included.

Keywords:

modernization process, renovation of dwelling-houses, digital construction, building information model (BIM), 4D modelling.

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Justinas Bureikis, 20065276

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statybos technologijos ir valdymas, STVfm-10

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2012 m. gegužės 18 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninis statybos modelis“ patvirtintas 2011 m. gruodžio 15 d. dekanų potvarkiu Nr. 765st, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parengiant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: doc. dr. Vaidotas Šarka. Mano darbo vadovas doc. dr. Vaidotas Šarka.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.



Justinas Bureikis

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	8
LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
SANTRUMPOS	10
IVADAS	11
1. GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ MODERNIZACIJOS APŽVALGA.....	13
1.1. Gyvenamųjų daugiabučių namų būklės įvertinimas.....	13
1.2. Gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo tikslingumas.....	14
1.3. Būsto modernizavimo programos įgyvendinimo eiga Lietuvoje	15
1.4. Būsto modernizavimo programos pagrindiniai etapai.....	16
1.5. Būsto modernizavimo programos rezultatai Lietuvoje	19
1.6. Priežastys, lėtinančios daugiabučių namų atnaujinimą Lietuvoje	20
1.7. Užsienio šalių daugiabučių namų atnaujinimo patirtis.....	22
2. STATYBOS PROCESO EFEKTYVUMĄ DIDINANČIŲ SKAITMENINIŲ PRIEMONIŲ APŽVALGA MOKSLINĖJE LITERATŪROJE.....	26
2.1. Statybos sektoriaus efektyvumas.....	26
2.2. Lietuvos statybos sektoriaus skaitmeninis lygis.....	27
2.3. Įprastinis statybos modelis	28
2.4. Automatizuotas statybos procesų modelis.....	29
2.4.1. Modelio standartizacija – IFC.....	30
2.4.2. Modelio techninės savybės	31
2.4.3. Skaitmeninio modelio panaudojimo galimybės statyboje	32
2.5. Skaitmeninių technologijų įtaka pradiniam projekto įgyvendinimo etape	33
2.6. Skaitmeninių technologijų įtaka projekto valdymui ir kontrolei.....	35
2.7. Skaitmeninių technologijų taikymas eksploataavimo metu	37
2.8. Skaitmeninės technologijos pastatų atnaujinime.....	38
2.9. Priežastys, stabdančios skaitmeninių technologijų plėtrą	41
3. GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ MODERNIZACIJOS PROCESO DALYVIŲ TYRIMAS	42
3.1. Tyrimo metodika	42
3.2. Tyrimo dalyvių imtis	43
3.3. Tyrimo rezultatai	44
3.3.1. Užsakovų apklausos rezultatai.....	44
3.3.2. Projektų rengėjų apklausos rezultatai	50
3.3.3. Rangovų apklausos rezultatai	57
4. MODERNIZUOJAMŲ GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ SKAITMENINIS STATYBOS MODELIS.....	64
4.1. Skaitmeninis statybos modelis	64
4.2. Modernizacijos modelių vertinimas	68
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	73
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	75
PRIEDAI	80

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Lietuvos daugiabučių namų pasiskirstymas pagal statybos metus (Alternatyvių energijos...2010).....	13
1.2 pav. Daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo procesas	17
1.3 pav. Suteikta valstybės parama daugiabučių namų savininkams pagal savivaldybes, mln. Lt (Daugiabučių namų...2011)	19
1.4 pav. Baigtų modernizacijos projektų skaičius šalyje (Daugiabučių namų...2011)	19
1.5 pav. Gyventojų nuomonės pasiskirstymas daugiabučių namų atnaujinimo klausimu	21
(Bačiauskas et. al 2010).....	21
1.6 pav. Hellersdorfo rajonas prieš atnaujinimą: a – iš viršaus, b – iš šono (Expo...2000)	23
1.7 pav. Danijos „skaitmeninės statybos“ modelis (Brinck 2008).....	24
2.1 pav. ES-27 šalių statybos sektoriaus darbo našumas 2008 metais. Apskaičiuota pridėtinė vertė vienam dirbančiam asmeniui (Dzikas 2010)	26
2.2 pav. Statybos informacijos vartojimo lygiai (Froese 2010).....	27
2.3 pav. Automatizuotas statybos modelis (Aksomitas 2012).....	29
2.4 pav. Projekto rizikos sumažėjimas taikant efektyvesnius modelius (Issa <i>et al.</i> 2009)	33
2.5 pav. Projekto kaštų ir rizikos priklausomybės (Šarka <i>et al.</i> 2011)	34
2.6 pav. 3D statinio modeliavimas (Arayici <i>et al.</i> 2011)	35
2.7 pav. Įprastas informacijos apsikeitimo modelis (Linderoth 2009).....	35
2.8 pav. Informacijos apsikeitimas naudojant skaitmeninį modelį (Linderoth 2009).....	36
2.9 pav. Buonconsiglio pilies Trento Italijoje informaciniai modeliai (Rizzi <i>et al.</i> 2007)	39
3.1 pav. Modernizacijos etapų vertinimas	45
3.2 pav. Konkurso laimėtojo pasirinkimo priemonių vertinimas pagal užsakovus	47
3.3 pav. Užsakovų išskirti veiksniai, optimizuojantys konkursų rengimo darbus	48
3.4 pav. Užsakovų modernizacijos projektų vykdymo kontrolės būdų veiksmingumo vertinimas	48
3.5 pav. Skaitmeninių technologijų įtaka būsto modernizacijos etapams.....	49
3.6 pav. Užsakovų proceso dalyvių veiklos įvertinimas	50
3.7 pav. Problemos, kylančios projektuotojams dalyvaujant modernizacijos konkursuose	51
3.8 pav. Problemos, kylančios projektuotojams rengiant modernizacijos projektus	52
3.9 pav. Konkurso laimėtojo pasirinkimo būdų vertinimas pagal projektuotojus	53
3.10 pav. Projektuotojų išskirti veiksniai, optimizuojantys konkursų rengimą	53
3.11 pav. Problemos, su kuriomis susiduria projektuotojai rengdami projektus 2D erdvėje.....	54
3.12 pav. Projektuotojų proceso dalyvių veiklos įvertinimas	56
3.13 pav. Problemos, kylančios rangovams dalyvaujant modernizacijos konkursuose.....	58
3.14 pav. Konkurso laimėtojo pasirinkimo būdų vertinimas pagal rangovus.....	59
3.15 pav. Statybininkų išskirti veiksniai, optimizuojantys konkursų rengimą	59
3.16 pav. Problemos, kylančios rangovams rengiant modernizacijos projektus.....	60
3.17 pav. Rangovų proceso dalyvių veiklos įvertinimas	62
4.1 pav. Modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninis statybos modelis	64
4.2 pav. Ekonomiškai naudingas projektas	65
4.3 pav. Informacijos apsikeitimo tvarka naudojant skaitmeninį modelį (Brinck 2008).....	66
4.4 pav. Modelio naudojimo nauda laiko atžvilgiu (Šarka 2010)	67
4.5 pav. Modernizuojamas gyvenamasis daugiabutis namas (Gapšytė 2012).....	70
4.6 pav. Informacinis pastato modelis (Gapšytė 2012).....	71

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Lietuvos daugiabučių namų rodikliai (Alternatyvių energijos...2010).....	13
1.2 lentelė. Lietuvos daugiabučių namų pasiskirstymas pagal aukštumą (Alternatyvių energijos...2010).....	14
2.1 lentelė. BIM nauda statybos proceso etapuose (Liu <i>et al.</i> 2011)	32
2.2 lentelė. Fasadų techninės būklės vertinimas (Sampio <i>et al.</i> 2010)	38
3.1 lentelė. Užsakovų anketos adresatai.....	43
3.2 lentelė. Projektų rengėjų anketos adresatai	43
3.3 lentelė. Projektų rangovų anketos adresatai	43
3.4 lentelė. Būsto modernizavimo programos vertinimas.....	44
3.5 lentelė. Priežastys, skatinančios dalyvauti programoje.....	44
3.6 lentelė. Priežastys, stabdančios būsto atnaujinimo plėtrą	45
3.7 lentelė. Informacijos apsikeitimo priemonių vertinimas.....	46
3.8 lentelė. Užsakovams dažniausiai kylančios problemos, vykdant konkursus	46
3.9 lentelė. Užsakovams dažniausiai kylančios problemos po konkurso laimėjimo	47
3.10 lentelė. Skaitmeninių technologijų įtaka būsto atnaujinimo programos plėtrai.....	49
3.11 lentelė. Modernizacijos darbų apimtys projektavimo įmonėse.....	51
3.12 lentelė. Projektuotojų nurodytas pakeitimų kiekis modernizacijos projektuose	52
3.13 lentelė. Projektuotojų dažniausiai naudojami informacijos apsikeitimo būdai.....	55
3.14 lentelė. Išlaidų dalis tenkanti IT projektavimo įmonėse	56
3.15 lentelė. Modernizacijos darbų apimtys statybos įmonėse	57
3.16 lentelė. Rangovų nurodytas pakeitimų kiekis modernizacijos projektuose	58
3.17 lentelė. Rangovų dažniausiai naudojami informacijos apsikeitimo būdai.....	60
3.18 lentelė. Rangovų naudojama programinė įranga vykdant modernizacijos statybos darbus	61
4.1 lentelė. Modernizacijos priemonių efektyvumo vertinimo variantai (Šarka <i>et al.</i> 2011)....	65
4.2 lentelė. Modernizacijos modelių vertinimas	68
4.3 lentelė. Objekto kiekių palyginimas (Gapšytė 2012).....	71
4.4 lentelė. Objekto sąmatinės vertės palyginimas (Gapšytė 2012).....	72

SANTRUMPOS

BIM – pastato informacinis modelis (Building Information Model);
BLM – pastato gyvavimo ciklo vadyba (Building Lifecircle Management);
BUPA – būsto ir urbanistinės plėtros agentūra;
BVP – bendrasis vidaus produktas;
EIB – europos investicijų bankas;
ES – Europos Sąjunga;
ES 27 – Europos Sąjungos 27 šalys narės;
GIS – geografinės informacinės sistemos;
IAI – tarptautinis tarpininkavimo aljansas;
ICT – informacinės ir komunikacinės technologijos (Information Communication Technology);
IP – investicinis planas;
IBM – vaizdu paremtas modeliavimas (Image – Based Modeling);
IRT – infaraudonųjų spindulių spektras (IR Thermography);
UV – ultravioletinių spindulių spektras;
RBM – modeliavimas aklyviais jutikliais (Range – Based Modelling);
NT – nekilnojamas turtas;
NTR – nekilnojamojo turto registras;
KfN – Vokietijos pagrindinė modernizavimo programa – „Rekonstrukcijos finansavimas“.

IVADAS

Apie 96 % daugiabučių namų Lietuvoje yra pastatyti iki 1993 metų. Dauguma tokių pastatų sudaro per paskutinius keturis dešimtmečius pastatyti stambiaplokščiai daugiabučiai namai, kurie yra jau fiziškai ir morališkai pasenę. Energinės savybės tokiuose pastatuose neatitinka dabartinių standartų ir viršija juos 1,5 – 2 kartus. Didėjant šiluminės energijos ir kuro kainoms, gyvenimas tokiuose pastatuose yra brangus, nes jų eksploatacijai žiemą, būsto išlaikymui bei energiniams ištekliams, žmonės išleidžia didžiąją savo pajamų dalį. Kiekvienais metais iš valstybės biudžeto skiriama apie 150 mln. Lt kompensacijoms už šildymą ir karštą vandenį mažas pajamas turinčioms šeimoms. Didėjant energijos kainoms, vis daugiau Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto lėšų reikia skirti kompensacijoms. Daugelį energijos išteklių Lietuva importuoja, todėl tai neigiamai veikia jos mokėjimo balansą, šalis tampa priklausoma nuo Rusijos importuojamų dujų kainos, kuri yra viena didžiausių Europos Sąjungoje. Tad nieko keisto, kad daugiabučių namų atnaujinimas ir energetinio efektyvumo juose didinimas šiandien yra vienas iš prioritetinių valstybės uždavinių.

Vienas iš svarbiausių Lietuvos būsto strategijos tikslų – užtikrinti efektyvų esamo būsto naudojimą, priežiūrą, atnaujinimą ir racionalų energijos išteklių vartojimą. Strategijoje numatyta iki 2020-ųjų metų atnaujinti apie 70 % daugiabučių pastatų, pastatytų iki 1993 metų, o vidutinis prognozuojamas energijos sutaupymas sieks 30 % (Daugiabučių namų...2004).

Deja, kad būtų pasiekti šie deklaruojami siekiai, Lietuvoje kiekvieną darbo dieną turėtų būti atnaujinta daugiau nei 10 daugiabučių namų. Tačiau šiuo metu faktiškai įgyvendinta ir įgyvendinama apie 720 modernizavimo projektų, sudarančių tik 1,43 % numatyto atnaujinti namų skaičiaus (Bačiauskas *et. al* 2010).

Remiantis 2010 metais atlikto valstybinio audito duomenimis, daugiabučių namų atnaujinimo proceso plėtra vyksta lėtai dėl daugelio priežasčių, iš kurių svarbiausios yra šios:

- 1) nepasitikėjimas šalies valdžia;
- 2) gyventojai negauna patikimų duomenų apie pagal programą vykdomo modernizavimo naudą ir rezultatus;
- 3) esama proceso etapų priežiūra ir kontrolė nepakankama ir nepadeda pasiekti investiciniuose projektuose numatytų rezultatų;
- 4) maža gyventojų perkamoji galia;
- 5) neužtikrinama modernizavimo proceso priemonių (projektavimo, statybos, techninės priežiūros darbų) kontrolė;
- 6) nelanksti valstybės paramos skyrimo tvarka;
- 7) pirkimų ir pakeitimų procesai realiai veikia neatsižvelgiant į statybos reglamentavimo ypatumus, dalyvių atsakomybes.

Darbo aktualumas. Daugiabučių namų modernizavimas yra ne tik ilgalaikis, bet ir daugialypis procesas organizaciniu požiūriu. Jis apima būsto savininkus, būstą prižiūrinčias įmones, projektavimo, inžinerinių tyrimų paslaugas teikiančias rangos kompanijas, finansines bei valdžios institucijas, kitas organizacijas. Be to, šiame procese dalyvauja tiek didžiulės valstybės biudžeto, tiek privačios lėšos. Sudėtinga struktūra, ilgas projektų įgyvendinimo periodas lemia tai, kad modernizavimo proceso sėkmė priklauso nuo daugelio faktorių ir yra veikiamą skirtingų interesų. Nesuderinus visų dalyvių pozicijų dėl blogo koordinavimo ir komunikavimo statybinių projekto metu prarandama 25 – 30 % projekto kaštų (Sjogren 2007), nukenčia pačio projekto kokybė, įgyvendinimo laikas. Todėl labai svarbu, kad valstybinė daugiabučių namų atnaujinimo programa pasižymėtų stabilumu ir efektyviu valdymu. Stabilumas turėtų būti būdingas tiek investicijų projektų finansavimo schemai, tiek projektų įgyvendinimo procedūroms. Tai galima užtikrinti ir spręsti aktyviau naudojant informacines – skaitmenines technologijas modernizacijos procesuose.

Informacinės – skaitmeninės technologijos tai metodų ir priemonių visuma, kurie yra naudojami informacijai apdoroti. Itin sparčiai besivystančiai ir tobulėjančiai statybų pramonei informacinės technologijos turi didelę reikšmę: be jų statybų procesus suvaldyti tampa neįmanoma. Tokios skaitmeninės technologijos, kaip pastato informaciniai modeliai (toliau – BIM), informacinės ir komunikacinės technologijos (toliau – ICT), suteikia nuoseklią sistemą, pritaikomą projektų valdymo, informacijos naudojimo ir apsisiekimo tarp statybos dalyvių per produkto ar projekto gyvavimo ciklo etapą ir automatizuoja procesus, verslo sistemas daug efektyviau.

Šio baigiamojo **darbo tikslas** – suformuoti modernizuojamiems gyvenamiesiems daugiabučiams namams skaitmeninį statybos modelį, kurio pagrindu Lietuvoje būtų rengiami aukštesnės kokybės, didesnio ekonominio efektyvumo projektai ir sparčiau vykėtų gyvenamųjų namų atnaujinimas.

Darbo uždaviniai.

- 1) ištirti pagrindines gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo problemas Lietuvoje;
- 2) ištirti, kaip informacinės – skaitmeninės technologijos paveiktų gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos procesų etapus, didintų darbo našumą ir efektyvumą;
- 3) pateikti modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninį statybos modelį. Palyginti su standartiniu modernizacijos modeliu.

Darbo metodai.

- 1) išanalizuoti gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo eigą, procesus Lietuvoje;
- 2) apžvelgti mokslininkų siūlomas projektavimo, statybos valdymo, efektyvumo didinimo, koordinavimo ir komunikavimo priemones;
- 3) atlikti gyvenamųjų daugiabučių namų programos dalyvių apklausą bei nustatyti jų poreikius.

1. GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ MODERNIZACIJOS APŽVALGA

1.1. Gyvenamųjų daugiabučių namų būklės įvertinimas

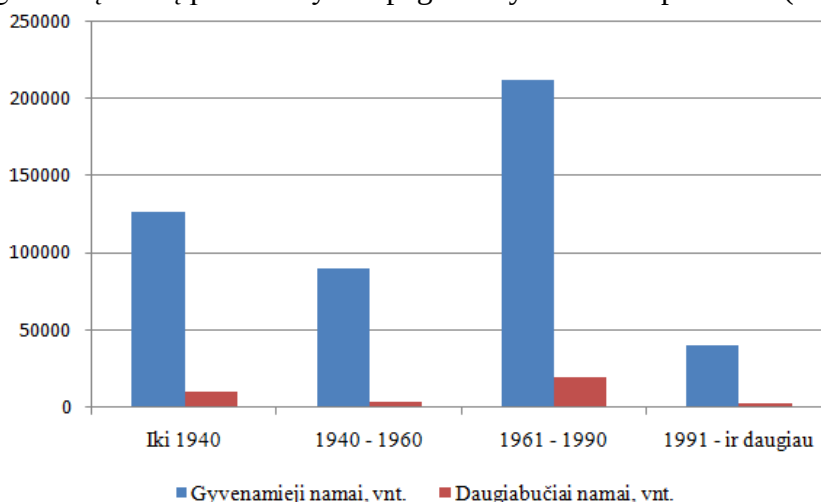
Daugiabutis gyvenamasis namas yra apibrėžiamas kaip trijų ir daugiau butų gyvenamasis namas, skirtas gyventi trimis ir daugiau šeimų (Gurskienė 2008). Remiantis valstybinės įmonės „Registrų centras“ teikiamais duomenimis, 2010 metų sausio 1 dieną Lietuvoje buvo 466819 gyvenamieji pastatai. Iš jų 37266 buvo trijų ir daugiau butų gyvenamieji namai. Lietuvos daugiabučių namų pasiskirstymas pagal vietovę pateiktas 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Lietuvos daugiabučių namų rodikliai (Alternatyvių energijos...2010)

	Pastatų skaičius	Bendras plotas, m ²	Tūris, m ³	Pastatų užimtas žemės plotas, m ²
Iš Viso šalyje	37266	51386314	197876279	14238214
Mieste	26857	460328203	177460858	11582235
Kaime	10409	5348111	20415421	2655979

Remiantis pateiktais duomenimis, daugiabučių namų skaičius kaime yra 2,6 karto mažesnis negu mieste, tačiau plotų ir tūrių santykis siekia 8,6 ir 8,7 kartus.

Lietuvos daugiabučių namų pasiskirstymas pagal statybos metus pateiktas (1.1 pav.).



1.1 pav. Lietuvos daugiabučių namų pasiskirstymas pagal statybos metus (Alternatyvių energijos...2010)

Galima teigti, kad aktyviausia daugiabučių pastatų statyba buvo nuo 1961 iki 1990 metų. Šiuo periodu pastatyti daugiabučiai gyvenamieji namai užima apie 72,5 % viso daugiabučių fondo ploto. Atitinkamai iki 1940 metų statytų pastatų dalis sudaro 7,4 %, o nuo 1940 iki 1960 – 4,4 %.

Analizuojant Lietuvos daugiabučių namų skirstymą pagal konstrukcijų tipą, pastebima, kad iki 1940 metų namai buvo statomi plytų mūro ir medinių rąstų. Nuo 1940 m. dominavo plytų mūro gyvenamieji namai. Trečiuoju periodu nuo 1961 – 1990 m. gyvenamieji namai daugiausia buvo masinės industrinės gamybos ir statomi iš stambiaplokščių elementų. Šis periodas pasižymi ypač sparčiai šalyje vykusiu urbanizacijos procesu, augo miestuose pramonė, didėjo miesto gyventojų skaičius. Nuo 1991 iki 2004 metų gyvenamųjų namų statybos kiekiai yra nežymūs, lyginant su

ankstesniais periodais. Nuo 2004 iki 2008 metų šalyje galima išskirti vykusį nekilnojamojo turto bumą. Šiuo metu NT rinkoje jaučiama stagnacija, o naujus projektus įgyvendina tik keletas stambesnių bendrovių.

Vertinant Lietuvos gyvenamųjų namų pasiskirstymą pagal aukštingumą (1.2 lentelė), galima teigti, kad didžiausią daugiabučių namų dalį sudaro 3 – 5 aukštų namai, kuriuose yra 62,2 % visų daugiabučių ploto. 16,9 % ploto yra 6 – 9 aukštų daugiabučiuose, 14,7 % – 1 – 2 aukštų, 3,7 % – 10 – 12 aukštų ir 1,5 % – 13 ir aukštesniuose daugiabučiuose.

1.2 lentelė. Lietuvos daugiabučių namų pasiskirstymas pagal aukštingumą (Alternatyvių energijos...2010)

	1 - 2 aukštai	3 - 5 aukštai	6 - 9 aukštai	10 - 12 aukštų	13> aukštai
Daugiabučiai pastatai, vnt.	20888	13807	2021	426	124
Daugiabučiai pastatai, m ²	7579382	32453331	8671840	1905265	776504

Dauguma pastatų, statytų iki 1993 metų, yra ekonomiškai neefektyvūs ir reikalauja skubaus atnaujinimo. Remiantis daugiabučių namų atnaujinimo programa, būtent šių pastatų savininkai gali gauti valstybės paramą būsto modernizavimui. Mokslininkų teigimu, visų šių daugiabučių atnaujinimas kainuotų apie 32 mlrd. litų (Statybų žinios 2010).

Remiantis Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos duomenimis, 46,97 % daugiabučių yra aprūpinami šiluma iš centralizuotų šilumos tinklų. Likusi dalis šilumą gauna iš individualių katilinių, įrengtų prie pastato ar pačiuose pastatuose.

Apibendrinant pateiktus duomenis matyti, kad daugiausia daugiabučių gyvenamųjų namų yra sukoncentruota miestuose ir yra statyti 1961-1990 metų laikotarpiu. Vyrauja 3 – 5 aukštų namai. Beveik pusę nagrinėjamų daugiabučių namų fondo šiluma aprūpina centralizuoti šilumos tinklai.

1.2. Gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo tikslingumas

Apie 80 % miestų gyventojų gyvena daugiabučiuose namuose. Daugelis šių namų yra nusidėvėję, jų būklė dėl nepakankamos priežiūros, mažų investicijų nuolat blogėja. Energinės savybės neatitinka dabartinių standartų ir viršija juos 1,5 – 2 kartus. Vis didėjančios energijos išteklių kainos didina gyventojų išlaidų dalį, skiriamą padengti šioms išlaidoms, tai atitinkamai mažina šalies gyventojų perkamąją galią. Todėl energijos taupymas ir jos tausojimas yra vienas prioritetinių valstybės uždavinių.

Daugiabučių namų sektorius turi didžiausią energijos taupymo potencialą šalyje – apie 3 TWh energijos per metus (Bačiauskas *et. al* 2010). Esant nustatytai 2012 metais vidutinei šilumos energijos kainai – 0,30 Lt/kWh, daugiabučių atnaujinimas leistų per metus sutaupyti apie 900 mln. Lt. Taigi daugiabučių namų modernizavimas leistų Lietuvai įgyvendinti energijos taupymo įsipareigojimus, sumažinti gyventojų šildymo išlaidas, pasiekti geresnės gyvenimo kokybės, racionalaus išteklių naudojimo ir biudžeto išlaidų mažinimo būsto šildymo išlaidoms kompensuoti.

1.3. Būsto modernizavimo programos įgyvendinimo eiga Lietuvoje

Pirmieji gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo žingsniai Lietuvoje prasidėjo 1996 metais, kai buvo įgyvendinamas Energijos taupymo demonstracinis projektas, kurio metu sukurtos finansinės, teisinės, institucinės galimybės atnaujinti daugiabučius namus. Projekto įgyvendinimo metu atnaujinta daugiau nei 700 daugiabučių pastatų. Bendra investicijų suma yra daugiau kaip 70 mln. Lt. Įgyvendinus energiją taupančias priemones, projekte dalyvavusiuose daugiabučiuose namuose energijos suvartojimas sumažėjo vidutiniškai 24 % kai kuriais atvejais, įgyvendinus didesnės apimties projektus, daugiau kaip 50 %.

Nuo 2005 m. pagal programą įgyvendinami daugiabučių namų modernizavimo projektai finansuojami iš valstybės biudžeto, gyventojų ir komercinių bankų suteiktų paskolų be užstato lėšų. Programai įgyvendinti konkurso būdu buvo atrinkti septyni komerciniai bankai, su kuriais būsto savininkai pasirašė apie 300 paskolų sutarčių už daugiau kaip 83 mln. Lt (Daugiabučių namų...2004).

Pagrindiniai valstybės paramos teikimo principai:

- remti energiniu požiūriu efektyvias priemones;
- paramos dydį diferencijuoti pagal investicijų projektų energinį efektyvumą.

Programos dalyviai:

- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija – proceso koordinatorė;
- Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra (toliau – BUPA) – programos administratorė;
- daugiabučių namų savininkų bendrijos – gyventojų atstovai, namo modernizavimo investicinio projekto diegimo administratorius;
- daugiabučių namų gyventojai – namo modernizavimo investicinių projektų vykdytojai – užsakovai, finansuotojai, naudos ir paramos gavėjai;
- projektuojančios, prižiūrinčios ir statybinės organizacijos – rangovai.

Programos įgyvendinimo pradžioje norinčių pasinaudoti jos galimybėmis butų savininkų buvo gerokai mažiau negu skirta lėšų programai įgyvendinti. 2007 m. padidinta valstybės parama nuo 30 iki 50 %. Brangstanti šilumos energija paskatino daugiabučių namų gyventojus aktyviau pasinaudoti programos teikiamomis galimybėmis. Investicijų projektų skaičius išaugo, tačiau dėl valstybės paramai skirtų lėšų trūkumo nuo 2008 m. birželio mėnesio nauji investicijų projektai nebuvo priimami, todėl atsirado būtinybė ieškoti naujų programos finansavimo galimybių. 2008 m. Europos Komisija pritarė 86 mln. Lt iš Ignalinos 2007 – 2013 metų programos lėšų panaudojimui energijos efektyvumo priemonėms įgyvendinti daugiabučiuose namuose (Daugiabučių namų...2004).

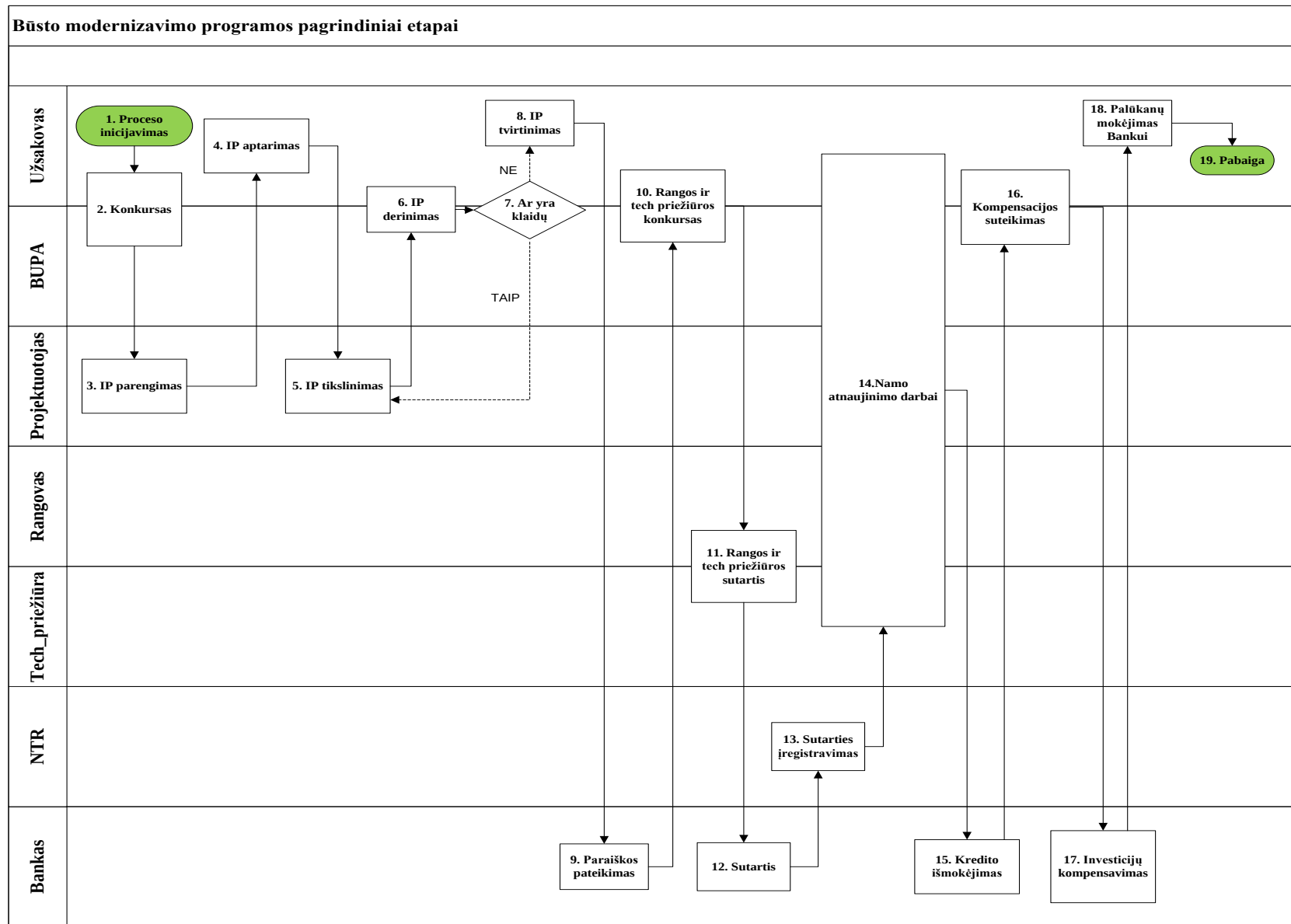
Siekdama paspartinti daugiabučių atnaujinimo procesą, Lietuvos valstybės ir Europos Sąjungos iniciatyva 2009 m. birželio 11 dieną buvo įsteigtas JESSICA Kontroliuojantysis fondas, skirtas finansuoti energijos efektyvumo priemonės daugiabučiuose namuose. Jame numatyta lėšų daugiabučių atnaujinimui pritraukti iš įvairių šaltinių: Europos Sąjungos, valstybės biudžeto lėšų ir pačių gyventojų. Pagal parengtą modelį, lėšos daugiabučiams atnaujinti bus skiriamos iš kontroliuojančiojo fondo, kurį sudaro 516 milijonai litų. Jį įkūrė Lietuvos Respublikos finansų bei aplinkos ministerijos ir Europos investicijų bankas (toliau – EIB). EIB valdomas fondas per finansinius tarpininkus teiks ilgalaikes lengvatines paskolas gyventojams, siekiantiems atnaujinti savo būstą. Lėšos, investuojamos į daugiabučių atnaujinimo projektus, grįš į fondą, ir jas vėl bus galima investuoti. Pagal šią programą valstybė gyventojams iki 2013 m. gruodžio 31 d. butų ir kitų patalpų savininkams kompensuojama 100 % modernizavimo projekto parengimo ir statybos techninės priežiūros atlikimo išlaidų. Nuo 2014 m. sausio 1 d. bus kompensuojama 50 % nurodytų išlaidų, organizuojant projekto įgyvendinimą. Asmenims, turintiems teisę į kompensaciją už šildymą, valstybė apmokės paskolos grąžinimą ir palūkanas. Ne mažiau kaip 20 % sumažinus daugiabučio namo skaičiuojamąsias šiluminės energijos sąnaudas, palyginti su ligtolinėmis energijos sąnaudomis, bus kompensuojama 15 % rangos darbų kainos. Nuo 2012 m. sausio 1 dienos papildomai kompensuojama dar 15 %, jei šiluminės energijos sąnaudos bus sumažintos ne mažiau kaip 40 % (Būsto ir...2012).

1.4. Būsto modernizavimo programos pagrindiniai etapai

Įvertinus gyvenamųjų daugiabučių namų programos įgyvendinimo eigą Lietuvoje, toliau apžvelgsime pagrindinius programos etapus (1.2 pav.), įvardysime dalyvius ir vizualiai pateiksime esamą procesą, kurį tenka įgyvendinti, norint atnaujinti daugiabutį namą.

Pagrindiniai programos dalyviai yra:

- **užsakovas** – namo gyventojai, pirmininkas ar gyventojų paskirtas administratorius;
- **būsto ir urbanistinės plėtros agentūra;**
- **projektavimo įmonė;**
- **rangovai** (statybininkai);
- **statybos techninis prižiūrėtojas;**
- **nekilnojamo turto registras** (toliau – NTR);
- **paskirti bankai.**



1.2 pav. Daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo procesas

1– proceso žingsnis. Būsto atnaujinimo darbai prasideda nuo paruošiamųjų darbų (1 proceso žingsnis). Namų pirmininkas ar administratorius būsto savininkų susirinkime inicijuoja daugiabučio namų atnaujinimo tikslumą. Susirinkimo metu apibendrinama informacija apie namų fizinę ir energetinę būklę bei apžvelgiamos priemonės, kurias būtina įgyvendinti. Aptariamas lėšų poreikis ir kiti susiję klausimai. Namų gyventojai priima ir įformina sprendimą dėl daugiabučio namų atnaujinimo.

2 – 3 proceso žingsnis: namų pirmininkas ar paskirtas administratorius skelbia konkursą investicinio plano (toliau – IP) rengėjui atrinkti. IP nurodomi pagrindiniai namų rodikliai, namų konstrukcijų ir inžinerinių sistemų būklė, numatomo namų atnaujinimo priemonės, preliminari kaina, atsipirkimo laikas ir kiti klausimai (2 ir 3 proceso žingsniai).

4 – 6 proceso žingsnis: namų pirmininkas ar administratorius organizuoja savininkų susirinkimą, kuriame aptariamas IP, teikiami pasiūlymai. Jeigu reikia, IP tikslinama. Parengtas investicinis planas pateikiamas BUPAI, kuri įvertina, ar investicinis planas atitinka teisės aktus, ir jį suderina.

7 – 8 proceso žingsnis: nesant klaidų, IP derinamas ir tvirtinamas daugiabučių namų būsto savininkų susirinkime. Taip pat priimamas sprendimas dėl lėšų skolinimosi.

9 proceso žingsnis: namų pirmininkas ar administratorius kreipiasi į banką dėl kredito. Bankui pateikiamas IP ir kita reikalinga informacija. Įvertinus dokumentus priimamas sprendimas dėl kredito suteikimo.

10 – 11 proceso žingsnis: namų pirmininkas ar administratorius konkurso būtų atranka IP numatytiems statybos darbams ir statybos techninei priežiūrai atlikti.

12 proceso žingsnis: pasirašę rangos darbų sutartis, namų atstovai kreipiasi į banką, kur visų būsto savininkų vardu pasirašo kredito sutartį.

13 proceso žingsnis: namų atstovai įregistruoja kredito sutarties pasirašymo faktą nekilnojamojo turto registre (toliau – NTR). Šis faktas pažymimas atitinkamo pastato ir jame esančių butų registrų įrašė.

14 proceso žingsnis: atliekami IP numatyti darbai ir sprendiniai, parengiamas atliktų darbų perdavimo – priėmimo aktas, kurį pasirašo namų pirmininkas arba administratorius, rangovai, statybos techninis priežiūrėtojas ir BUPA atstovas.

15 proceso žingsnis: namų pirmininkas ar administratorius pateikia bankui atliktų darbų aktą ir sąskaitas. Bankas nurodytą sumą sutartyje paskirsto visiems būsto savininkams ir atitinkamai paskirsto kredito mokėjimo sumas.

16 – 17 proceso žingsnis: užbaigus vykdyti visus darbus, numatytus IP, namų atstovas pateikia BUPA prašymą suteikti valstybės paramą. BUPA išnagrinėja pateiktus dokumentus ir priima sprendimą. Jeigu atnaujinto namų energetinis efektyvumas atitinka Lietuvos Respublikos

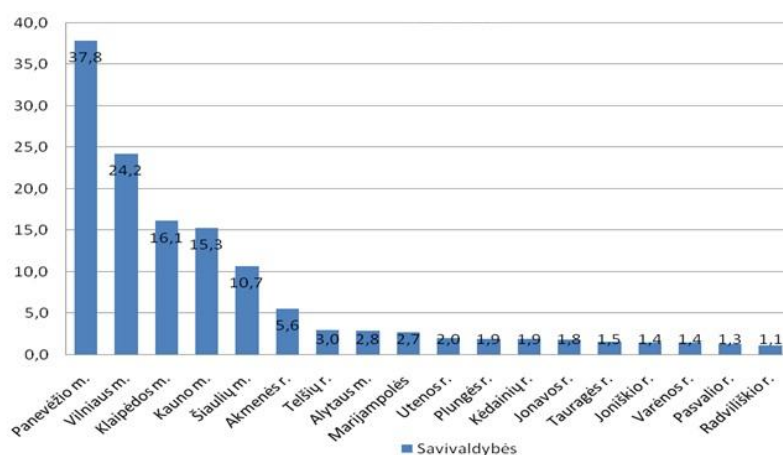
Vyriausybės nustatytus reikalavimus, visiems būsto savininkams suteikiama nustatyta kompensacija.

18 proceso žingsnis: užbaigus namo atnaujinimo projektą, pagal nustatytus grafikus pradedamas grąžinti su numatytomis palūkanomis kreditas bankui.

Išanalizavę būsto modernizavimo žingsnius galime teigti, kad esamos programos etapai paskirstyti teisingai ir pats procesas nėra sudėtingas. Deja, dėl Lietuvoje susiklosčiusios padėties, daugiabučių namų atnaujinimas vyksta vangiai. Kitame skyriuje įvertinsime esamos programos eigą ir rezultatus.

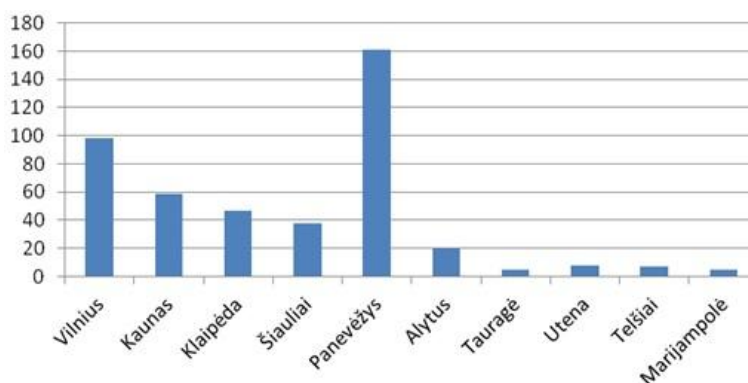
1.5. Būsto modernizavimo programos rezultatai Lietuvoje

Nuo būsto atnaujinimo programos įgyvendinimo pradžios Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra patvirtino 720 investicijų projektų už daugiau nei 797 mln. Lt, iš kurių įgyvendinta 447 investicijų projektai už 355 mln. Lt ir kuriems suteikta Valstybės paramos už 156 mln. Lt (Būsto ir...2012). Vertinant lėšų pasiskirstymą pagal savivaldybes 2005 – 2010 metų laikotarpiu (1.3 pav.), matyti, kad aktyviausi yra Panevėžio, Vilniaus ir Klaipėdos miestų gyventojai.



1.3 pav. Suteikta valstybės parama daugiabučių namų savininkams pagal savivaldybes, mln. Lt (Daugiabučių namų...2011)

Vertinant iki 2012 metų įgyvendintų daugiabučių namų projektus (1.4 pav.), galima pastebėti, kad didžioji dalis baigtų projektų yra Panevėžyje – 160, Vilniuje – 98, Kaune – 60.



1.4 pav. Baigtų modernizacijos projektų skaičius šalyje (Daugiabučių namų...2011)

Analizuojant atliktus projektus šalyje, galima teigti, kad daugiausia modernizuota 5 aukštų stambiaplokščių daugiabučių namų, kurių amžius svyruoja tarp 30 – 50 metų. Tokių daugiabučių bendras suminis plotas sudaro 65 % visų modernizuotų daugiabučių ploto.

Modernizuotų gyvenamųjų namų amžius greičiausiai susijęs su atskirų pastatų elementų gyvavimo trukme. Senesniuose nei 50 metų pastatuose dažnai jau būna atliktas vienas kapitalinis remontas, todėl ne visada juos reikia papildomai modernizuoti. Dėl šios priežasties labiausiai nusidėvėjusių pastatų grupę tampa pastatai nuo 30 iki 50 metų amžiaus (Lietuvos Respublikos...2010).

Pagrindinės energiją taupančios priemonės, įgyvendintos modernizacijos projektuose, yra šios:

- išorinių pastato sienų šiltinimas;
- langų keitimas;
- stogo rekonstrukcija ir šiltinimas;
- šildymo sistemos rekonstrukcija;
- šilumos punkto rekonstrukcija;
- balkonų (lodžijų) įstiklinimas;
- lauko durų keitimas.

Remiantis pateiktais BUPA 2008 – 2010 metų duomenimis, modernizacijos priemonių įgyvendinimo vidutinė investicijų suma vienam modernizuoto daugiabučio namo kvadratiniam metrui yra 340 Lt/m². Prieš atnaujinimą bendras vidutinis šilumos suvartojimas šildymui buvo 146 kWh/m² per metus, bendri planuojami vidutiniai sutaupymai po modernizacijos 66,2 kWh/m² per metus, tai sudaro apie 45 % nuo vidutinio bendro šilumos suvartojimo.

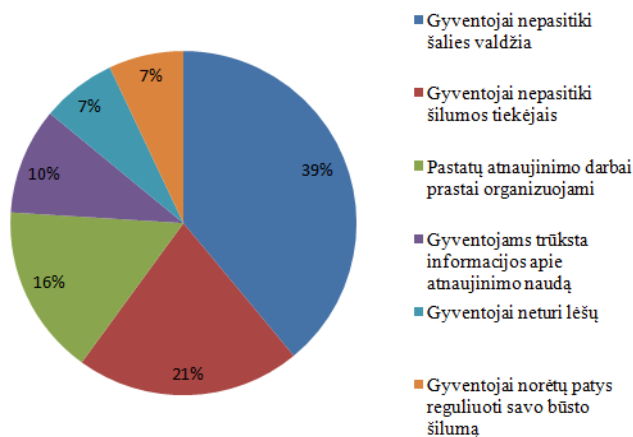
Vertinant esamą padėtį daugiabučių gyvenamųjų namų modernizacijoje, galima teigti, kad patvirtintų 720 projektų sudaro tik 1,43 % visų planuojamų atnaujinti daugiabučių skaičiaus. Norint pasiekti deklaruojamus siekius, iki 2020-ųjų metų atnaujinti apie 70 % daugiabučių pastatų, pastatytų iki 1993 metų, Lietuvoje kiekvieną darbo dieną turėtų būti atnaujinta daugiau nei 10 daugiabučių namų. Galima pažymėti tai, kad, esant nedideliam patvirtintų investicinių projektų skaičiui, vidutiniai sutaupymai daugiabučiuose yra didesni už numatytus strateginiuose tiksluose.

1.6. Priežastys, lėtinančios daugiabučių namų atnaujinimą Lietuvoje

Lietuvai atgavus nepriklausomybę, prasidėjo spartus privatizacijos procesas. Ne išimtis buvo ir Lietuvos nekilnojamojo turto rinka. Deja, vykdant gyvenamojo būsto privatizaciją buvo privatizuojami ne namai, bet atskiri butai. To rezultatas – šiandien, norint priimti sprendimą dėl daugiabučio namo modernizavimo, būtinas kolektyvinis gyventojų sprendimas.

Tyrimų bendrovės „TNS Gallup“ organizuota apklausa „Lietuvos gyventojų nuomonė apie daugiabučių namų modernizavimą“ parodė, kad 84 % gyventojų gyvena jiems ar artimiems jų šeimų nariams priklausančiuose butuose, esančiuose iki 1993 metų pastatytuose daugiabučiuose namuose. Tai yra potencialūs daugiabučių atnaujinimo programos dalyviai ir jie mano, kad daugiabučių namų atnaujinimas yra neišvengiamas, 68 % gyventojų norėtų, kad jų daugiabutis būtų atnaujintas, 38 % jų turi ketinimą atnaujinti namą, 15 % gyventojų tvirtino, kad jie norėtų dalyvauti atnaujinimo programoje. Pažymėtina, kad dauguma gyventojų supranta, kad daugiabučių namų atnaujinimas jiems ir valstybei gali duoti naudos (Bačiauskas *et. al* 2010). Taigi, savo būsto sutvarkymą Lietuvos gyventojai laiko svarbiausiu dalyku. Jie norėtų gerinti savo būsto sąlygas, žino, kad tai galima padaryti dalyvaujant programoje ir gaunant valstybės paramą. Deja, net ir žinodami visas sąlygas valstybinėje programoje dalyvauja vangiai.

Vertinant gyventojų nuomonę apie daugiabučių namų modernizavimą (1.5 pav.), nustatyta, kad 39 % gyventojų nepasitiki valstybės valdžia. Iš tiesų, analizuojant šalies politiką daugiabučių namų modernizavimo klausimais, pastebima, kad nuo programos pradžios iki šių dienų, kiekvienais metais keisdavosi būsto programos sąlygos ir prioritetai. 21 % gyventojų tvirtino, kad nepasitiki šilumos tiekėjais, o 16 % gyventojų mano, kad pastatų atnaujinimo darbai blogai organizuojami.



1.5 pav. Gyventojų nuomonės pasiskirstymas daugiabučių namų atnaujinimo klausimu
(Bačiauskas *et. al* 2010)

10 % gyventojų mano, kad trūksta informacijos apie gyvenamųjų namų atnaujinimo naudą ir rezultatus. Tokia nuomonė susidaro dėl to, kad viešojoje erdvėje labai daug pabrėžiama blogai įvykdytų modernizacijos projektų, o gerai atliktų projektų viešinama mažai. 7 % gyventojų mano, kad geriausiai būtų patiems reguliuoti savo būsto šilumą ir kiti 7 % teigia, kad neturi lėšų atnaujinti savo gyvenamojo būsto.

Vertinant gyventojų nuomones bei remiantis 2010 metais atlikto valstybinio audito duomenimis, galima įvardyti pagrindines priežastis, lėtinančias daugiabučių namų modernizacijos proceso plėtrą:

- 1) gyventojai negauna patikimų duomenų apie pagal programą vykdomo modernizavimo naudą ir rezultatus;
- 2) negarantuojamas finansinių nuostolių dėl nepasiektų rezultatų atlyginimas;
- 3) nelanksti valstybės paramos tvarka;
- 4) kompensacijas už šildymą ir karštą vandenį gaunančios šeimos nepritaria namo atnaujinimui;
- 5) maža gyventojų perkamoji galia;
- 6) nepasitikėjimas šalies valdžia;
- 7) neužtikrinama modernizavimo proceso priemonių (projektavimo, statybos, techninės priežiūros darbų) kontrolė;
- 8) pirkimų ir pakeitimų procesai realiai veikia neatsižvelgiant į statybos reglamentavimo ypatumus, dalyvių atsakomybes.

1.7. Užsienio šalių daugiabučių namų atnaujinimo patirtis

Daugelis ekonomiškai išsivysčiusių šalių įgyvendina valstybės remiamas pastatų atnaujinimo programas, kurios dažniausiai siūlo lengvatinį finansavimą, informacinę ir kitokią paramą daugiabučių namų savininkams, nepasiturinčioms šeimoms, savivaldybėms. Vykdam atnaujinimo darbus taikomos įvairios skaitmeninės priemonės, naudojamos progresyvios statybinės medžiagos ir automatizuojami statybos procesai.

Didelę patirtį gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo srityje yra sukaupusi Vokietija. Griuvus Berlyno sienai ir suvienijus Vakarų ir Rytų Vokietijas labai ryškiai skyrėsi jų teritorijų išvystymas. Norint tuos skirtumus panaikinti buvo įgyvendinamos efektyvios priemonės daugelyje šalies veiklos sričių, tarp kurių buvo ir būsto sektoriaus modernizavimas.

Spartus daugiabučių namų atnaujinimas Vokietijoje prasidėjo 1993 metais pakoregavus daugiabučių gyvenamųjų namų atnaujinimo finansavimo schemą. Iki 2005 metų atnaujinant Berlyno miesto gyvenamųjų namų fondą buvo panaudota 5,5 milijardų eurų, už juos 60 % pastatų buvo atnaujinti visiškai ir 15 % – iš dalies. Investicijos vienam butui vidutiniškai sudarė 20 tūkstančių eurų, iš kurių tūkstantis buvo skiriamas gyvenamosios aplinkos sutvarkymui. Reikia pabrėžti tai, kad išskirtinis Vokietijos gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo finansavimo schemos bruožas buvo tas, kad gyventojams prie pastato atnaujinimo priemonių įgyvendinimo finansavimo nereikėjo prisidėti (Aplinkos...2012).

Gyvenamųjų daugiabučių atnaujinimui Rytų Vokietijoje buvo suformuotos dvi paramos programos: pagrindinė ir papildoma. Pagal šias programas buvo remiamos visos pagrindinės priemonės pastato modernizacijai įgyvendinti. Nuo 2000 metų ypatingas dėmesys buvo skiriamas energinį efektyvumą didinančioms priemonėms. Pagrindinė programa „Rekonstrukcijos finansavimas“ (toliau - KfW programa) veikė, teikdama paskolas sumažintomis palūkanų normomis.

Buvo sudaryta galimybė paskolomis padengti visą reikiamą atnaujinimo projekto sumą. Paskolų terminas galėjo siekti iki 30 metų. Tam, kad būtų užtikrintas paskolų sistemos sklandus funkcionavimas Rytų Vokietijoje taikomos net dvi paskolų apsaugojimo priemonės (Aplinkos...2012):

- turto įkeitimas;
- valstybinė garantija (priemonė didelių dydžių kreditams užtikrinti).

Už garantijas buvo atsakingi valstybiniai subsidijų bankai. Paskolos finansinių įsipareigojimų nutraukimo atveju bankui buvo padengiama visa nesumokėta suma. Už valstybinės garantijos suteikimą, buvo taikomas vienkartinis mokestis. Mokesčio suma sudarė 2% garantuojamo paskolos dydžio.

Vienas įdomesnių gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo pavyzdys Vokietijoje yra Berlyne įgyvendintas Hellersdorfo kvartalo modernizavimo projektas (1.6 pav.). Projekto metu buvęs sovietinio tipo rajonas pasipuošė ne tik atnaujintais daugiabučiais, bet ir atnaujinta aplinka. Energijos suvartojimas namuose sumažėjo vidutiniškai 40 %.



a)



b)

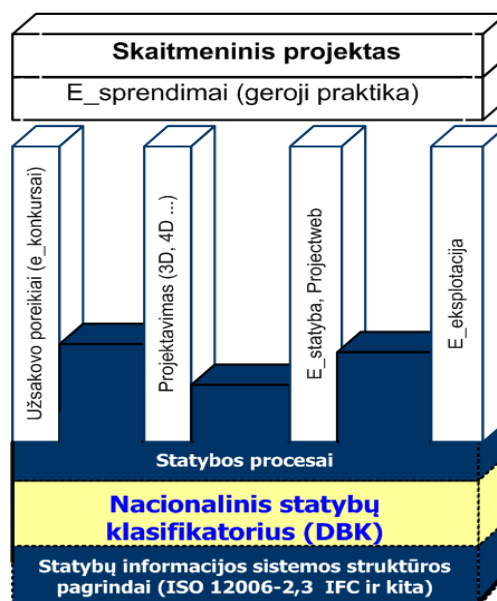
1.6 pav. Hellersdorfo rajonas prieš atnaujinimą: a – iš viršaus, b – iš šono (Expo...2000)

Abiejuose rajonuose buvo taikomos įvairios skaitmeninės priemonės, naudojamos progresyvios statybinės medžiagos ir procesai, statybos strategijos bei atnaujinimo priemonės. Dėl inovatyvių sprendimų gyventojams nereikėjo išsikraustyti iš butų, vykdant darbus buvo išvengta klaidų ir darbai įvykdyti greičiau. Atliktas projektas tapo puikia baze apsiukeičiant patirtimi tarptautiniu lygmeniu su kitais panašių projektų vykdytojais.

Vertinant užsienio šalių patirtį galima būtų išskirti Skandinavijos šalis. Šiose šalyse ypatingas dėmesys skiriamas energijos taupymui ir atsinaujinančių šaltinių naudojimui statiniuose. Šilumos energijos suvartojimas gyvenamuosiuose daugiabučiuose namuose Lietuvoje yra 2 kartus didesnis nei Skandinavijoje ir 1,75 didesnis, palyginti su naujais Lietuvoje statomais daugiabučiais (Juozatienė 2007).

Pažymėtina tai, kad skandinavai modernizacijos etapuose naudoja nacionalines specifikavimo ir automatizavimo sistemas, todėl statybos dalyviai ir procesai valdomi daug efektyviau.

Danijos statybų sektoriuje taikoma skaitmeninės statybos sistema, kuri apima šias sritis.



1.7 pav. Danijos „skaitmeninės statybos“ modelis (Brinck 2008)

- užsakovo poreikių vertinimas. Užsakymai vykdomi elektroniniu būdu per internetą ar specialius tinklus, vertinami keli projektų variantai;
- objekto projektavimas vykdomas taikant 3D modeliavimą. Tokiu būdu išvengiama klaidų, projekto pakeitimai vykdomi greičiau;
- statybos metu projekto dalyviai įtraukiami į specialią informacinę sistemą, per kurią statybos procesai valdomi žymiai efektyviau.
- pastatų eksploatavimas vykdomas pasitelkiant statinių skaitmeninius modelius, tokiu būdu pastatų priežiūra atliekama žymiai tiksliau.

Viešųjų pirkimų metu Danijos vyriausybė nustatė specialius reikalavimus projektų įgyvendinimui (Šarka *et al.* 2011):

- 1) privalomas projekto tinklapio naudojimas. Tinklapyje projekto dalyviai keičiasi skaitmeniniais dokumentais;
- 2) projekto tinklalapio sukūrimo (saugumo, patogumo, prieinamumo ir paprastumo) reikalavimai;
- 3) brėžiniai A3 formatu. Šis formatas priimtinausias projekto dalyviams;
- 4) privalomas skaitmeninių 3D modelių naudojimas konkursuose. Tokiu būdu išvengiama netikslumų projekte;
- 5) privalomas 3D modelių naudojimas projektuojant ir teikiant paraiškas konkursui;

- 6) detalus prekių kiekio sąrašas ir konkurso dokumentų standartizavimas;
- 7) elektroninis kvietimas dalyvauti konkurse teikiant pasiūlymus ir konkurso organizavimas, naudojant vieningą duomenų standartą;
- 8) elektroninis eksploatavimo ir priežiūros duomenų perdavimas;
- 9) dokumentai ir modelis perduodami elektroniniu formatu;
- 10) perdavimas eksploatacijai pasirinktu skaitmeniniu formatu (pvz. XML ar IFC formatu).

Viso statybos proceso metu naudojamos pereinamąjį duomenų ryšį turinčios kompiuterinės programos, kurios užtikrina informacijos paskirstymą dalyviams, duomenų kokybę, vieningą duomenų klasifikavimą. Tokių sistemų ir reikalavimų naudojimas pastatų atnaujinimo tikslais leidžia geriau įvertinti pastatų būklę, lyginti keletą atnaujinimo variantų vienu metu ir taip įgyvendinti didesnio efektyvumo projektus. Autoriaus nuomone, statybos procesų efektyvumą didinančių skaitmeninių priemonių naudojimas atnaujinant daugiabučius namus Lietuvoje yra vienas iš prioritetinių uždavinių.

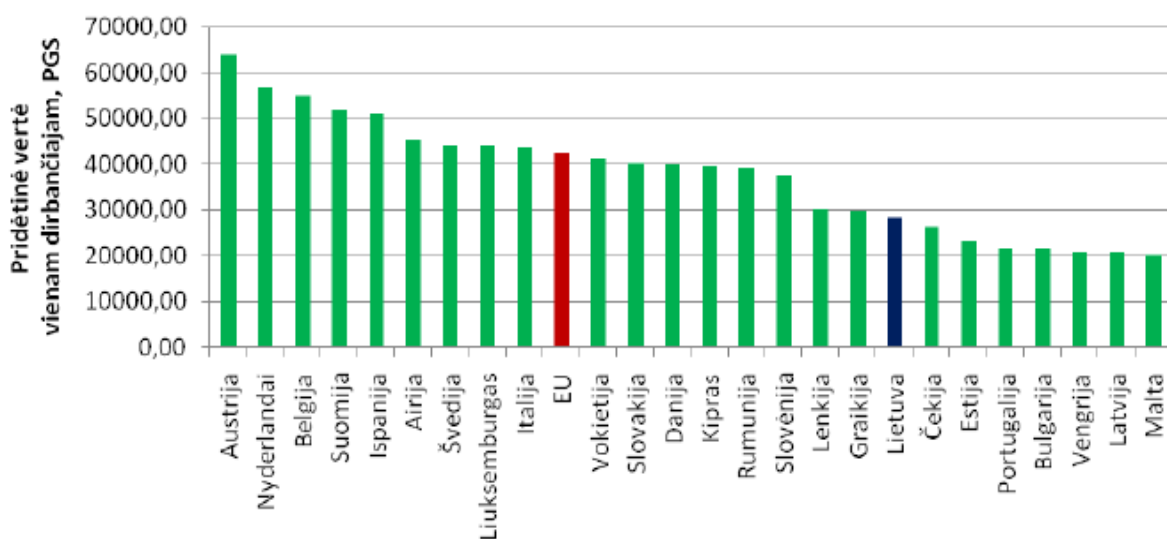
2. STATYBOS PROCESO EFEKTYVUMĄ DIDINANČIŲ SKAITMENINIŲ PRIEMONIŲ APŽVALGA MOKSLINĖJE LITERATŪROJE

2.1. Statybos sektoriaus efektyvumas

Modernizacija yra viena iš statybos rūšių, pasižyminti dideliais informacijos srautais, plačiu subjektų ratu bei dideliais materialiniais resursais. Vien Europos Sąjungoje statybos sektorius sukuria 9,9 % BVP, 44,6 mln. ES darbuotojų yra susiję su statybų sektoriumi, o tai sudaro net 7,1 % visų dirbančiųjų, be to, statybų sektoriaus viena darbo vieta susieta su dar 2 – 3 kitų pramonės sektorių darbo vietomis (FIEC kasmetinės... 2010).

Statybos darbo našumą lemia daug veiksnių – ne tik technologiniai, darbuotojų kvalifikacija, bet ir organizaciniai – racionalus ir laiku atliekamas informacijos valdymas, pasitaikančių klaidų skaičius, darbo santykių problemų sprendimo būdai darbo vietoje (Bridikis 2011).

Vertinant Lietuvos statybos sektoriaus darbo našumą Europos Sąjungos kontekste (2.1 pav.), Lietuva lenkia daugiau šalių nei vertinant pagal bendrą šalies ūkio darbo našumą. Įdomu tai, kad Lietuvos statybos sektoriaus darbo našumas nors yra žemesnis, lyginant su Lietuvos viso ūkio darbo našumo vidurkiu (visas ūkis – 34,3 Lt už vieną dirbtą valandą, o statybos sektorius – 31,2 Lt), yra reitinguojamas aukščiau. Galima daryti išvadą, kad statybos sektorius, lyginant su kitomis Lietuvos ūkio šakomis, yra sparčiau modernizuojamas, gerinami įrenginiai ir optimizuojamas procesas. Visgi, tai daroma per lėtai, nes sektoriaus darbo našumas tesudaro apytiksliai 63,58 – 66,85 % Europos Sąjungos statybos sektoriaus darbo našumo vidurkio.



2.1 pav. ES-27 šalių statybos sektoriaus darbo našumas 2008 metais. Apskaičiuota pridėtinė vertė vienam dirbančiam asmeniui (Dzikas 2010)

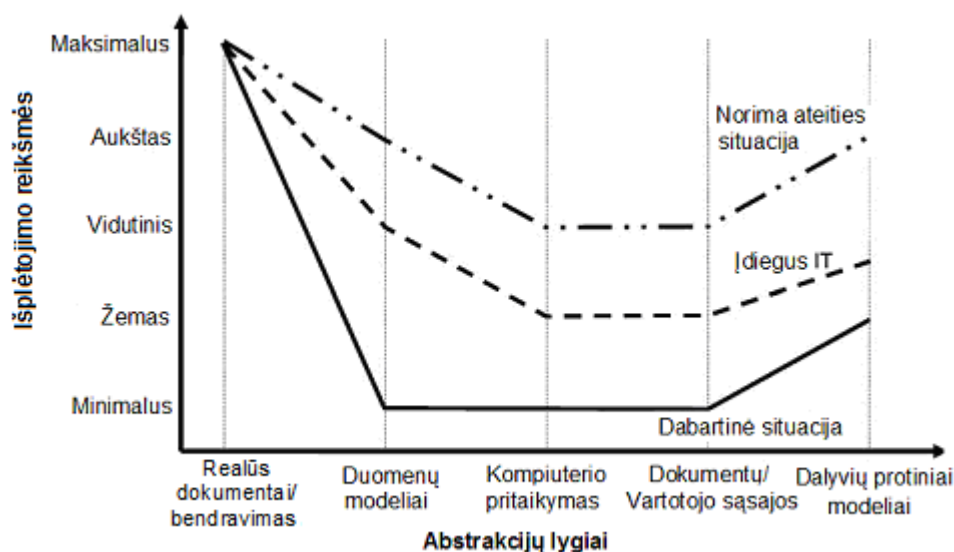
Danijoje atlikus tyrimą išryškėjo, kad problemišiausios statybos sektoriaus sritys yra šios (Heldgaard *et. al.* 2008):

- 1) komunikacija ir bendradarbiavimas (61 %);
- 2) projektų kokybė (45 %);
- 3) darbų organizavimas ir planavimas (42 %).

Nustatyta, jog net 25 – 30 % statybos projektų išlaidų padidėja dėl prasto komunikavimo (Sjogren 2007). Dirbant neefektyviai ilgiau užtrunka projekto įgyvendinimas, padidėja projekto kaina. Visos šios problemos išryškėja ir daugiabučių namų modernizavimo etapuose. Dalyvaujant daugybei skirtingų dalyvių su skirtingais poreikiais ir interesais neišvengiamai didėja tikimybė atsirasti klaidoms projektuose, kas lemia galutinį rezultatą. Todėl labai svarbu, kad valstybinė daugiabučių namų atnaujinimo programa pasižymėtų stabilumu ir efektyviu valdymu. Tai galima užtikrinti ir spręsti aktyviau naudojant informacines – skaitmenines technologijas modernizacijos procesuose.

2.2. Lietuvos statybos sektoriaus skaitmeninis lygis

2011 metais magistrantas Giedrius Bridikis atliko Lietuvos statybos sektoriaus skaitmeninio lygio tyrimą. Tyrimo rezultatai parodė, kad Lietuvos statybos sektoriaus skaitmeninis lygis yra žemas.



2.2 pav. Statybos informacijos vartojimo lygiai (Froese 2010)

Pagrindinės priežastys, lemiančios žemą Lietuvos statybos sektoriaus skaitmenizaciją, yra (Bridikis 2011):

- neišnaudojama skaitmeninių dokumentų galimybių. Projektuose skaitmeniniai dokumentai sudaro apie pusę visų projekto dokumentų. Statybos dalyviai daugiausiai dirba su atspausdintais dokumentais;

- nenaudojami 3D skaitmeniniai modeliai. Dauguma statybos dalyvių nežino apie statinių 3D modelius ir jų teikiamas galimybes;
- projekto metu statybos dalyviai nenaudoja dokumentų saugojimo sistemų. Dažniausiai kiekvienas darbuotojas individualiai kaupia projekto dokumentus, už kuriuos yra atsakingas;
- neišnaudojamos bendradarbiavimo sistemos. Projekto metu su dalyviais daugiausia bendraujama ir keičiamasi informacija naudojant elektroninį paštą;
- projekto metu naudojamos tarpusavyje nesuderintos individualios programinės įrangos;
- optimizuojami tik konkretūs atliekami darbai, o neatsižvelgiama į visą projekto įgyvendinimo optimizavimą.

Daugiabučių namų modernizavimas yra ilgalaikis ir daugialypis procesas organizaciniu požiūriu. Jis apima būsto savininkus, būstą prižiūrinčias įmones, projektavimo, inžinerinių tyrimų paslaugas teikiančias ir rangos kompanijas, finansines bei valdžios institucijas, kitas organizacijas. Sudėtinga struktūra, ilgas projektų įgyvendinimo periodas lemia, kad modernizavimo proceso sėkmė yra priklausoma nuo daugelio faktorių bei veikiama skirtingų interesų. Kaip buvo minėta anksčiau, vienintelis kelias spręsti šias problemas yra aktyviau naudoti informacines technologijas statyboje.

Didelė problema yra ta, kad dauguma statybos proceso dalyvių apie skaitmenines technologijas ir jų teikiamą naudą statybos procesuose turi labai siaurą suvokimą. Todėl šioje dalyje bus apžvelgiami mokslininkų siūlomi statybos valdymo, efektyvumo didinimo sprendimai, išanalizuotas skaitmeninių technologijų pritaikymas statyboje ir pastatų atnaujinime.

2.3. Įprastinis statybos modelis

Statybos procesas susideda iš šių pagrindinių etapų (Zavadskas *et al.* 2009):

- **projektavimas;**
- **statyba;**
- **valdymas;**

Šie trys etapai yra glaudžiai tarpusavyje susiję, tačiau plėtojant statybos projektus įgyvendinimo procese neveikia kaip vientisa sistema. Dažniausiai trūksta ryšių ir informacijos kiekvienu klausimu. Įvykus pakeitimams projekte apie tai sužinoma per vėlai ir nuo to nukenčia galutinis rezultatas.

Statyba yra procesas, susidedantis iš daugybės veiksmų, kiekvieną klausimą būtina derinti su tam tikrais dalyviais, kurie yra atsakingi. Tai vyksta telefonu, susitinkant tiesiogiai. Užsakovai, galvodami apie projektą ir jo vystymą, turi savo duomenų bazę ir sistemą, kur suveda reikalingus duomenis, finansinius paskaičiavimus. Kitas žingsnis – projektuotojai, kurie jau dirba su

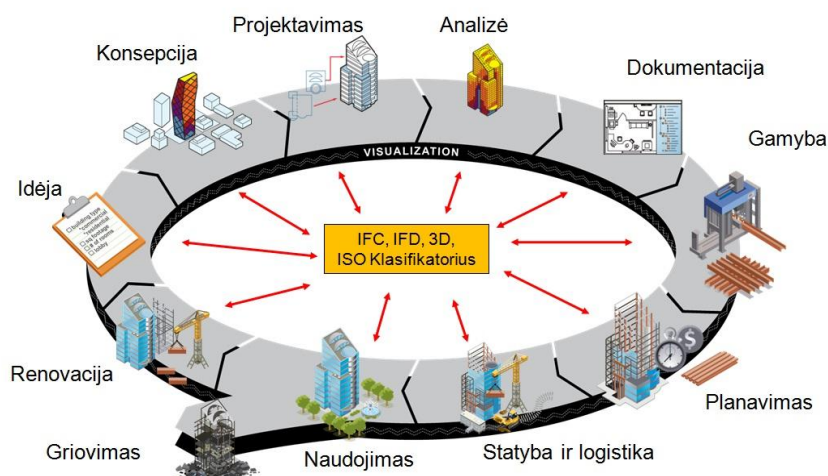
specialiomis tam skirtomis programomis. Statytojai gauna iš projektuotojų popierinius variantus ir kiekvieną kartą vykstant pasikeitimams statybos aikštelėje, jie derina šį klausimą su projektuotojais. Būtent čia ir trūksta ryšio: projekto dalyviai dažniausiai nesinaudoja skaitmeninėmis sistemomis, kiekvieną kartą pranešti apie pakeitimus yra keblu, todėl pridodant projektą yra daug klaidų ir niuansų, kurių neįmanoma aptikti (Zavadskas *et al.* 2009).

Moksliniuose straipsniuose teigiama, kad norint sumažinti problemų ir klaidų skaičių statybos procesuose, reikia skaitmenizuoti statybos procesų etapus. Tokiu būdu rangovai tiesiogiai gautų informaciją iš projektuotojo, galėtų komentuoti, arba netgi taisyti informaciją. Vykty aktyvesnis ir, svarbiausia, greitesnis bendravimas tarp statybos dalyvių.

Kitas svarbus veiksnys, ypač didinantis efektyvumą, yra tinkamas statybos projekto valdymas. Specialiuose techniniuose sprendimuose, visi projekto dalyviai įtraukiami į bendrą sistemą, optimizuojančią kiekvieno iš jų darbą įvertinant teikiamą naudą galutiniam projekto įgyvendinimo rezultatui (Eastman *et al.* 2008). Tokią sistemą atitinka pastato informacinio modelio (toliau – BIM) koncepcija, kuri optimizuoja informacijos valdymą bei statybos procesus per visą pastato gyvavimo ciklą (Vanlande *et al.* 2008). Šiomis sistemomis verslo sprendimai realizuojami daug efektyviau.

2.4. Automatizuotas statybos procesų modelis

Skaitmeninės technologijos (toliau – ST) – tai visuma metodų ir priemonių, kurios yra naudojamos informacijai apdoroti. Dvidešimt pirmajame amžiuje daugelis išsivysčiusių šalių, siekdamos didinti pramonės konkurencingumą, pradėjo daugiau dėmesio skirti skaitmeninių technologijų plėtojimui statybos bei architektūros srityse. Nepaisant spartaus vystymosi šiose srityse, daugelis dalyvių pasigedo nuoseklaus planavimo proceso per visą pastato gyvavimo ciklą (2.3 pav.). Valdymo sistemos nesudarė galimybės plačiai dalintis informacija bei tinkamai ją paskirstyti projekto dalyviams.



2.3 pav. Automatizuotas statybos modelis (Aksomitas 2012)

Siekiant mažinti informacijos praradimus ir gerinti statybos skaitmenizavimo lygį buvo nutarta įgyvendinti informacijos modeliavimo plėtrą projektavimo, statybos ir valdymo procesuose. Tokiu būdu gerinti informacijos keitimąsi tarp įmonės padalinių, statybos darbuotojų ir kitų projekto dalyvių. Vystant šiuos technologinius sprendimus buvo suformuota pastato gyvavimo ciklo vadybos (toliau – BLM) koncepcija. Šios koncepcijos pagrindu buvo suformuota pastato skaitmeninio – informacinio modelio technologija, kuri leido skaitmenizuoti informaciją, valdyti statinio domenį per visą jo gyvavimą ir gerinti projekto efektyvumą (Liu *et al.* 2011).

Pastato informacinis skaitmeninimas arba modelis (toliau – BIM) yra pastato duomenų valdymas jo gyvavimo laikotarpiu (Olatunji *et al.* 2009). Tokią BIM sąvoką prieš 30 metų pasiūlė Amerikos Džordžijos technikos universiteto profesorius Čakas Eastmanas (Chuck Eastman). Kompanija Graphisoft 1982 metais sukūrė programinę įrangą pavadinimu ArchiCAD. Po poros metų kompanija pristatė techninę programos galimybę, kuri gali būti vadinama pirmine BIM versija, pavadinimu virtualus pastato modelis. Šioje technologijoje pateiktas 3D modelis buvo ne vien tik objekto dalių vizualizacija, bet modelis su duomenų baze, kurioje pateikiami visi pastato elementai, geometrinė informacija, techninės savybės viso pastato gyvavimo metu. Deja, dėl žemo technologijų išsivystymo tuo metu BIM buvo nepopuliari ir mažai naudojama.

Šiandien pastatų projektavimas naudojant BIM yra kasdienybė. Virtualūs modeliai keičia 2D CAD technologijas ir tampa ateities kompiuterinio projektavimo tendencija. Tokiose šalyse kaip Suomija, Norvegija, Vokietija BIM naudojimas siekia 60 – 70 % ir apima projektavimo, statybos, projektų valdymo sritis.

BIM galima apibūdinti dviem būdais (Liu *et al.* 2011):

- modeliavimo požiūriu BIM yra pastato informacinis modelis, pagrįstas trimate technologija, jungiantis statybinių procesus susietus su taikomaisiais grafinais modeliais. Taip pat jungiantis elementų fizines ir funkcines savybes per visą pastato gyvavimą;
- iš pateikimo perspektyvos BIM yra pastato informacijos modeliavimas, kur pastato informacija yra visiškai skaitmeninė, palaikanti statybos projektų operacijas ir galinti sujungti visų rūšių informaciją per visą projekcinį statinio gyvavimo laikotarpį.

2.4.1. Modelio standartizacija – IFC

Šiuo metu informacijos kūrimo klasės (toliau – IFC) yra standartas, kurį priėmė ir valdo tarptautinis tarpininkavimo aljansas (toliau – IAI). Šis vieningas duomenų standartas tvirtinamas ir taikomas statybos inžinerijos srityje. IFC yra trijų dimensijų statybos duomenų standartas, skirtas dalintis duomenų bazės informacija tarp programų ar sistemų, taip užtikrinant netrūkstamus

informacijos mainus ir sąveiką. Standarto palaikymas ir plėtojimas statybos srityje yra vienas iš metodų, padedančių suvokti BIM modelio lygį ir teikiamą naudą.

IFC standartas yra taikomas įvairiose architektūros, inžinerijos ar statybos srityse. Modelis apima ne tik realius elementus: sijas, plokšes, kolonas, bet ir teorines sąvokas: planavimą, organizavimą, išlaidas ir kitą. Senesni IFC standartai apėmė devynias architektūros sritis: statybą, struktūrinę analizę, konstrukcinius elementus, elektrą, statybos valdymą, turto valdymą, vėdinimą, vandentiekį ir gaisrinę saugą. Numatoma, kad būsimas IFC standartas apims konstrukcinių brėžinių analizavimą ir tikrinimą, geografines informacines sistemas (toliau – GIS) ir kitas technologijas (Liu *et al.* 2011).

2.4.2. Modelio techninės savybės

Pastato informaciniame modelyje kiekvienas architektūros elementas pasižymi geometrinėmis, techninėmis ir kitomis savybėmis, kurias galima modeliuoti ar taikyti priklausomai nuo pateikiamų sąlygų. Pastato degumo klasės, šilumos perdavimo koeficientai, medžiagų kaina, jų įsigyjimo informacija, konstrukcinės savybės ir kitos techninės charakteristikos yra pateikiamos ir lengvai valdomos skaitmeniniame statinio modelyje. Tuo tarpu BIM išvestinė informacija atlieka tokias funkcijas: automatiškai pateikia statinio mazgus, pjūvius, 3D vaizdavimą, pateikia konstrukcinius kiekius, langų durų skaičių, fasadų plotą ir kitą norimą informaciją. Pakitus pastato savybėms informacija automatiškai atsinaujina (Liu *et al.* 2011).

Parametrinio projektavimo savybė suteikia galimybę greitai keisti projektą ar jo dalis. Kuriant modelį visi ypatumai ir matmenys yra saugomi kaip projekto parametrai, taisant projektus tai leidžia žaibiškai atlikti pakeitimus, tiesiog pakeičiant parametro vertę. Modelis automatiškai atnaujinamas pagal naujai įvestą vertę, o visos kitos modelio charakteristikos ir matmenys, kuriems įtakos turi ši kaita, taip pat pakoreguojami (Popov 2004).

BIM technologija paremta automatiniu duomenų keitimusi, todėl sudarius 3D modelį galima lengvai generuoti 2D pastato vaizdus, 2D plokštumas, 2D konstrukcijų mazgus. Projektuojant nebereikia braižyti skirtingų statinio planų, detalizuoti mazgų. 3D modelio sukūrimas sudaro vos 5 – 10 % darbo laiko. Likusi dalis generuojama automatiškai iš 3D modelio. Tai suteikia 3D CAD sistemoms net **4 – 5 kartus greitesnį** darbą nei naudojantis tradicinėmis 2D sistemomis (Lawes 2002). Taip taupomas projektavimo laikas, didėja efektyvumas ir mažėja klaidų skaičius.

Pagrindinė BIM charakteristika yra objektų skaitmenizavimas. Skaitmeniniai elementai: durys, langai, sienos ir kita, aprašo fizines ir funkcines savybes bei sudaro junginius su kitais pastato elementais. Tokiu būdu formuojamas geometrinis objektas su funkcinė struktūra.

Vystantis inžinerijos sričiai plečiasi ir bendradarbiavimo ratas su dalyviais. Šiuo metu 2D platforma nesuteikia techninių galimybių tinkamai pateikti ir paskirstyti informaciją inžinieriams, įsivelia daug darbo klaidų. Skaitmeninis statybos modelis suteikia technines bendradarbiavimo

galimybes visiems statybos proceso dalyviams. Sistema leidžia sparčiai ir patogiai pasiekti dalyvius. BIM duomenų saugykla suteikia galimybę dalyviams, kurie naudoja modelis, keisti informaciją kiekviename pastato gyvavimo laikotarpio etape (Liu *et al.* 2011).

2.4.3. Skaitmeninio modelio panaudojimo galimybės statyboje

Skaitmeninės technologijos suteikia nuoseklią sistemą, pritaikomą projektų valdymo, informacijos naudojimo ir apsikeitimo tarp statybos dalyvių per visą projekto gyvavimą ir integruoja procesus, verslo sistemas daug efektyviau. BIM teikiama nauda statybos proceso etapuose pateikta 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. BIM nauda statybos proceso etapuose (Liu *et al.* 2011)

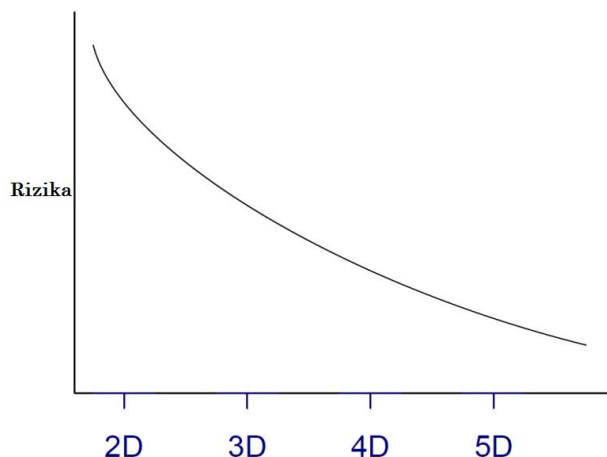
Proceso etapas	Taikomoji BIM vertė
Projektavimas	• Statinio 3D vizualizavimas suteikia aiškesnį projekto supratimą. • Automatiškai sukuria inžinerinius brėžinius, aptinka klaidas ir valdo informaciją. Taupomas laikas ir darbo sąnaudos. • Brėžiniai ir pakeitimai automatiškai koordinuojami, taip išvengiama klaidų. • Glaudesnis dalyvių bendravimo ryšys leidžia išvengti konfliktų ir sumažina išlaidas. • Tikslesnis sąnaudų vertinimas.
Statyba	• Automatiškai teikia darbų tvarkaraščius, kainas, išlaidų prognozes ir kitą. • 4D technologija optimizuoja statybos procesą, lieknos statybos principu pagerinama statybos kokybė bei efektyvumas.
Eksplotavimas ir techninė priežiūra	• Automatiškai teikia informaciją apie pastato būklę, naudojimą ir medžiagų susidėvėjimą. • Skaitmenizuoja pažeidimus, gerėja pastato priežiūra. • Pastato inžinerinių įrenginių ir jų priežiūros optimizavimas.

Mokslinėje literatūroje pažymima, kad itin sparčiai besivystančiai ir tobulėjančiai statybų pramonei skaitmeninės technologijos turi didelę reikšmę: be jų statybų procesus suvaldyti darosi neįmanoma. Deja, daugumai statybos įmonių investuoti į ST, efektyvumo didinimą ir procesų optimizavimą nėra prioritetas. Remiantis Europos Komisijos duomenimis, statybos įmonių biudžetas informacinėms – skaitmeninėms technologijoms yra tik 4 % visų įmonės išlaidų. Palyginanti su kitomis pramonės šakomis šis rodiklis yra žymiai mažesnis.

Skaitmenizavus įmonių projektų valdymo procesus statybos įmonė sumažina savo išlaidas bei laiko sąnaudas apie 25 % ir padidina pelną 5 % (Babiš *et al.* 2010). Pastaruoju metu ypatingai didelis dėmesys skiriamas įvairių statybos proceso etapų optimizavimo sistemų kūrimui būtent pasitelkiant skaitmeninę dokumentaciją bei kompiuterines technologijas (Rezgui *et al.* 2009). Tokios technologijos, kaip pastato informaciniai modeliai, informacinės ir komunikacinės technologijos, suteikia nuoseklią sistemą, pritaikomą projektų valdymo, informacijos naudojimo ir apsikeitimo tarp statybos dalyvių per produkto ar projekto gyvavimą ir integruoja procesus, verslo sistemas daug efektyviau.

Virtuali statyba yra natūralus BIM technologijos ištobulėjimas, dėl to galima koordinuoti darbų atlikimo terminus ir sąnaudas, kas aktualu visoms suinteresuotoms projekto šalims. BIM

leidžia projekto komandai bendradarbiaujant išnagrinėti ir apibrėžti projekto biudžetą ir siekti užsibrėžtų tikslų. Virtualus projektavimas yra neįkainojamas nedidelio biudžeto projektams, nes mažinama projekto rizika, (2.4 pav.) pateikta, kaip kinta projektų rizikos dydis naudojant 2D, 3D, 4D ir 5D modeliavimo technologijas (Issa *et al.* 2009).

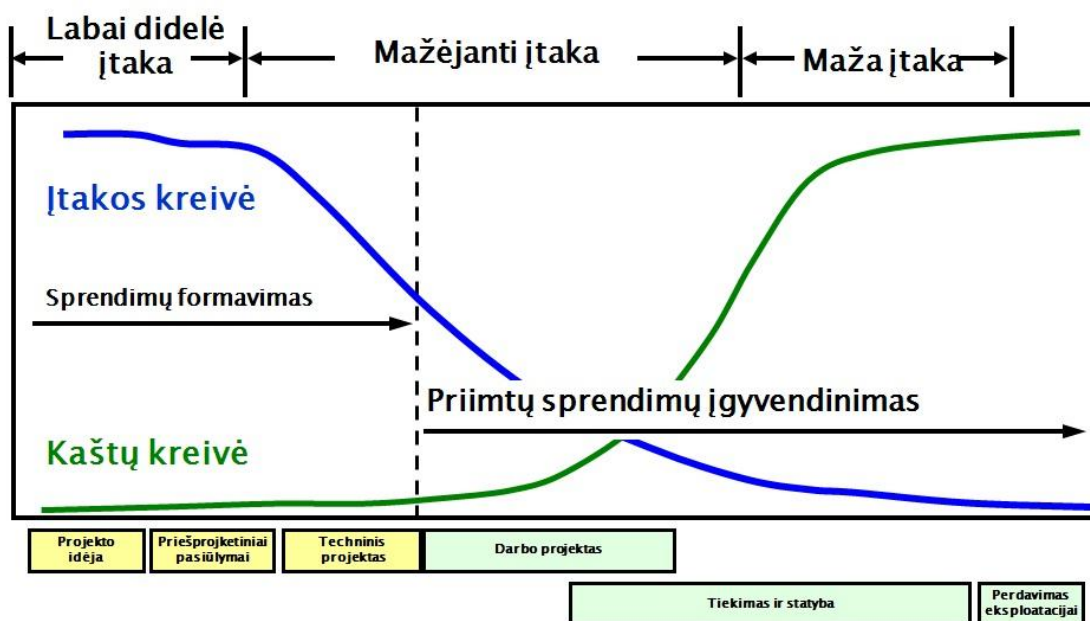


2.4 pav. Projekto rizikos sumažėjimas taikant efektyvesnius modelius (Issa *et al.* 2009)

BIM sistemos pagrindu yra galimybė naudoti 3D modelį, kuriuo galima sumažinti projektavimo klaidų skaičių, automatiškai sudarinėti medžiagų bei darbų žiniaraščius, automatiškai generuoja brėžinius (Olatunji *et al.* 2009). Tuo tarpu ICT technologijos statybos pramonės dalyviams ir įmonėms padeda keistis informacija, suteikia galimybes nagrinėti brėžinius ir technines sąlygas, taip pat duomenis apie išlaidas, programas bei kitą projektavimo ir valdymo informaciją (Onyegiri *et al.* 2011). Naudojant šias technologijas trumpėja projekto įgyvendinimo laikas, mažėja kaina, klaidų pasitaikymo tikimybė bei didėja darbų efektyvumas. BIM ir ICT yra pavyzdys naujų technologijų, kurios keičia statybą. Tinklu pagrįstos bendros platformos leidžia vartotojams bendradarbiauti, valdyti ir pasidalinti tinkama informacija, ir paskatinti lengvą ir stabilią komunikaciją (Costa *et al.* 2011). Kituose skyriuose išsamiau paanalizuosime skaitmeninių technologijų panaudojimo galimybes pastato gyvavimo laikotarpiu.

2.5. Skaitmeninių technologijų įtaka pradiname projekto įgyvendinimo etape

Apie 80 % statybos projekto pakeitimų bei klaidų statybos metu atsiranda dėl prasto užsakovo ir projektuotojų komunikavimo ir projektuotojų padarytų klaidų pradiname projekto įgyvendinimo etape (Do-Young *et al.* 2010). Todėl pradiname projekto etape ypač svarbu suderinti dalyvaujančių subjektų interesus bei tinkamai įvertinti projekto kaštų ir rizikos priklausomybes (2.5 pav.). Technologinės problemos, proceso valdymo, tikslų formavimo, bendravimo problemos, žmogiškosios klaidos yra priežastys, kurios daro didelę įtaką tolimesniems statybos proceso etapams. Galutinis projekto rezultatas projekto trukmės, kaštų ir kitų resursų didėjimas.



2.5 pav. Projekto kaštų ir rizikos priklausomybės (Šarka *et al.* 2011)

Skaitmeninės technologijos statybos pramonės dalyviams ir įmonėms padeda keisti informaciją, suteikia galimybes nagrinėti brėžinius ir technines sąlygas, taip pat duomenis apie išlaidas, programas bei kitą projektavimo ir valdymo informaciją (Onyegiri *et al.* 2011).

Naudojant BIM yra suteikiama galimybė tiesiogiai ir interaktyviai pristatyti virtualų pastato projektą užsakovams. Tokiu būdu, neprasidėjus pastato statyboms, klientas turėtų galimybę įvertinti savo poreikius bei pateikti pastabas projektuotojui (Moum 2010).

Mokslinėje literatūroje išskiriami tokie skaitmeninių technologijų privalumai pradiname projekto įgyvendinimo etape:

- pastato vizualizacija ir statybos proceso atvaizdavimas, darbo sekos nustatymas;
- pastato konstrukcijų kiekių skaičiavimas, specifikacijų ir sąmatų sudarymas;
- faktinių statybos darbų kiekių kontrolė;
- informacijos planavimas ir srautų projekto dalyviams paskirstymas;
- išlaidų įvertinimas.

Taikant skaitmenines technologijas, galima nuspėti, kaip keisis vartotojų lūkesčiai ateityje, ir atitinkamai pagal tai galima keisti pastatų paskirtį, jo funkcines savybes, pritaikant juos būsimiems poreikiams (Nederveen *et al.* 2009).

Projektuotojų klaidoms mažinti siūloma naudoti 3D modeliavimą (2.6 pav.). Virtuali realybė yra labiau tinkama ankstyvuosiuose projektavimo procesuose nei įprasta 2D kompiuterio darbalaukio sąsaja. Naudojant ją yra pasiekiamas aukšto interaktyvumo rezultatas, be to, tai galimybė sudėtingą informaciją pateikti lengvai suprantama forma. Virtualios realybės taikymas sumažina klaidų skaičių bei padeda pagerinti valdymą. Ji leidžia projektuotojams iš karto, tiesiogiai ir intuityviai kontroliuoti 3D projekto objektus (Okeil 2010). Pasak mokslininko 3D naudojimas

projektuotojams yra tarsi patirties procesas – projektuotojai iš karto susiduria su savo projekto sprendimų pasekmėmis. Atitinkamai pagal tai yra galimybė kontroliuoti grįžtamąjį ryšį – patvirtinti projektą, pateikti išvadas, rekomendacijas, atlikti reikiamus pakeitimus, kai viskas gaunama taip, kaip norima.



2.6 pav. 3D statinio modeliavimas (Arayici *et al.* 2011)

2.6. Skaitmeninių technologijų įtaka projekto valdymui ir kontrolei

Viena iš pagrindinių problemų statybos proceso metu – didelis projektų dalyvių skaičius. Tipiškai moderniaame projekte dalyvauja daugybė subjektų, todėl statybinė informacija ateina iš kelių šaltinių, kurie turi tarpusavio priklausomybę. Tai gali turėti įtakos projekto planui, darbų grafikams, brėžiniams, skaičiuoklėms, organizacinėms priemonėms, darbo paskirstymui ir statybos valdymui (Kuo *et al.* 2011).

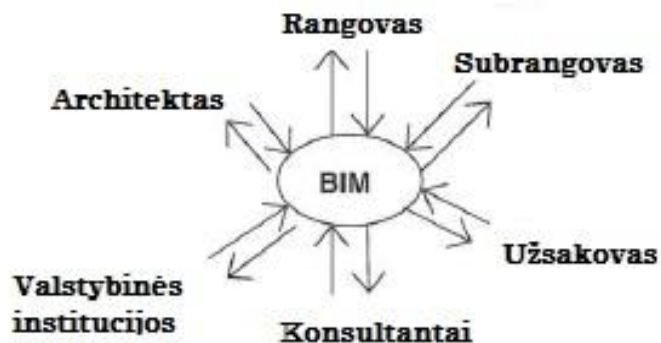
Kai organizacijos ir projekto komandos struktūra tampa sudėtinga ir projekto komandos narius riboja atstumas, tinkamai ir laiku paskirstyti informaciją projekto dalyviams yra sunku. Dažnai dalis informacijos pasimeta ir nepasiekia procesų subjektų, taip nukenčia projekto efektyvumas ir galutinis rezultatas (2.7 pav.).



2.7 pav. Įprastas informacijos apsikeitimo modelis (Linderoth 2009)

Šioms problemoms spręsti siūloma pasitelkti ICT bei BIM technologijas. Šios technologijos suteikia nuoseklią sprendimų paramos sistemą pritaikomą kūrybos, valdymo, platinimo bei

informacijos naudojimo per tam tikrą produkto ar projekto gyvavimo ciklo etapą ir toliau integruoja žmones (2.8 pav.), procesus ir informaciją daug tiksliau (Shen *et al.* 2010).



2.8 pav. Informacijos apsikeitimas naudojant skaitmeninį modelį (Linderoth 2009)

Popovas ir kiti (2010) efektyviam statybos projekto valdymo užtikrinimui siūlo naudoti 5D modeliavimo technologiją, kuri suteikia patikimą projekto dalyvių bendradarbiavimą. Pasak autorių 5D projekto koncepcija yra 3D modelio išraiška laiko požiūriu per gyvavimo ciklą ir kaštų nustatymą. Pagrindinis 5D modelio principas yra modeliuojami, apibūdinami ir turintys parametrus elementai yra gaunami iš sukurtą pastato 3D informacinio modelio ir taip nustatomi projekto ištekliai. Pateikiami pagrindiniai 5D modeliavimo privalumai:

- brėžinių ir ataskaitų atlikimas, analizių, vertinimo, darbo grafikų, darbų organizavimo ir sąlygų valdymas;
- informacijos padalinimas tarp suinteresuotų projekto šalių;
- ryšys tarp pastato grafinės informacijos modelio ir jo vertinimo, technologijų išskyrimas, medžiagų parinkimas.

Statybos projektų valdymo efektyvumui didinti mokslininkai siūlo taikyti bevieles technologijas. Kasmet statybų sektoriuje didėja informacijos kiekiai, statybos projektais užsiima ne vienas asmuo, todėl atlikti pakeitimai ne iškart pasiekia suinteresuotas šalis. Pritaikius bevieles technologijas galima pasiekti šių privalumų (Strachan *et al.* 2009):

- 1) yra pagreitinamas projekto informacijos perdavimas jo užsakovams, be to, informacija greičiau perduodama ir tarp visų projekto dalyvių bei suinteresuotųjų šalių;
- 2) statybos darbuotojai gali prisijungti prie statybos projektų nenaudodami laidinio ryšio;
- 3) skirtingos projekto dalys gali būti sujungtos į vieną visumą ir prieinamos visiems projekto dalyviams;
- 4) yra sutaupoma laiko, kai norima, ką nors svarbaus pranešti statybos darbuotojams, kadangi nereikia susitikti su kiekvienu asmeniškai, be to užtikrinama, kad ši informacija pasieks kiekvieną dalyvį;

- 5) naudojant bevielės technologijas didinamas pačios įmonės konkurencingumas ir užtikrinama paslaugų kokybė.

Mokslinėje literatūroje išskiriamos automatizuotų tolumo sekimo technologijų naudojimas projekto metu. Daviklių ir jutimo įvairovė su automatizuoto sekimo technologijomis yra lengvai pritaikoma statyboje ir infrastruktūros projektuose. Šiomis technologijomis statybinių medžiagų tiekimas į statybos aikštelę tampa daug efektyvesnis, sumažinamos klaidos ir darbo išlaidos, sukeltos žmogaus (Cheng *et al.* 2010). Skenavimas radio dažniu yra sistema (toliau - RFID/WSW), kurią naudojant tiekimo efektyvumas padidinamas 32 % palyginti su įprastiniu medžiagų tiekimo modeliu (Shin *et al.* 2011). Sistemą galima taikyti kaip statybos įrenginių ar medžiagų priežiūros priemonę. RFID kortelės su užrašu gali kaupti paimtų ir grąžintų daiktų sąrašą, taip padėdamas sekti mašinas ir įrankius, neleidžiant jų prarasti. Tai gali būti toliau padidinama, jungiant sąrašą su darbo lankymo įrašo sistema (Lu *et al.* 2011).

Medžiagų valdymo procesas rangovui teikia didelę naudą, o įdiegus pažangios informacijos technologijas ir jutiklius parenkami įžvalgesni ir mažiau trūkumų turintys medžiagų paskirstymo sprendimai. Svarbiausi pagerinimo aspektai (Grau *et al.* 2009):

- mažinamas darbo laikas, reikalingas nustatyti kiekvieno komponento buvimo vietą;
- palaiko įdiegimo procesus;
- aprūpina sudedamąją kontrolę sandėlyje.

Gyvenamojo būsto atnaujimas yra sudėtingas procesas. Jis apima būsto savininkus, būstą prižiūrinčias įmones, projektavimo, rangos kompanijas, finansines bei valdžios institucijas, kitas organizacijas. Sudėtinga struktūra, ilgas projektų įgyvendinimo periodas turi įtakos modernizavimo proceso sėkmei, kuri taip pat priklauso nuo daugelio faktorių bei veikiama skirtingų interesų. Skaitmeninės technologijos gali stipriai prisidėti prie projektų dalyvių komunikavimo, kokybės gerinimo. Projektai pasižymėtų stabilumu ir efektyvu valdymu.

2.7. Skaitmeninių technologijų taikymas eksploatavimo metu

Sampio ir kiti (2010) teigia, kad ypač veiksminga priemonė eksploatuojant pastatus yra virtualios realybės technologijos. Jomis sukuriamas skaitmeninis pastato modelis, kurio duomenų bazėje nagrinėjamos medžiagos, statybos darbų eiliškumas bei darbų techniniai reikalavimai. Tokia informacija perkelta į 3D modelį leidžia geriau numatyti realią situaciją ir organizuoti galimus sprendimo būdus. Sistema nustatomas pastato elementų rizikos mastas, galimos pažeidimų vietos ir jų taisymo instrukcija. 2.2 lentelėje pateiktas pastato fasadų nusidėvėjimo vertinimo pavyzdys.

2.2 lentelė. Fasadų techninės būklės vertinimas (Sampio *et al.* 2010)

Defektas	Defekto detalizacija	Defekto pašalinimas	Defekto šalinimo instrukcija
Fasado atskilimai	Dėl silpno sukibimo/sutvirtinimo su pagrindu galimas fasado elementų trūkis	Apdailos sluoksnio pakeitimas (jei yra galimybė seno sluoksnio pataisymas)	1. Atskilusių fasado elementų pašalinimas naudojant šlifavimo įrankius, plaktuką, kaltą. 2. Šalia defekto vietos esančių vietų sutvirtinimas. 3. Pažeistos vietos fiksavimas duomenų bazėje. 4. Pažeisto sluoksnio, vietos apdailos atstatymas.
Fasado įtrūkimai / lūžiai	Tvirtinimo susilpnėjimas (platūs įtrūkimai su aiškiai matoma vieta)	Apdailos sluoksnio pakeitimas (įtrūkusių vietų užtaisymas, sutvirtinimas)	1. Įtrūkusių fasado vietų pašalinimas, taisymas. 2. Šalia defekto vietos esančių vietų sutvirtinimas 3. Įtrūkusių vietų, sandūrų užpildymas mastika. 4. Vietų užtaisymas apsauginiu sluoksniu, sloksniuojant cementą su stiklo pluoštu. 5. Pažeistos vietos fiksavimas duomenų bazėje. 6. Pažeisto sluoksnio, vietos apdailos atstatymas.

Pagrindinis pastatų priežiūros pasitelkiant virtualųjį modelį privalumas yra tas, kad visa informacija, reikalinga norint įvertinti pastato būklę, būna vienoje vietoje. Modelyje informacija archyvuojama ir bet koku metu galima patikrinti pastato defektų istoriją. Pastato būklės perteikimas naudojant 3D modelį gerina komunikaciją tarp projekto dalyvių bei greičiau nustatomos galimos pastato nusidėvėjimo vietos (Sampio *et al.* 2010).

Mokslininkai (Vilutienė *et al.* 2004) eksploatacijai gerinti taip pat siūlo šias priemones:

- 1) internetinės technologijos;
- 2) informacijos klasifikavimas ir skaitmeninimas;
- 3) geografinių informacinių sistemų taikymas;
- 4) pastatų ūkio valdymo sprendimų paramos sistemų įdiegimas.

2.8. Skaitmeninės technologijos pastatų atnaujinime

Šiandien sparčiai besivystant tokioms skaitmeninėms technologijoms, kaip vaizdo jutikliai, skeneriai bei spartus grafikos ir kompiuterių tobulėjimas, suteikia galimybę greitai kurti naujus pastatų skaitmeninės dokumentacijos metodus. Skaitmeninių dokumentų ir 3D modelio naudojimas yra naujas dalykas architektūroje ir statybos inžinerijoje. Ši metodika yra naudojama vaizdinei geometrinei, erdvinei, topografiniai informacijai iš tikslinių architektūros objektų išgauti. Tokiu būdu iš pateiktos informacijos automatiškai kuriamas objekto 3D modelis. Šios technologijos ypač padeda istorinių pastatų, gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos projektuose, kur reikalingas didelis kruopštumas ir preciziškumas (Styliadis 2007). Pasak Sampio ir kitų (2009)

pastatų atnaujinimas yra specifinė darbų rūšis, kai galutinis rezultatas turi būti žinomas, dar prieš pradedant imtis kokių nors veiksmų. Jei dirbama su itin senu pastatu, svarbu išsaugoti jo autentiškumą. Tad skaitmeninis modeliavimas pastatų atnaujinimo procese labai svarbus, pasitelkiant jį galima geriau įvertinti esamą pastato konstrukcijų būklę, numatyti visas galimas problemas ir tikslų būsimą rezultatą.

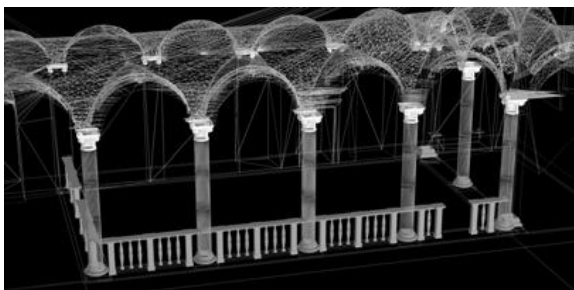
Skaitmeniniai modeliai pasižymi šiais dokumentų saugojimo ir platinimo kriterijais (Remondino *et al.* 2009):

- **tikslumas** – tikslumas ir patikimumas atnaujinimo darbuose yra du svarbūs veiksniai;
- **žema kaina** – dažniausiai modernizavimo projektai turi ribotą biudžetą ir tai riboja galimybes skirti daug dėmesio brangioms dokumentų apdorojimo priemonėms;
- **greita įsigyti** – daugelis atnaujinamų objektų turi ribotą laiką tyrimų dokumentacijai parengti, kad netrikdytų darbuotojų ar gyventojų;
- **lankstumas** – dėl labai įvairių vietų ir objektų matmenų, metodas turėtų leisti įvairių mastų ir bet kurios galimos stadijos tikslinimus.

Skaitmeninis pastato modelio sudarymas susideda iš šių etapų (Styliadis 2007):

- 1) įrašoma ir perdirbama didelio kiekio trijų (gali būti ir keturių) matmenų įvairių šaltinių, kintamos skiriamosios gebos informacija;
- 2) pasiektas 3D ar 4D modelio tolimesnio naudojimo valdymas ir apsauga;
- 3) vizualizacijos ir pasiektų rezultatų platinimas internete ir aukštesnio lygio internetinėse duomenų bazėse, kad juos galėtų pasiekti kiti vartotojai;
- 4) skaitmeninių duomenų dalinimasis švietimo, tyrimo, konservavimo ar turizmo tikslais.

Remiantis visomis šiomis savybėmis ir sujungiant kelis metodus sukurama bendra technologija.



a)



b)

2.9 pav. Buonconsiglio pilies Trento Italijoje informaciniai modeliai (Rizzi *et al.* 2007)

Šiuo metu aiškiai apibrėžtos ir plačiausiai taikomos pastatų atnaujinimo technologijos yra šios (Rizzi *et al.* 2007):

- **vaizdu paremtas modeliavimas** (toliau – IBM). Vienas tiksliausių metodų. Skaitmeniniame modelyje objekto vaizdiniai ir duomenys atkuriami detaliai ir aiškiai. Tinka įvairaus dydžio objektams vaizduoti;
- **infraraudonųjų spindulių termografija** (toliau – IRT). Kiekvienas objektas skleidžia elektromagnetinius spindulius. IRT šią energiją transformuoja į matomą vaizdą. Ši technologija turi puikias galimybes būti panaudota daugelyje sričių, tačiau dėl brangios įrangos ir žinių stokos mažai kur naudojama;
- **ultravioletinių spindulių spektras** (toliau – UV). Tai elektromagnetinės spinduliotės bangos, kurios yra trumpesnės nei 0.4 μm , bet ilgesnės nei minkštieji rentgeno spinduliai 10-2 μm . Objektų tyrimuose naudojami objekto būklei nustatyti. Kai UV spinduliai šviečia ant objekto rezultatas yra fotono emisija matomoje spektro vietoje. Šis reiškinys ir vadinamas fluorescencija, atsirandančia, kai didelės energijos šviesos fotonai yra absorbuojami ir vėl išmetami matomų bangų ilgių regionuose. UV nurodo objekto vietų remonto būtinumą ir įtrūkimus;
- **modeliavimas aktyviais jutikliais** (toliau – RBM). Aktyviais jutikliais gaunama geometrinė informacija. Tokiu būdu sukuriama fotorealistiniai 3D modeliai, pasižymintys itin tiksliais ir aukštos kokybės vaizdais.

Atnaujinant pastatus nėra aiškiai apibrėžta, kurią technologiją reikia pasirinkti. Dauguma vaizdų gaunami naudojant tokias skaitmenines priemones, kaip didelio formato skaitmeninės oro kameros, hiperspektriniai jutikliai su šimtais kanalų, nuotolio jutikliai, terminio vaizdo kameros, panoraminiai fotoaparatai (Remondino *et al.* 2009).

Modernizuojant pastatus yra labai svarbu įvertinti esamą pastato konstrukcijų būklę ir pažeidimus. Objekto įvertinimas leidžia tiksliau parinkti atnaujinimo būdus. Panaudojant skaitmenines technologijas galima įvertinti esamą situaciją ir parinkti tinkamą atnaujinimo seką. Vertinant pastato konstrukcijas, jo estetiškes savybes, šiluminių charakteristikų parinkimą galima modeliuoti skirtingus pastatų atnaujinimo variantus, lyginti kainas, atsiperkamumą ir kitus kriterijus. (Sampio *et al.* 2009).

Senuose statiniuose dažniausiai susiduriama su pasenusia inžinerine įranga. Norint, kad pastatas atitiktų šiuolaikinius reikalavimus reikia atlikti daug sudėtingų darbų, kurie kainuoja didelius pinigus. 3D modeliavimo technologijos padeda įvertinti inžinerinės įrangos parinkimo būdus (Sampio *et al.* 2009).

Skaitmeninės technologijos ir virtualieji modeliai suteikia galimybę daug greičiau priimti sprendimus, numatyti galimus darbų trukumus vykdant istorinių ar kitų pastatų modernizavimo projektus. Juos taikant tiksliau nustatoma būsima darbų trukmė, apimtis, būsimos išlaidos.

2.9. Priežastys, stabdančios skaitmeninių technologijų plėtrą

Mokslininkų išskiriamos šios priežastys, stabdančios skaitmeninių technologijų plėtrą (Liu *et al.* 2011; Ahuja *et al.* 2009):

- 1) žmonės sąmoningai priešinas naujovėms. Projektuotojai nenoriai naudoja 3D modelius ir BIM;
- 2) įprasto ir skaitmeninio statybos ciklo organizaciniai skirtumai. BIM technologija teikia naujas valdymo struktūras, metodus, visa tai keičia tradicinę statybą;
- 3) nėra bendro statybos dalyvių sutarimo dėl BIM naudojimo būtinumo;
- 4) nėra nustatyta teisinė atsakomybė tarp projektuotojų ir statybininkų;
- 5) per didelė skaitmeninių technologijų ir įrangos kaina;
- 6) verslo įmonės nenori prisiimti rizikos dėl mokslinių teorinių modelių taikymo realybėje;
- 7) organizacijose labiau vertinamas vidinis informacijos tinklas nei bendras su visais projekto dalyviais;
- 8) nėra pasitikėjimo skaitmeniniais dokumentais;
- 9) nėra pasitikėjimo elektroniniu paštu.
- 10) vis dar populiarūs susitikimai gyvai, nors ir yra galimybė rengti interaktyvias konferencijas;
- 11) elektroniniai užsakymai kol kas nėra populiarūs.

Taip pat viena iš priežasčių, stabdančių naujų technologijų priėmimą, yra ta, kad 50 – 70 % statybos dalyvių nėra pasiruošę skaitmeninei statybai (Heldgaard *et. al.* 2008). Išskiriamos šios priežastys:

- nesupranta ir neišnaudoja skaitmeninių galimybių;
- nesugeba valdyti skaitmeninės dokumentacijos;
- negali gauti skaitmeninių pasiūlymų ir dalyvauti skaitmeniniuose konkursuose;
- nemoka išnaudoti galimybės pateikti informaciją naudojant 3D modelius ar kitas informacines technologijas;
- nenaudoja naujausių statybos projektavimo ir projektų vertinimo standartų;
- neplanuoja skaitmeninės strategijos;
- neapartinėja skaitmeninių sistemų galimybių su vadovais ir darbuotojais.

Remiantis Kanados statybos pramonės tyrimu, didžiausia IT plėtros statybos sektoriuje kliūtis naujų technologijos priemonių priėmimas. Kita vertus, XXI amžiaus nauja verslo taisyklė „bendradarbiauti arba žūti“. Todėl siekiamos išlikti konkurencingos ir išgyventi vis labiau konkurencingoje pasaulio rinkoje, daugelis įmonių turi prisitaikyti, priimti naujas technologijas ir bendradarbiauti su kitais (Shen *et al.* 2010).

3. GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ MODERNIZACIJOS PROCESO DALYVIŲ TYRIMAS

3.1. Tyrimo metodika

Tyrimo tikslas – išanalizuoti gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos proceso dalyvių poreikius ir nustatyti, kaip skaitmeninės technologijos turės įtakos gyvenamųjų namų atnaujinimo proceso etapams ir jų efektyvumui.

Siekiant nustatyti modernizacijos dalyvių suvokimą apie skaitmeninių technologijų teikiamą naudą, technologijų naudojimo mastą būsto atnaujinimo etapuose bei nustatyti dalyvių poreikius buvo iškelti šie tyrimo uždaviniai:

- 1) atlikti modernizuotų gyvenamųjų daugiabučių namų užsakovų (bendrijų pirmininkų ar paskirtų administratorių) apklausą.
- 2) atlikti modernizavimo projektus rengiančių, konsultuojančių įmonių vadovų ir specialistų apklausą. Nustatyti skaitmeninių technologijų naudojimo lygį būsto atnaujinimo procesuose, išsiaiškinti jų poreikius dalyvaujant modernizavimo projektų rengimo konkursuose bei proceso etapuose.
- 3) atlikti modernizuojamų objektų statybos darbus vykdančių įmonių vadovų ir specialistų apklausą. Nustatyti skaitmeninių technologijų naudojimo lygį būsto atnaujinimo procesuose, išsiaiškinti jų poreikius dalyvaujant modernizavimo projektų rengimo konkursuose bei proceso etapuose.

Tyrimas vyko šiais etapais:

- mokslinės literatūros analizė (2011 m. rugsėjis – 2012 m. kovas);
- duomenų rinkimo metodų ir formos pasirinkimas (2012 m. kovas – balandis);
- tyrimo priemonių ir imties suformavimas (2012 m. balandis);
- apklausos anketų siuntimas elektroniniu paštu (2012 m. balandis – gegužė);
- pakartotinis anketų siuntimas projekto dalyviams (2012 m. gegužė);
- duomenų analizė ir apdorojimas bei tyrimo ataskaitos parengimas (2012 m. gegužė).

Skaitmeninių technologijų ir sprendimų naudojimo modernizacijos procesuose lygiui nustatyti buvo taikomi šie metodai:

- 1) kokybinė statybos etapų skaitmeninimo priemonių analizė buvo atlikta siekiant tinkamai suformuluoti apklausos klausimus;
- 2) internetinės apklausos metodas buvo taikomas siekiant apklausti kaip įmanoma daugiau su būsto modernizavimu susijusių dalyvių – užsakovų (pirmininkų arba paskirtų administratorių), projektuotojų arba konsultantų, statybos rangos įmonių.

3) statistinė apklausų rezultatų analizė. Duomenims apdoroti buvo taikomos Word, Excel ir internetinė apklausų rezultatų tvarkymo programos.

Tyrimo apklausai vykdyti buvo pasirinkta apklausų rengimo internetinė svetainė – <http://publika.lt>. Ši sistema buvo pasirinkta įvertinus jos funkcionalumą, paprastumą ir teikiamas galimybes. Internetinės apklausos suteikia galimybę apklausti didelį respondentų skaičių ir garantuoti anonimiškumą, kuris turi didelės įtakos gaunamos informacijos tikrumui.

3.2. Tyrimo dalyvių imtis

Tyrimo imtis susideda iš trijų tikslinių modernizacijos dalyvių grupių:

- užsakovai – būsto atnaujinimo procese dalyvavę bendrijų pirmininkai ar paskirti namo valdytojai;
- modernizacijos projektų rengėjai – architektai, projektuotojai, konsultantai;
- modernizacijos objektų statybos darbų vykdytojai – statybos rangovai.

Pirmą tikslinę grupę sudaro būsto atnaujinimo procese dalyvavę bendrijų pirmininkai ar priskirti namo valdytojai. Užsakovų, kuriems buvo siųsta anketa, sąrašas pateiktas 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Užsakovų anketos adresatai

Eil. Nr.	Užsakovų anketos adresatai	Išsiųsta anketų, vnt.
1	Lietuvos Respublikos daugiabučių namų savininkų bendrijų federacija	150
2	Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra	359
3	Kitiems asmenims	28
Iš viso:		537

Antrą tikslinę grupę sudaro modernizacijos projektų rengėjai – architektai, projektuotojai, kiti techniniai konsultantai ir specialistai. Projektų rengėjų, kuriems buvo siųsta anketa, sąrašas pateiktas 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Projektų rengėjų anketos adresatai

Eil. Nr.	Projektų rengėjų anketos adresatai	Išsiųsta anketų, vnt.
1	Lietuvos projektavimo įmonių asociacijos narės	20
2	Kitos projektavimo įmonės	428
Iš viso:		448

Trečią tyrimo tikslinę grupę sudaro statybinių ir modernizacijos objektų statybos darbų vykdytojai – statybos rangovai. Apklausti įmonių statybos darbų vadovai, projektų vadovai ir kiti specialistai. Projektų rangovų, kuriems buvo siųsta anketa, sąrašas pateiktas 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Projektų rangovų anketos adresatai

Eil. Nr.	Projektų rangovų anketos adresatai	Išsiųsta anketų, vnt.
1	Lietuvos statybininkų asociacijos narės	115
2	Kitos statybinės įmonės	425
Iš viso:		540

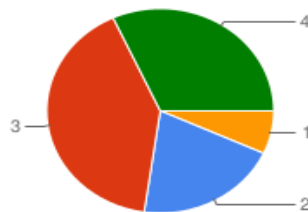
3.3. Tyrimo rezultatai

3.3.1. Užsakovų apklausos rezultatai

Anketą užpildė 44 respondentai. Dauguma apklaustųjų gyvenamųjų daugiabučių namų programą vertina patenkinamai (40,9 %) arba blogai (31,8 %). Likusieji 27,3 % apklaustųjų šalyje vykdomą programą vertina gerai (20,5 %) arba labai gerai (6,8 %). Respondentų nuomonių vertinimas pateiktas 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Būsto modernizavimo programos vertinimas

Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %
1. Labai gerai	3	6.82
2. Gerai	9	20.45
3. Patenkinamai	18	40.91
4. Blogai	14	31.82
Iš viso	44	100.00%

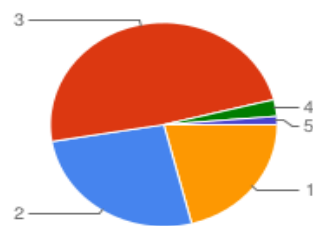


Vertinant apklaustųjų atsakymo variantus, galima teigti, kad respondentų nuomonės pasiskirsto į tris grupes. Trečdalis apklaustųjų būsto modernizavimo programą Lietuvoje vertina vidutiniškai, kitas trečdalis – blogai, likęs – gerai. Toks nuomonių pasiskirstymas atskleidžia dalyvių lūkesčių įvykdymo skirtumus atlikus modernizavimo projektus.

Analizuojant priežastis (3.5 lentelė), skatinančias gyventojus dalyvauti būsto atnaujinimo programoje, matyti, kad didžioji dalis respondentų nurodė norą sumažinti energijos suvartojimą pastate (48,7 %). Toks atsakymo pasirinkimas greičiausiai susijęs su tuo, kad šiais metais ypač padidėjo šilumos kainos. Nemažai gyventojų nurodė, kad jų modernizavimo motyvai buvo susiję su noru gyventi šilčiau ir geriau (26,3 %) bei su prasta pastato būkle (21,1 %).

3.5 lentelė. Priežastys, skatinančios dalyvauti programoje

Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %
1. Pastato remonto būtinybė	16	21.05
2. Noras gyventi šilčiau ir geriau	20	26.32
3. Noras sumažinti energijos suvartojimą pastate	37	48.68
4. Būsto vertės padidėjimas	2	2.63
5. Kita	1	1.32
Iš viso	76	100.00%

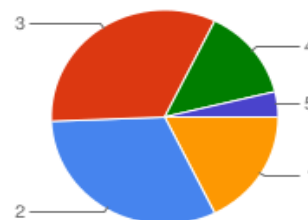


Apklaustųjų nuomone, priežastys, stabdančios būsto atnaujinimo programos plėtrą (3.6 lentelė), yra:

- baimė įsiskolinti bankams (32,9 %);
- maža valstybės parama (31,7 %);
- abejotina statybos darbų kokybė (17,7 %);

3.6 lentelė. Priežastys, stabdančios būsto atnaujinimo plėtrą

Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %
1. Abejotina statybos darbų kokybė	14	17.72
2. Maža valstybės parama	25	31.65
3. Baimė įsiskolinti bankams	26	32.91
4. Projektų neatsiperkamumas	11	13.92
5. Kita	3	3.8
Iš viso	79	100.00%

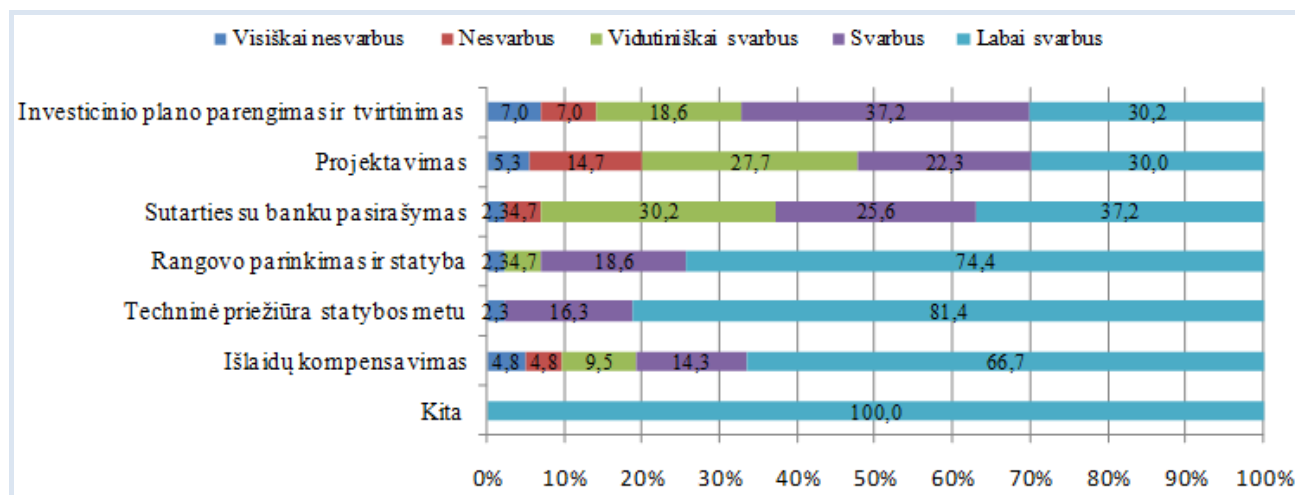


Taip pat 13.9 % respondentų kaip priežastį įvardijo modernizacijos projektų neatsiperkamumą. Pažymėtina, kad užsakovams labiau rūpi finansiniai klausimai, nei pačių projektų kokybė ir efektyvus jų įgyvendinimas.

Daugiabučių namų modernizavimas yra sudėtingas ir ilgas procesas. Kiekvienas etapas reikalauja ypatingo dėmesio ir žinių, nepastebėtos klaidos tolimesniuose proceso žingsniuose gali kainuoti daug laiko ir išteklių.

Analizuojant būsto atnaujinimo procesų svarbumą, labai svarbius ir svarbius etapus respondentai nurodė (3.1 pav):

- 1) rangovo parinkimas ir statyba (93 %);
- 2) techninė priežiūra statybos metu (97,7);
- 3) patirtų modernizavimo išlaidų kompensavimas (81 %).



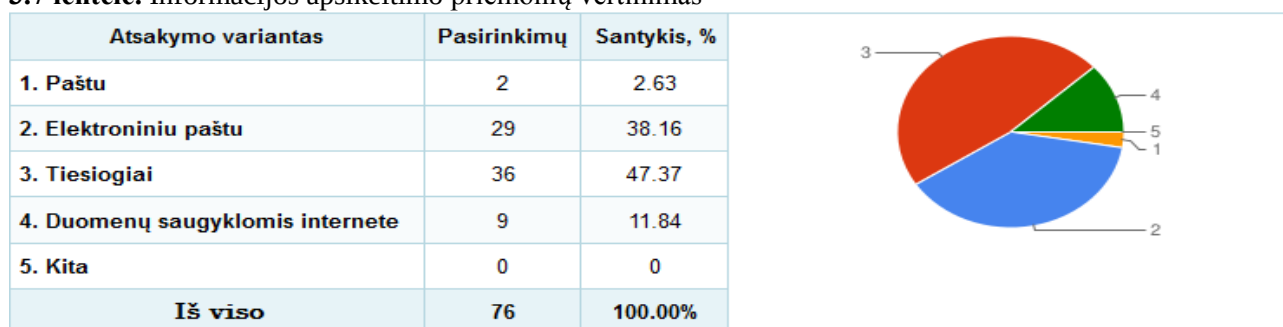
3.1 pav. Modernizacijos etapų vertinimas

Įdomu tai, kad apklaustieji labiau išskyrė statybos etapą, kurio metu yra įgyvendinami projektuotojų numatyti sprendiniai, o ne projektavimo. Projektavimo metu padarytos klaidos išryškėja tik statybos metu, todėl visi linkę kaltinti blogai atliekamą statybininkų darbą. Galima teigti, kad užsakovai nesupranta statybos proceso etapų svarbumo. Tokią nuomonę galėjo suformuoti viešojoje erdvėje publikuojami blogai įvykdyti modernizacijos projektai ir kaltinimai

statybininkams. Autoriaus nuomone, būtina aktyvesnė informacijos apie modernizacijos etapus, jų svarbumą ir įvykdytų modernizacijos projektų rezultatus sklaida.

Vykdamas modernizacijos projektus tikslingiausias informacijos apsiųtimo būdas, pasak apklaustųjų, yra susitikimai tiesiogiai (47,4 %). Tokį aukštą įvertinimą lemia tai, kad didžioji dauguma daugiabučių namų pirmininkų yra vyresnio amžiaus ir teikia pirmenybę tradiciniam informacijos apsiųtimui nei apsiųtimams naudojant informacines technologijas. 38,2 % apklaustųjų mano, jog tikslingiausias informacijos apsiųtimo būdas yra elektroninis paštas. Tik 11,8 % nurodė, kad informacija tikslinga keistis naudojantis duomenų saugyklomis internete, kur kiekvienas projekto dalyvis galėtų prisijungti su slaptažodžiais. Respondentų nuomonių vertinimas pateiktas 3.7 lentelėje.

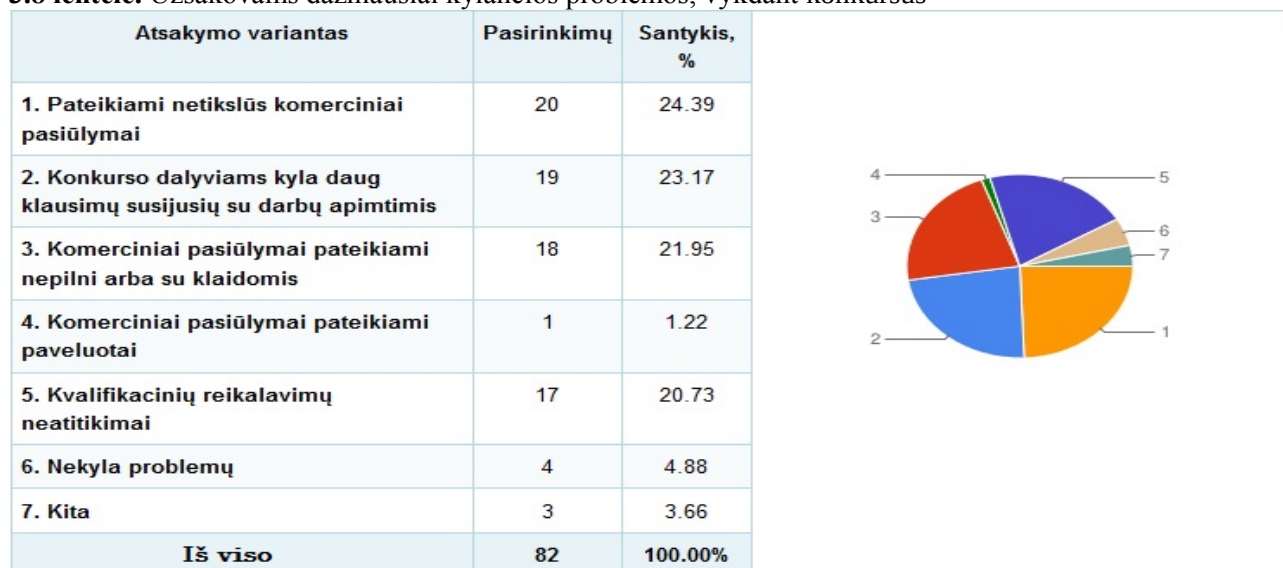
3.7 lentelė. Informacijos apsiųtimo priemonių vertinimas



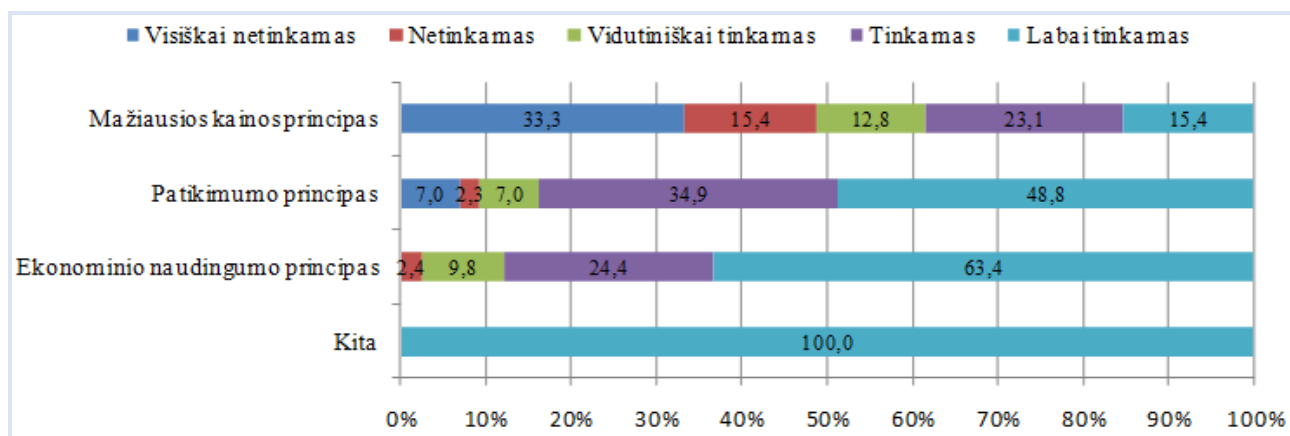
Būsto atnaujinimo procese dalyvavę bendrijų pirmininkai ar paskirti namo valdytojai išskyrė šias problemas, kurios dažniausiai kyla vykdamas konkursus, modernizavimo projektų įgyvendinimo darbams atlikti (3.8 lentelė):

- 1) pateikiami netikslūs komerciniai pasiūlymai (24,4 %);
- 2) konkurso dalyviams kyla daug klausimų, susijusių su darbų apimtimis (23,2 %);
- 3) komerciniai pasiūlymai pateikiami neišsamūs arba su klaidomis (21,9 %);
- 4) kvalifikacinių reikalavimų neatitikimai (20,7 %).

3.8 lentelė. Užsakovams dažniausiai kylančios problemos, vykdamas konkursus



Vertinant konkursų laimėtojo pasirinkimo būdų tinkamumą (3.2 pav.), dauguma respondentų tinkamai arba labai tinkamai įvertino ekonominio naudingumo principą (87,8 %). Taip pat teigiamai buvo įvertintas patikimumo principas, kurio metu pasirenkamos tik patikimos ir didelę patirtį pastatų atnaujinimo srityje turinčios įmonės. (83,7 %). Šiuo metu dažniausiai naudojamas mažiausios kainos principas, kai mažiausią kainą pasiūlęs subjektas yra pasirenkamas konkurso laimėtoju, buvo įvertintas neigiamai (48,8 %). Daugybė statybos dalyvių patvirtina, kad šis konkurso laimėtojo pasirinkimo būdas yra žalingas ir tik didina riziką dėl darbų ir medžiagų kokybės. Keleto respondentų nuomone, renkantis konkurso laimėtoją, būtų tikslinga atmesti pigiausius ir brangiausius pasiūlytus projekto variantus ir pasirinkti vidutinį projekto pasiūlymą.

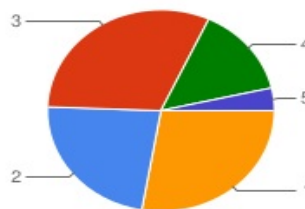


3.2 pav. Konkurso laimėtojo pasirinkimo priemonių vertinimas pagal užsakovus

Kaip dažniausiai pasitaikančią problemą po konkurso laimėtojo paskelbimo daugiausia apklaustųjų (31,3 %) įvardijo tai, kad komerciniuose pasiūlymuose nebūna įtraukta tam tikrų darbų. Taip pat buvo įvardytas skirtingas numatytų darbų sąvokų interpretavimas (27,7 %) ir darbų kiekių neatitikimai (22,9 %). Tarp atsakiusių buvo tokių, kurie nurodė, kad problemos kyla dėl prasto projektuotojų lygio ir parengtų projektų kokybės (3.9 lentelė).

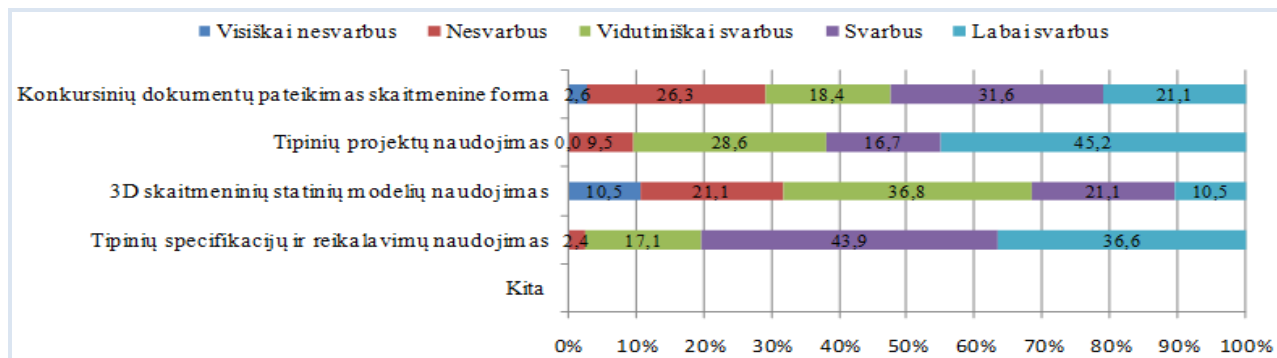
3.9 lentelė. Užsakovams dažniausiai kylančios problemos po konkurso laimėjimo

Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %
1. Skirtingas numatytų darbų sąvokų interpretavimas	23	27.71
2. Darbų kiekių neatitikimai	19	22.89
3. Paaiškėja, kad komerciniame pasiūlyme nebuvo įtraukta tam tikrų darbų	26	31.33
4. Laimėtojo kvalifikacija neatitinka keltų reikalavimų	12	14.46
5. Kita	3	3.61
Iš viso	83	100.00%



Kaip svarbius ir labai svarbius veiksnius, kurie optimizuotų modernizacijos konkursų rengimo darbus ir jų rezultatus, apklaustieji išskyrė (3.3 pav.):

- 1) tipinių specifikacijų ir reikalavimų naudojimas (80,5 %);
- 2) tipinių projektų naudojimas (61,9 %);
- 3) dokumentų konkursui pateikimas skaitmenine forma (52,7 %).

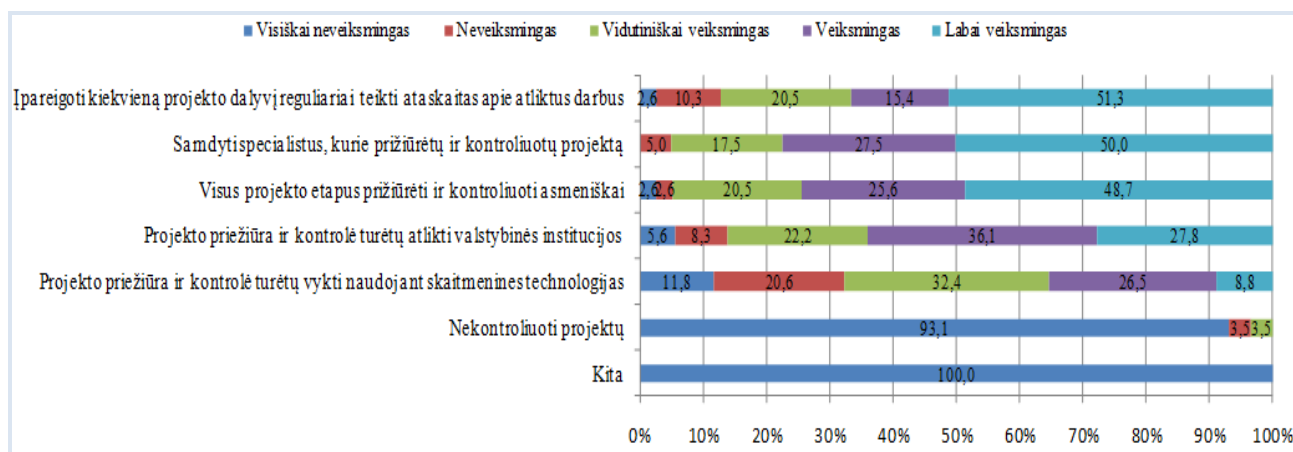


3.3 pav. Užsakovų išskirti veiksniai, optimizuojantys konkursų rengimo darbus

Pažymėtina, kad 3D skaitmeninių statinių modelių naudojimą modernizacijos konkurso metu, daugiausia respondentų įvertino kaip vidutiniškai svarbų (36,8 %). Galima teigti, kad užsakovai turi labai menką supratimą apie skaitmenines technologijas ir 3D modelio teikiamą naudą statyboje.

Bendrijų pirmininkai ar paskirti namo valdytojai modernizacijos projektų vykdymo eigą dažniausiai prižiūrėjo ir kontroliuodavo asmeniškai (40,5 %) arba patikėdavo priežiūrą kompetentingiems specialistams (38,1 %). Kiti kontroliavimo būdai – kiekvienas projekto dalyvis teikdavo ataskaitas apie atliktus darbus (7,14 %) arba visai modernizacijos darbų kontrolė vykdoma nebuvo (7,14 %).

Analizuojant modernizacijos projektų vykdymo priemonių veiksmingumą (3.4 pav.), dauguma apklaustųjų mano, kad modernizacijos projektų vykdymo eigą kontroliuoti veiksmingiausia ją perduodant kompetentingiems specialistams (77,5 %). Toks nuomonių pasiskirstymas suprantamas, nes ne visi užsakovai turi žinių apie statybinių projektų rengimą ir valdymą.

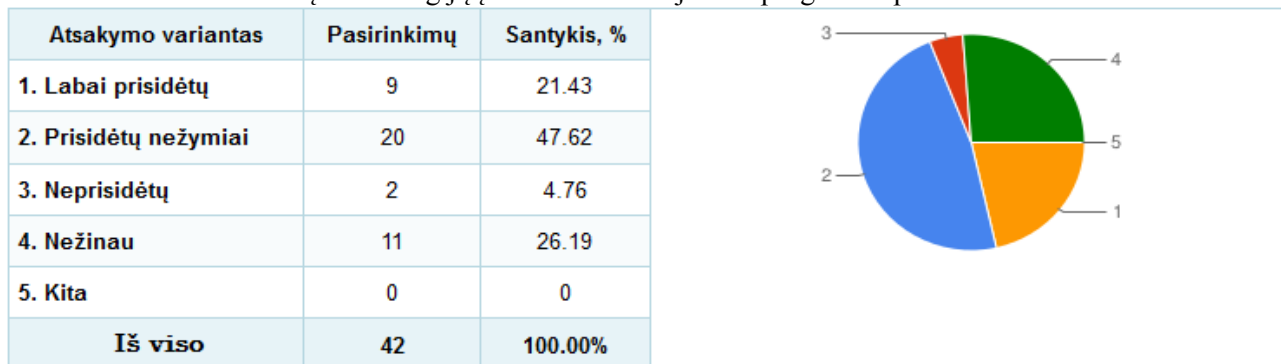


3.4 pav. Užsakovų modernizacijos projektų vykdymo kontrolės būdų veiksmingumo vertinimas

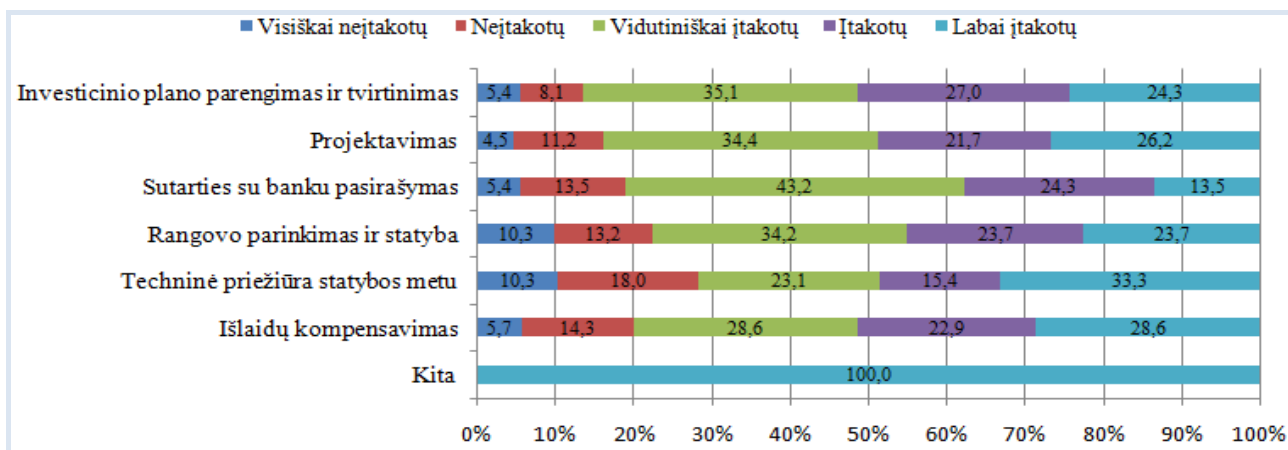
Taip pat dauguma respondentų atsakė, kad projektus veiksminga prižiūrėti ir kontroliuoti asmeniškai (74,3 %). Toks įvertinimo rezultatas, priklauso nuo to, kad visuomenė nepasitiki projekto dalyviais, gauna mažai informacijos apie vykdomos programos eigą ir mano, kad geriausiai savo gyvenamąją aplinką prižiūrėti gali tik patys. Įdomu tai, kad dauguma apklaustųjų mano, kad valstybės institucijos turėtų labiau domėtis vykdomais modernizacijos projektais ir taip užtikrinti jų priežiūrą ir kontrolę (63,9 %).

Dauguma apklaustųjų mano, kad skaitmeninių technologijų naudojimas būsto atnaujinimo programoje, prisidėtų nežymiai prie jos plėtros (47,6 %). 26,2 % atsakė nežinantys, ar šios technologijos turėtų įtakos programos plėtrai. Visgi 21,4 % apklaustųjų mano, kad skaitmeninių technologijų naudojimas modernizacijos procesuose labai prisidėtų prie programos plėtros. Projektų užsakovų suvokimas apie skaitmeninių technologijų teikiamą naudą, pateikiamas 3.10 lentelėje.

3.10 lentelė. Skaitmeninių technologijų įtaka būsto atnaujinimo programos plėtrai



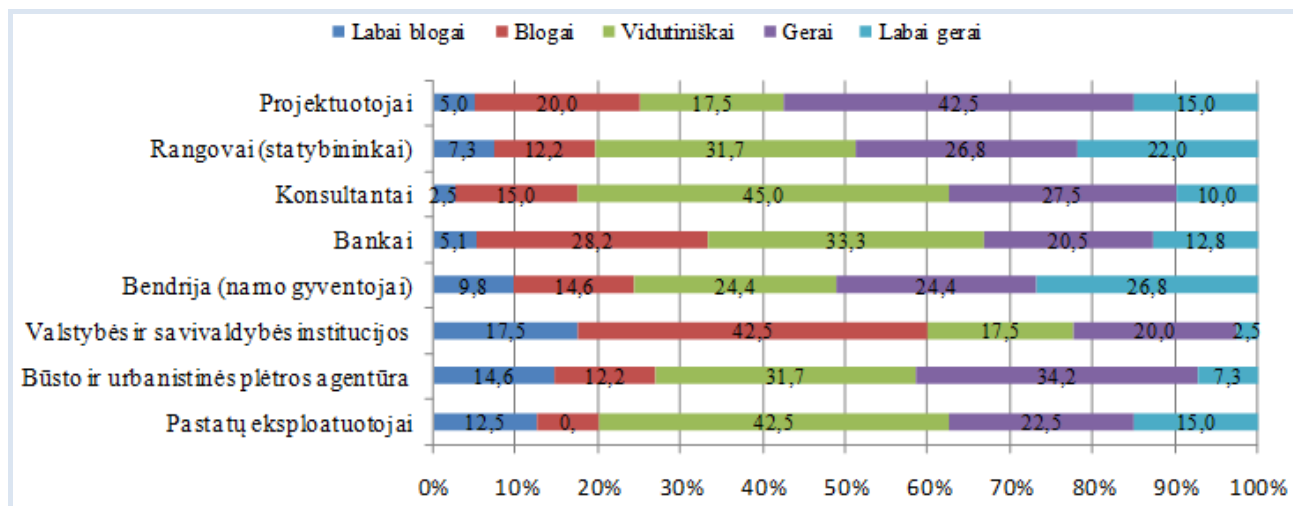
Vertinant skaitmeninių technologijų įtaką modernizacijos etapuose (3.5 pav.), respondentų nuomone, labiausiai technologijos praverstų rengiant investicinį planą ir jį tvirtinant (51,3 %), kompensuojant išlaidas (51,5 %) ir projektuojant (47,9 %). Trečdalis apklaustųjų mano, kad skaitmeninės technologijos vidutiniškai turėtų įtakos visiems proceso etapams. Tokie rezultatai tik patvirtina, kad dauguma projekto dalyvių turi labai siaurą suvokimą apie skaitmenines technologijas, jų teikiamą naudą ir procesų optimizavimo galimybes.



3.5 pav. Skaitmeninių technologijų įtaka būsto modernizacijos etapams

Vertinant būsto modernizacijos programos dalyvių veiklą (3.6 pav.), apklausti užsakovai ypač teigiamai įvertino:

- 1) projektuotojus (57,5 %);
- 2) namo gyventojus (51,2 %);
- 3) rangovus (48,8%).



3.6 pav. Užsakovų proceso dalyvių veiklos įvertinimas

Blogiai ir labai blogai buvo vertinamos valstybės ir savivaldybės institucijos (57 %), bankai (33,3%) ir būsto ir urbanistinės plėtros agentūra (26,8 %).

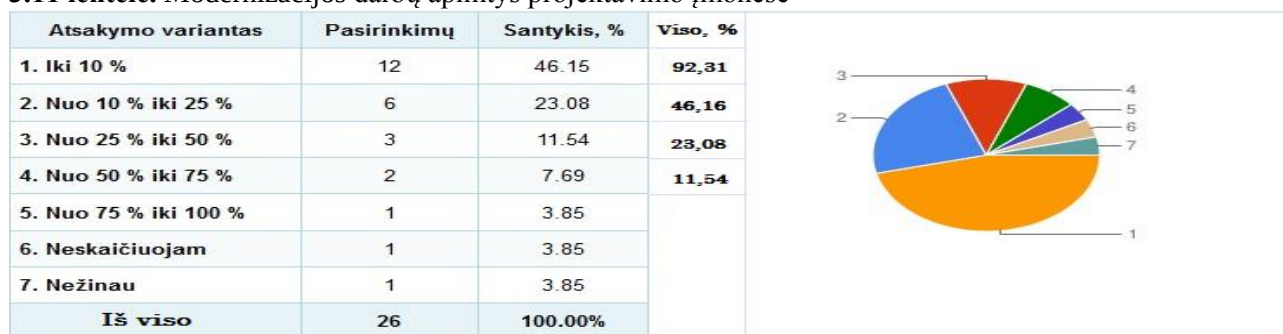
Apibendrinant dalyvių vertinimus, galima teigti, kad didžioji dauguma užsakovų žiūri skeptiškai į valstybės institucijas, bankus ir pastatų eksploatuotojus. Geriausiai buvo vertinami tie subjektai, su kuriais daugiausia bendraujama proceso metu.

3.3.2. Projektų rengėjų apklausos rezultatai

Anketą užpildė 50 respondentų. 53,1 % visų apklaustųjų dalyvavo gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo projektuose. Didžiąją dalį užpildytų anketų sudarė mažų (42,9 %) ir vidutinių (40,8 %) įmonių darbuotojai. 12,2 % apklaustųjų dirba didelėse projektavimo įmonėse. Dauguma respondentų (81,25 %) nurodė, kad 90 % – 100 % įmonės darbuotojų turi galimybę naudotis internetu bei kompiuteriu. 71,4 % atsakiusiųjų tvirtina, kad 90 % – 100 % darbuotojų naudojami skaitmeninėmis ir komunikacinėmis priemonėmis vykdydami statybos projektus. 65,3 % respondentų dirba įmonėse, kurios vykdo veiklą daugiau nei 10 metų. 18,4 % apklaustųjų sudaro nuo 5 iki 10 metų veiklą vykdančių įmonių. Likusi dalis (16,3 %) darbuotojai, dirbantys įmonėse, kurios vykdo veiklą nuo 2 iki 5 metų.

Dauguma apklaustųjų (92,31 %) nurodė, kad gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo programos projektai sudaro iki 10 % visų įmonės užsakymų. 46,16 % nurodė, kad modernizacijos projektai sudaro nuo 10 iki 25 %, o 23,08 % – nuo 25 iki 50 % įmonės užsakymų. Apklausos rezultatai pateikti 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė. Modernizacijos darbų apimtys projektavimo įmonėse



Respondentų nuomone, pagrindinės priežastys, stabdančios norą dalyvauti gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo projektuose ir tokiu būdu didinti įmonės užsakymų skaičių, yra šios:

- 1) per didelė biurokratija (29,8 %);
- 2) per ilgas ir sudėtingas modernizacijos procesas (18,8 %);
- 3) per didelė konkurencija (10,5 %).

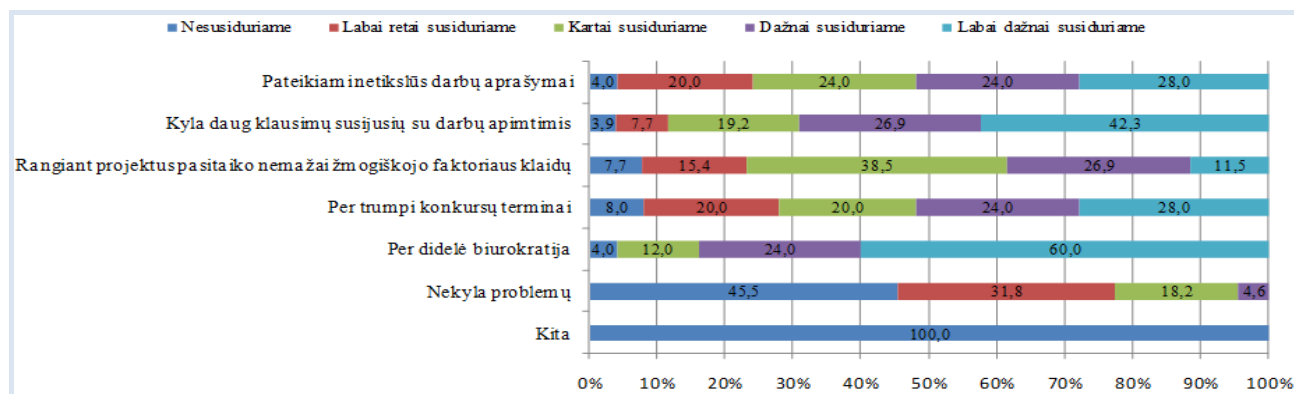
Apklaustųjų nuomone (10,5 %), taip pat problema yra ir didelis gyventojų priešiškumas ir maža investicinių projektų kaina.

Būsto atnaujinimo programoje dalyvaujantys projektuotojai išskyrė šias problemas, kurios dažniausiai kyla dalyvaujant konkursuose modernizavimo projektų įgyvendinimo darbams atlikti (3.7 pav.):

- 1) per didelė biurokratija (84 %);
- 2) kyla daug klausimų, susijusių su darbų apimtimis (69,2 %);
- 2) pateikiami netikslūs darbų aprašymai (48 %);
- 3) per trumpi konkursų terminai (48 %);

Pažymėtina tai, kad 77,3 % apklaustųjų nurodė retai susiduriantys su tokia situacija, kai dalyvaujant konkursuose nekiltų problemų.

Vertindami konkursų problemas, galima teigti, kad dabar egzistuojantis viešųjų pirkimų modelis veikia neefektyviai. Daromos klaidos, per ilgos ir sudėtingos procedūros, menkas projektų skaidrumas skatina projektavimo įmones nedalyvauti būsto atnaujinimo procesuose.



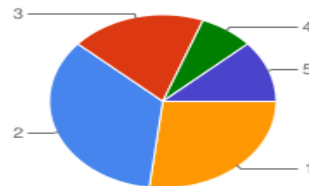
3.7 pav. Problemos, kylančios projektuotojams dalyvaujant modernizacijos konkursuose

46,2 % projektavimo įmonių atstovų teigia, kad teikdami modernizacijos projektus konkursui **numato išlaidas klaidoms ar netikslumams taisyti**. Netikslumams taisyti prie skaičiuojamosios projekto vertės 66,7 % respondentų papildomai prideda 5 – 15 % sumą. 25 % apklaustų projektuotojų numato iki 5 % didesnes sąmatas. Galime teigti, kad tokiu būdu modernizuojamų objektų **investicinių projektų kaina yra iki 15 % didesnė**.

Vertinant pakeitimų dalį modernizacijos projektuose (3.12 lentelė), galima teigti, kad nuo investicinio plano rengimo pradžios iki statybos darbų pabaigos įvyksta iki 10 % projekto pakeitimų. 61,6 % teigia, kad jų rengiamų projektų metu įvyksta nuo 20 iki 30 % pakeitimų.

3.12 lentelė. Projektuotojų nurodytas pakeitimų kiekis modernizacijos projektuose

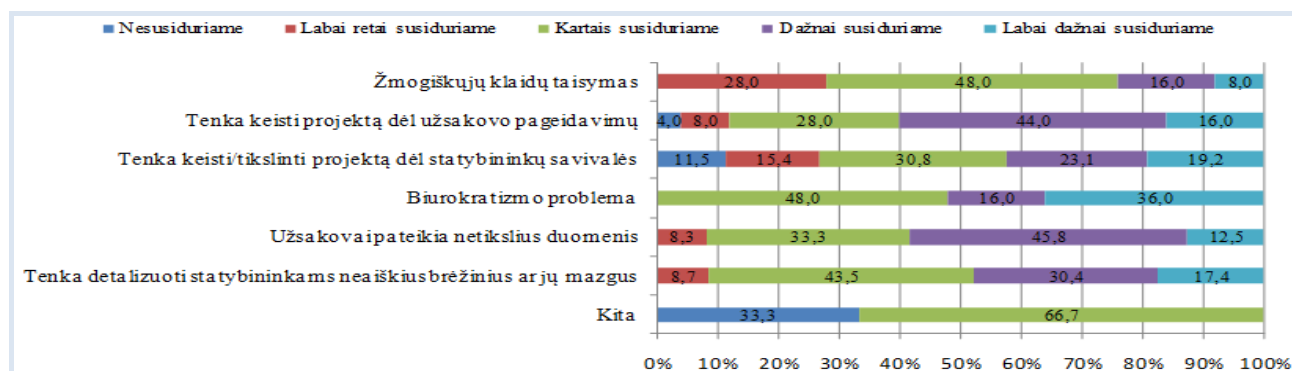
Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %	Viso, %
1. Iki 10 %	7	26.92	88,5
2. Nuo 10 % iki 20 %	9	34.62	
3. Nuo 20 % iki 30 %	5	19.23	
4. Daugiau nei 30 %	2	7.69	
5. Nežinau	3	11.54	
Iš viso	26	100.00%	



Didelis skaičius pakeitimų projekte įvyksta dėl to, kad, laimėjus objekto modernizacijos konkursus, paaiškėja, jog darbų kiekiai neatitinka nurodytų prieš konkursą (34,28 %) arba komerciniuose pasiūlymuose nebuvo įtraukti tam tikri darbai (31,3 %). Taip pat pasitaiko skirtingi numatytų darbų savokų interpretavimai (21,9 %) tarp statybos dalyvių.

Didelį pakeitimų procentą lemia ir tai, kad rengiant pastatų atnaujinimo projektus susiduriama su šiomis problemomis (3.8 pav.):

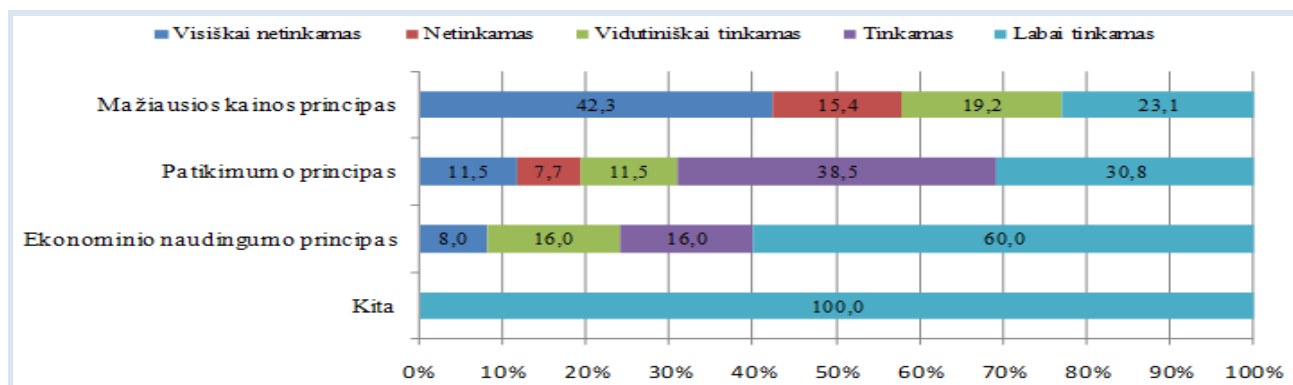
- 1) tenka keisti projektą dėl užsakovo pageidavimų. Labai dažnai ir dažnai su šia problema susiduria 60 % apklaustųjų, kartais susiduria 28 %;
- 2) taip pat išryškėja tendencija, kad užsakovai pateikia netikslūs duomenis apie projektą. Labai dažnai ir dažnai susiduria 58,3 % respondentų, kartais – 33,3 %;
- 3) biurokratizmo (daugybės reikalavimų, taisyklių ir procedūrų skaičius) problemą įvardijo 52 % apklaustųjų.



3.8 pav. Problemos, kylančios projektuotojams rengiant modernizacijos projektus

Projektuotojai taip pat įvardijo, kad dažnai pasitaiko projekto pakeitimų dėl statybos rangovų pageidavimų (47,8 %).

Vertinant konkursų laimėtojo pasirinkimo būdų tinkamumą (3.9 pav.), dauguma respondentų tinkamai arba labai tinkamai įvertino ekonominio naudingumo principą (76 %), kuriuo vertinamos ne tik projektavimo ir statybos išlaidos, bet ir išlaidos eksploatacijos metu. Taip pat teigiamai buvo įvertintas patikimumo principas (69,3 %). Šiuo metu dažniausiai naudojamas mažiausios kainos principas, kai mažiausią kainą pasiūlęs subjektas yra pasirenkamas konkurso laimėtoju, buvo įvertintas kaip netinkamas (57,7 %).

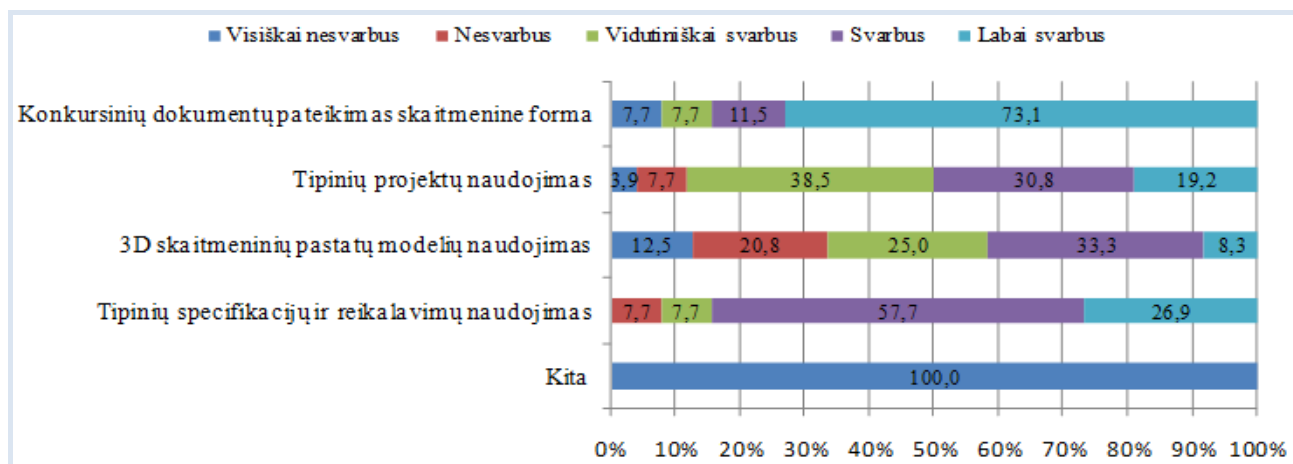


3.9 pav. Konkurso laimėtojo pasirinkimo būdų vertinimas pagal projektuotojus

Veiksniai, kurie optimizuotų modernizacijos konkursų rengimo darbus ir rezultatus, apklaustieji išskyrė (3.10 pav.):

- 1) konkursinių dokumentų pateikimas skaitmenine forma (84,6 %);
- 2) tipinių specifikacijų ir reikalavimų naudojimas (84,6 %);
- 3) tipinių projektų naudojimas (50 %).

Pažymėtina, kad, keleto apklaustųjų nuomone, geriausias optimizuojantis veiksnys būtų rengti kvartalinės modernizacijos projektus ir tokiu būdu optimizuoti projektų rengimą ir organizuojamus konkursus.



3.10 pav. Projektuotojų išskirti veiksniai, optimizuojantys konkursų rengimą

Įdomu tai, kad projekto rengėjai neišskyrė skaitmeninių 3D pastatų modelio naudojimo rengiant konkursus. Tai rodo, jog patys projektuotojai nesupranta modelio teikiamų galimybių ir klaidingai numato prioritetus. Šį teiginį patvirtina projektavimo priemonių vertinimas. Projekto rengėjai kaip svarbias ir labai svarbias projektavimo priemones, palengvinančias darbą rengiant modernizacijos projektus, išskyrė:

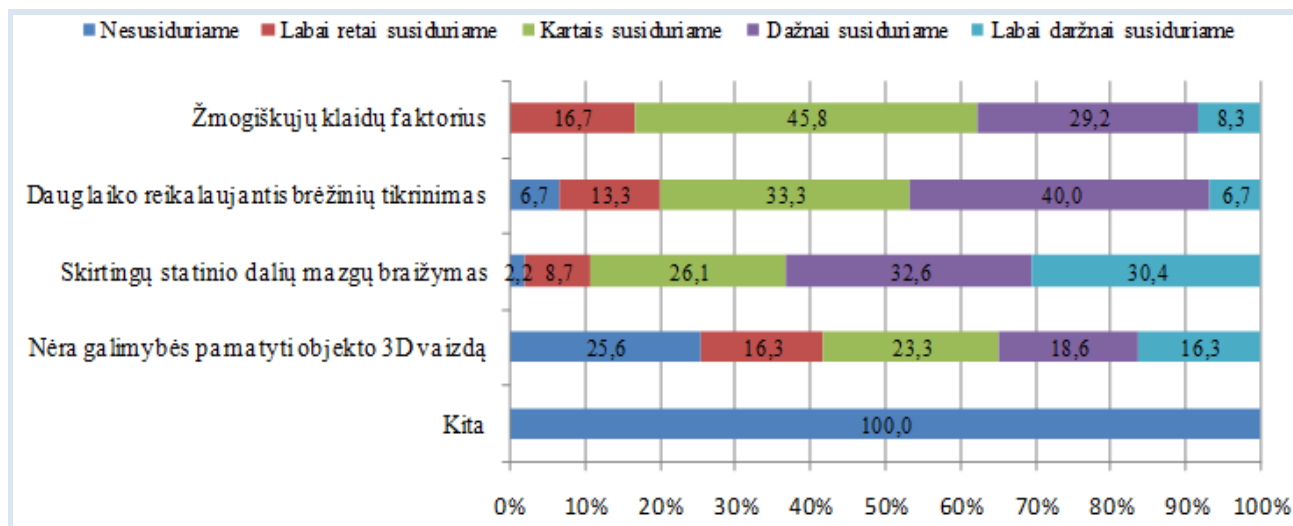
- 1) automatizuotas brėžinių taisymas (88 %). Pataisius vieną brėžinį ar detalę, automatiškai pataisomi ir kiti brėžiniai;
- 2) automatizuotas žiniaraščių sudarymas (80,1 %);
- 3) automatizuotų konstrukcijų jungiamųjų mazgų sudarymas (76 %);
- 4) automatizuotas pastato šilumos nuostolių įvertinimas (65,4 %);
- 5) automatizuotas klaidų nustatymas (64,4 %);
- 6) galimybė automatiškai gauti reikiamus brėžinius iš skaitmeninio 3D modelio (56 %);

Taip pat, kaip svarbias priemones, projekto rengėjai išskyrė virtualaus pastato dalių vaizdavimą (52 %) ir duomenų klasifikavimą (50 %).

Pažymėtina, kad projektuotojai žino priemones, kurios galėtų optimizuoti jų darbą, tačiau rengdami projektus dažniausiai (44,9 %) naudoja tradicinį 2D projektavimo būdą. 38,8 % respondentų nurodė naudojančios 2D ir 3D technologijas.

Vertinant dažnumą problemų (3.11 pav.), su kuriomis susiduria projektuotojai rengdami projektus 2D erdvėje, galima išskirti šias:

- 1) skirtingų statinio dalių mazgų braižymas (63 %);
- 2) daug laiko reikalaujantis brėžinių tikrinimas (46,7 %).



3.11 pav. Problemos, su kuriomis susiduria projektuotojai rengdami projektus 2D erdvėje

Žmogiškųjų klaidų faktorius pasitaiko rečiau, įmonės nurodė, kad su tokiomis klaidomis susiduria tik kartais (45,8 %). 67,4 % apklaustųjų mano, kad kiekviename **projekte vidutiniškai prarandama 11 – 30 % laiko**, dėl projektuose atsirandančių **klaidų ir dubliuojamų darbo veiklų**.

Apklausos metu paaiškėjo, kad didžioji dauguma projektų rengėjų (80 %) žino apie 3D skaitmeninius modelius, tačiau, rengdami gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos projektus, 50 % projektuotojų nesinaudoja 3D skaitmeniniais modeliais. 34,6 % apklaustųjų naudoja tik rengiant atskiras projekto dalis, o 7,7 % visą projektą rengia naudodami 3D modelį. Įdomu tai, kad 3,9 % projektuotojų mano, kad modernizacijos projektų rengimui netikslinga sudarinėti esamų pastatų 3D modelių. Vertinant atsakymo variantus, galime teigti, kad modernizacijos projektų rengimo etapuose BIM technologija ir teikiamos galimybės nėra išnaudojamos. Projekto rengėjai daugiau laiko skiria brėžinių bražymui, nei sprendimų modeliavimui.

Dauguma projektuotojų nurodė, kad per 2 metus ketina optimizuoti šias veiklos funkcijas:

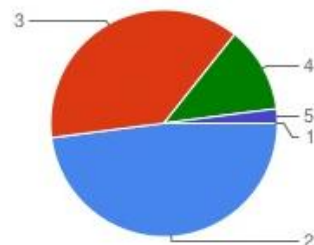
- 1) automatizuoti žiniaraščių sudarymą (19,35 %);
- 2) įsidiegti naujausias naudojamos programinės įrangos versijas (15,32 %);
- 3) automatizuoti brėžinių taisymą (14,52 %);
- 4) automatizuoti klaidų nustatymą (14,52 %);

Taip pat, 11,29 % apklaustųjų nurodė, kad ketina pereiti iš 2D projektavimo į 3D. Pastatų atitvarų šilumos nuostolių įvertinimą ketina automatizuoti 11,29 %. Galime teigti, kad projektavimo įmonių atstovai ruošiasi žengti pirmuosius žingsnius link projektavimo dalių automatizavimo ir taip didinti darbo efektyvumą.

Projektų metu su modernizacijos projektų dalyviais projektuotojai daugiausia informacija apsikeičia bei bendrauja elektroniniu paštu (48 %). Taip pat populiari bendravimo priemonė išlieka susitikimai tiesiogiai (37,8 %). Šios dvi priemonės, projektuotojų nuomone, yra tikslingiausios informacijai perduoti. 12,2 % apklaustųjų bendrauja naudodami specialias programas ir kitus internetinius sprendinius. Dalis respondentų kaip bendravimo priemonę išskyrė telefonus (2,04 %). Telefoninės priemonės tikslingumo įvertinimas taip pat buvo aukštas (33,3%). Dažniausiai naudojamos informacijos apsikeitimo bei bendravimo būdai pateikti 3.13 lentelėje.

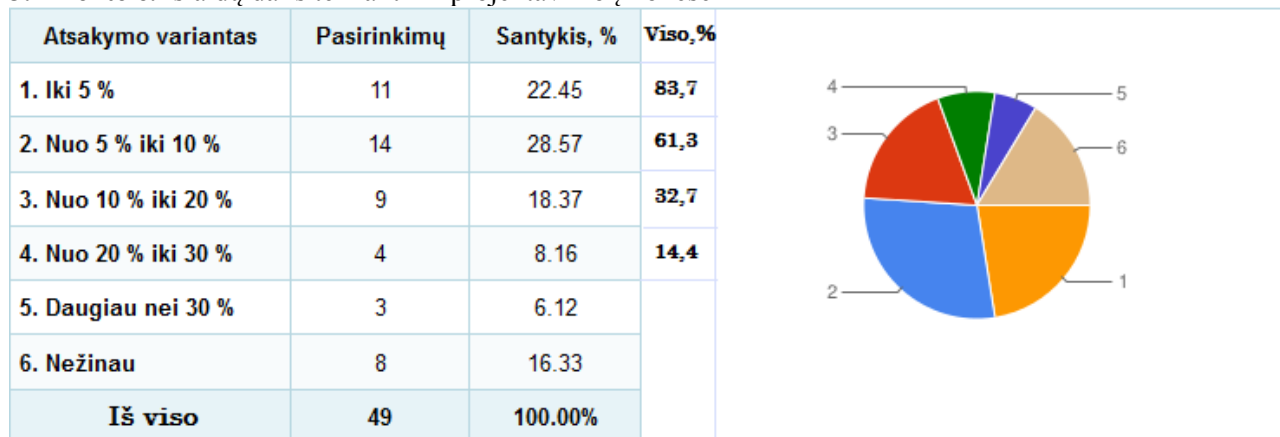
3.13 lentelė. Projektuotojų dažniausiai naudojami informacijos apsikeitimo būdai

Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %
1. Paštu	0	0
2. Elektroniniu paštu	47	47.96
3. Susitinkame tiesiogiai	37	37.76
4. Bendraujame internetinių tinklapių ar specializuotų programų (pvz. skype) dėka.	12	12.24
5. Kita	2	2.04
Iš viso	98	100.00%



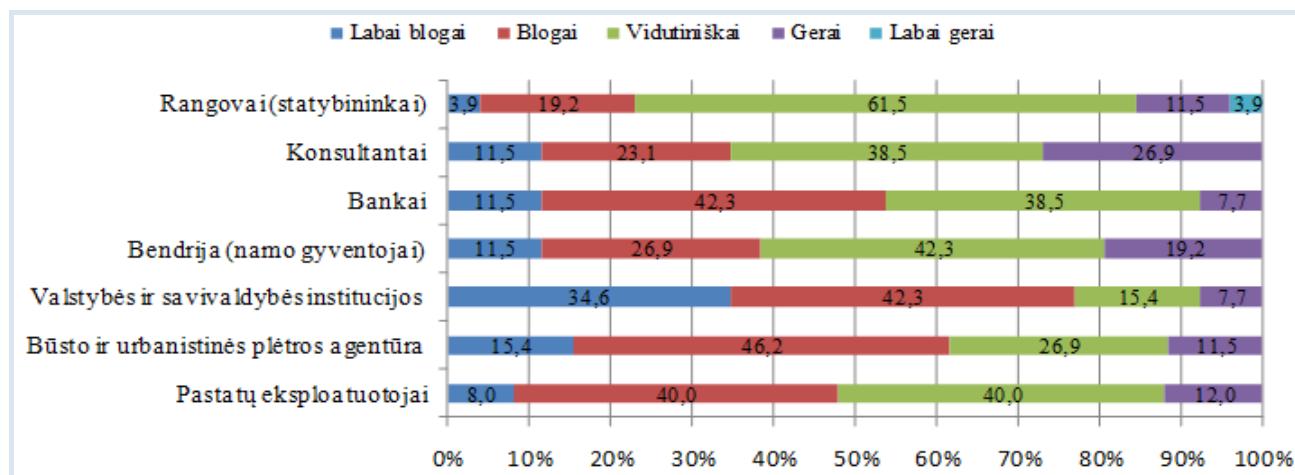
Vertinant projektavimo įmonių išlaidas, tenkančias skaitmeninių technologijų ir inovacijų plėtrai (3.14 lentelė), pastebima, kad didžioji dalis įmonių investuoja iki 5 % įmonės lėšų. 61,3 % įmonių išlaidos yra nuo 5 iki 10 %, o 32,7 % nurodė, kad įmonės išlaidos IT sudaro nuo 10 iki 20 %.

3.14 lentelė. Išlaidų dalis tenkanti IT projektavimo įmonėse



Dauguma projektuotojų mano, kad skaitmeninės technologijos būsto modernizacijos projektuose padidintų kokybę (76,9 %), 73,1 % apklaustųjų skaitmeninės technologijos sumažintų klaidų skaičių projektuose bei sutrumpintų projektų parengimo trukmę. Didžioji dalis projektuotojų mano, kad technologijos projektų kainos mažėjimui, įtakos neturėtų.

Vertinant būsto modernizacijos programos dalyvių veiklą (3.12 pav.), didžioji dalis projektuotojų proceso dalyvius vertina vidutiniškai arba blogai. Pažymėtina, kad labai blogai ir blogai buvo vertinamos valstybės ir savivaldybės institucijos (76,9 %), būsto ir urbanistinės plėtros agentūra (61,6 %) bei bankai (53,8%)



3.12 pav. Projektuotojų proceso dalyvių veiklos įvertinimas

Remdamiesi dalyvių proceso veiklos įvertinimo rezultatais, galime teigti, kad projektuotojai nemato savo kaltės dėl projektuose atsirandančių klaidų ir visas problemas, rizikas stengiasi perkelti kitiems dalyviams.

3.3.3. Rangovų apklausos rezultatai

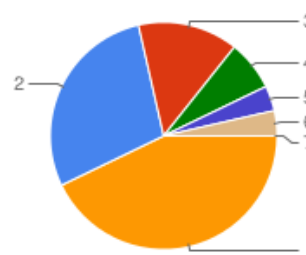
Anketą užpildė 75 respondentų. 37,3 % visų apklaustųjų dalyvavo gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo projektuose. Didžiąją dalį užpildytų anketų sudarė vidutinių (48 %) ir didelių (22,7 %) įmonių darbuotojai. 16 % apklaustųjų dirba labai didelėse statybos įmonėse. Dauguma įmonių (89,3 %) administracijoje dirba iki 60 % visų darbuotojų. 85,1 % respondentų teigia, kad 90 – 100 % įmonės darbuotojų turi galimybę naudotis internetu bei kompiuteriu. Palyginant su projektuotojais, tik 53,3 % statybos specialistų, vykdydami statybos projektus, naudojami skatmeninėmis ir komunikacinėmis priemonėmis. Toks rezultatas yra dėl to, kad ne visi statybos darbų vadovai ar inžinieriai statybos aikštelėje turi galimybę naudotis šiomis priemonėmis. Nėra interneto ir kitų skaitmeninių prietaisų.

58,7 % respondentų dirba įmonėse, kurios vykdo veiklą daugiau nei 10 metų. 16 % apklaustųjų sudaro nuo 5 iki 10 metų ir nuo 2 iki 5 metų veiklą vykdančių įmonių. Likusi dalis (9,3 %) darbuotojai, dirbantys įmonėse, kuriuos vykdo veiklą trumpiau nei 2 metus.

Dauguma apklaustųjų (96,4 %) nurodė, kad gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo programos projektai sudaro tik iki 10 % visų įmonės užsakymų. 53,6 % nurodė, kad modernizacijos projektai sudaro nuo 10 iki 25 %, o 25 % – nuo 25 iki 50 % įmonės užsakymų. Apklausos rezultatai pateikti 3.15 lentelėje.

3.15 lentelė. Modernizacijos darbų apimtys statybos įmonėse

Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %	Viso, %
1. Iki 10 %	12	42.86	96,4
2. Nuo 10 % iki 25 %	8	28.57	53,6
3. Nuo 25 % iki 50 %	4	14.29	25
4. Nuo 50 % iki 75 %	2	7.14	10,7
5. Nuo 75 % iki 100 %	1	3.57	
6. Neskaičiuojam	1	3.57	
7. Nežinau	0	0	
Iš viso	28	100.00%	



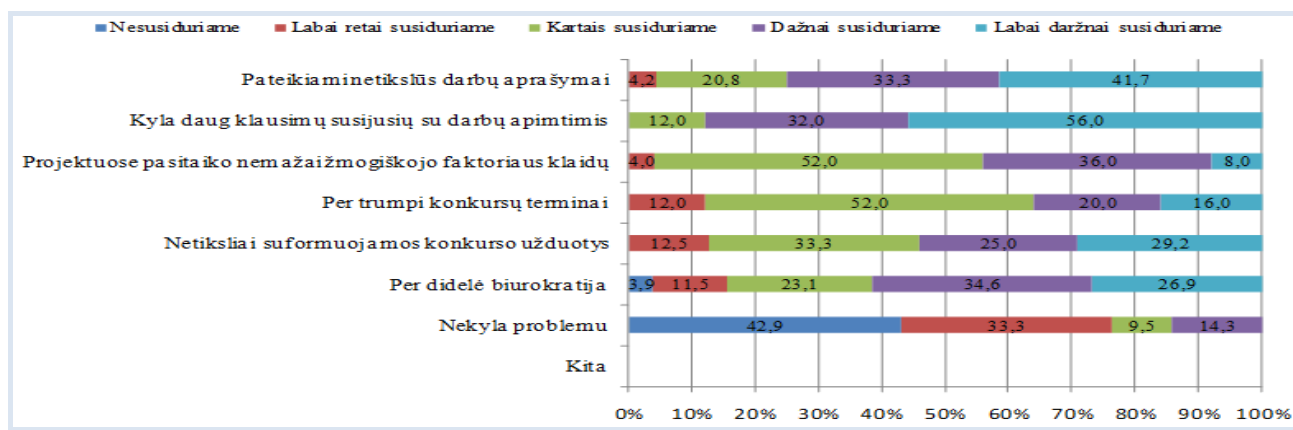
Statybos rangovų nuomone, pagrindinės priežastys, stabdančios norą dalyvauti gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo projektuose ir tokiu būdu didinti įmonės užsakymų skaičių, yra šios:

- 1) per didelė biurokratija (22,5 %);
- 2) per ilgas ir sudėtingas modernizacijos procesas (15,5 %);
- 3) statybos įmonės turi pakankamai užsakymų kitose srityse (15,5 %);
- 4) didelė konkurencija (14,08 %);
- 5) per aukšti reikalavimai (14,08 %).

Būsto atnaujinimo procese dalyvaujantys statybos rangovai išskyrė šias problemas, kurios dažniausiai kyla dalyvaujant konkursuose modernizavimo projektų įgyvendinimo darbams atlikti (3.13 pav.):

- 1) kyla daug klausimų, susijusių su darbų apimtimis (88 %);
- 2) pateikiami netikslūs darbų aprašymai (75 %);
- 3) per didelė biurokratija (61,5 %);
- 4) netiksliai suformuojamos konkursų užduotys (54,17 %).

Tik 23,8 % apklaustųjų nurodė, kad konkursų metu nesusiduria arba retai susiduria su problemomis. Pažymėtina tai, kad rangovų įvertinimas geriausiai atspindi projektų planavimo ir projektavimo rezultatus.

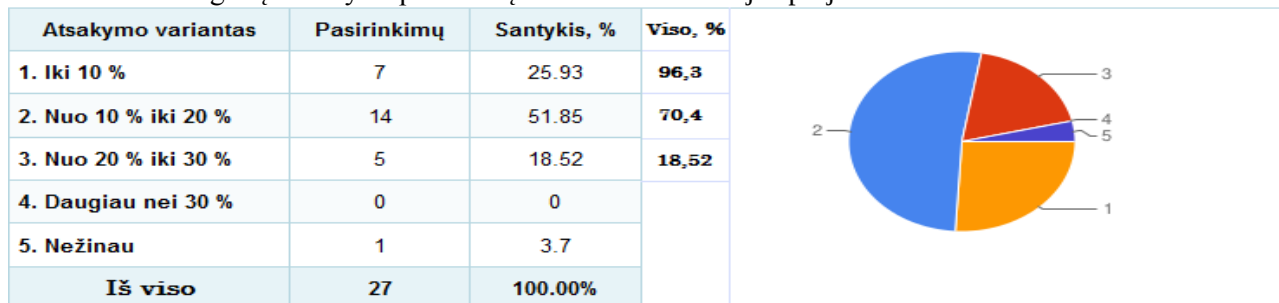


3.13 pav. Problemos, kylančios rangovams dalyvaujant modernizacijos konkursuose

48,5 % rangovinių statybos įmonių atstovų teigia, kad teikdami modernizacijos projektus konkursui numato išlaidas klaidoms ar netiklumams taisyti. Netikslumams taisyti prie skaičiuojamosios projekto vertės 57,14 % respondentų papildomai prideda 5 – 15 % didesnę sumą. 28,6 % apklaustų statybos specialistų numato iki 5 % didesnės sąmatas.

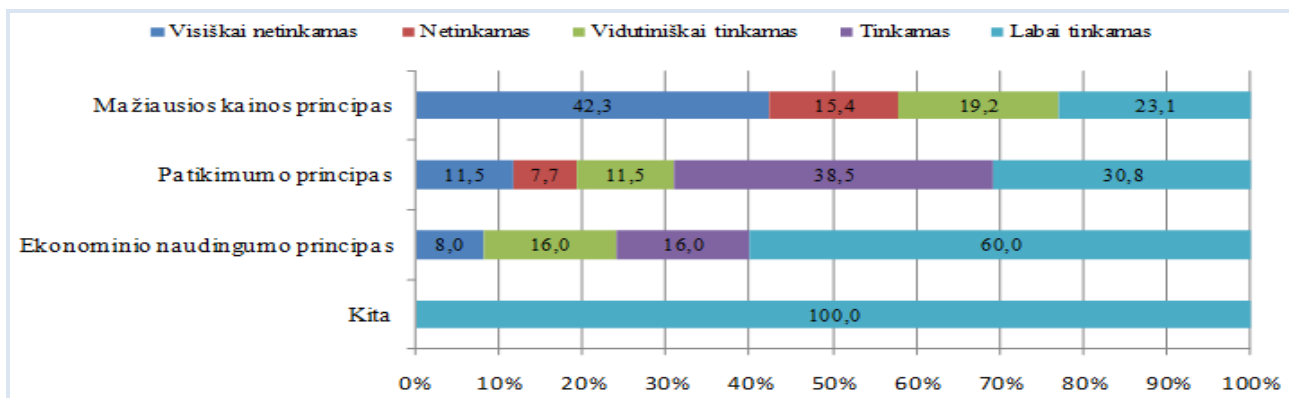
Vertinant modernizacijos projektų pokytį (3.16 lentelė), galima teigti, kad nuo investicinio plano rengimo pradžios iki statybos darbų pabaigos įvyksta iki 10 % pakeitimų projekte. Tokį įvertinimą nurodė 96,3 % respondentų. 70,4 % teigia, kad jiems rengiant projektus įvyksta nuo 10 iki 20 % pakeitimų, o 18,5 % teigė – nuo 20 iki 30 % pakeitimų įvyksta projekte. Pažymėtina, kad projektuotojų apklausos metu nustatyti panašūs projektų pokyčių rezultatai.

3.16 lentelė. Rangovų nurodytas pakeitimų kiekis modernizacijos projektuose



Toks didelis pakeitimų projekte skaičius yra dėl to, kad, laimėjus objekto modernizacijos konkursus, paaiškėja, jog darbų kiekiai neatitinka prieš konkursą nurodytų (39,34 %) arba komerciniuose pasiūlymuose nebuvo įtraukti tam tikri darbai (37,7 %). Taip pat pasitaiko skirtingi numatytų darbų savokų interpretavimai (21,3 %) tarp statybos dalyvių.

Vertinant konkursų laimėtojo pasirinkimo būdų tinkamumą (3.14 pav.), dauguma respondentų tinkamai arba labai tinkamai įvertino ekonominio naudingumo principą (76 %), kuriuo vertinamos ne tik projektavimo ir statybos išlaidos, bet ir išlaidos eksploatacijos metu. Taip pat teigiamai buvo įvertintas patikimumo principas (69,3 %). Šiuo metu dažniausiai naudojamas mažiausios kainos principas, kai mažiausią kainą pasiūlęs subjektas yra pasirenkamas konkurso laimėtoju, buvo įvertintas kaip netinkamas (57,7 %).

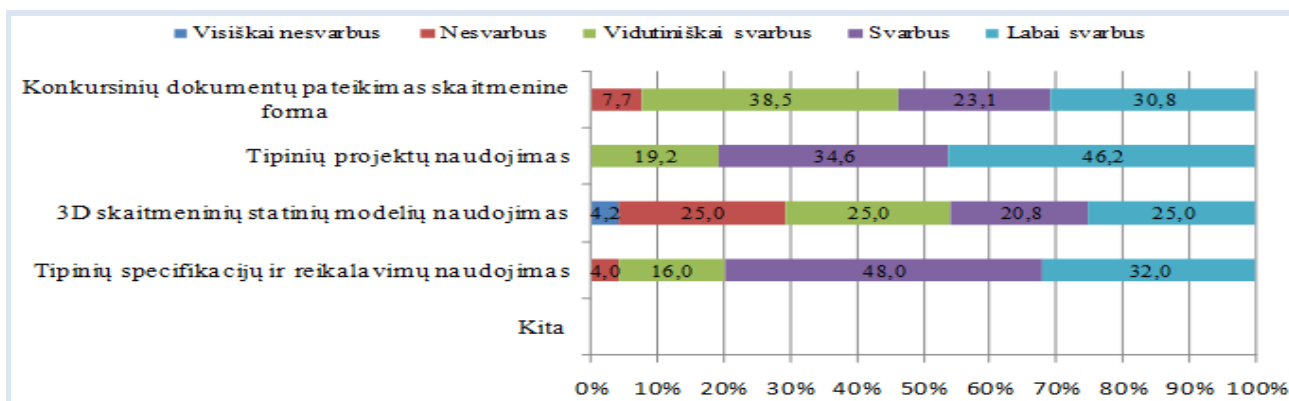


3.14 pav. Konkurso laimėtojo pasirinkimo būdų vertinimas pagal rangovus

Keletas apklaustųjų mano, kad projektai galėtų būti pasirenkami vertinant investicijų atsiperkamumo kriterijų.

Veiksniai, kurie optimizuotų modernizacijos konkursų rengimo darbus ir rezultatus, išskirti šie (3.15 pav.):

- 1) tipinių projektų naudojimas (80,8 %);
- 2) tipinių specifikacijų ir reikalavimų naudojimas (80 %);
- 3) konkursinių dokumentų pateikimas skaitmenine forma (53,9 %);



3.15 pav. Statybininkų išskirti veiksniai, optimizuojantys konkursų rengimą

Analizuojant informacijos sklaidą ir bendravimą vykdant modernizacijos projektus statybos rangovai dažniausia bendrauja bei keičiasi informacija elektroniniu paštu (50,4 %). Taip pat populiaru bendravimo priemonė išlieka susitikimai tiesiogiai (41,8 %). Šios dvi priemonės, projektuotojų nuomone, yra tinkamiausios informacijai perduoti. 6,4 % apklaustųjų bendrauja naudodami specialias programas ir kitus internetinius sprendinius. Vertindami informacijos apsikeitimo priemones dalis apklaustųjų išskyrė telefonus (66,7 %). Dažniausiai naudojamos informacijos apsikeitimo bei bendravimo būdai pateikti 3.17 lentelėje.

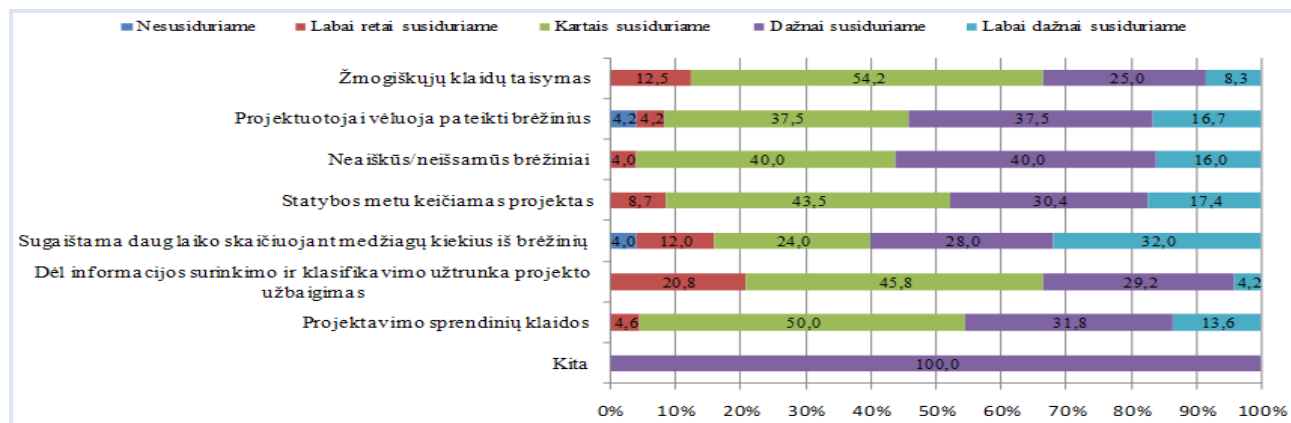
3.17 lentelė. Rangovų dažniausiai naudojami informacijos apsikeitimo būdai



Dažniausiai su projekto dalyviais tenka susitikti tiesiogiai, todėl, kad brėžiniuose ar užduotyse randama daug klaidų ir aiškintis, taupant laiką, organizuojamas susitikimas (52,1%). Taip pat, didelė dalis respondentų kaip priežastį nurodė tai, kad elektroniniu paštu neįmanoma persiųsti didelės apimties informacijos dokumentų.

Atlikdami modernizacijos projektų statybos darbus statybininkai nurodė susiduriantys su šiomis problemomis (3.16 pav):

- 1) sugaištama daug laiko skaičiuojant medžiagų kiekius iš brėžinių. Dažnai ir labai dažnai susiduria 60 % apklaustųjų, kartais susiduria – 24 %;
- 2) neaiškūs ir neišsamūs brėžiniai. Dažnai ir labai dažnai susiduria 56 % statybos atstovų, kartais – 40 %;
- 3) statybos metu keičiamas projektas 47,8 %.



3.16 pav. Problemos, kylančios rangovams rengiant modernizacijos projektus

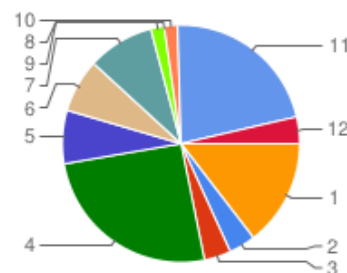
Taip pat didelė dalis statybos rangovų susiduria su projektuotojų padarytomis klaidomis (50%), neretai tenka taisyti žmogiškąsias klaidas (54,2 %).

Apklaustos metu paaiškėjo, kad didžioji dauguma statybos vykdytojų (84 %) žino apie 3D skaitmeninius modelius, jų teikiamą naudą, tačiau projekto metu tik 9,3 % naudoja modelio teikiamomis galimybėmis. 14,6 % respondentų nurodė nieko nežinantys apie skaitmeninius statinių modelius.

Vertinant statybos atstovų naudojamos programinės įrangos sprendimus, dauguma apklaustųjų nurodė modernizacijos projektuose naudojantys automatizuotas sąmatų sudarymo programas (25,5 %) ir elektroninių brėžinių peržiūros taikomąją programinę įrangą (21,82 %). 14,6 % respondentų naudoja automatizuoto 2D projektavimo programine įranga. 3.18 lentelėje pateikti naudojamos programinės įrangos pasiskirstymas.

3.18 lentelė. Rangovų naudojama programinė įranga vykdant modernizacijos statybos darbus

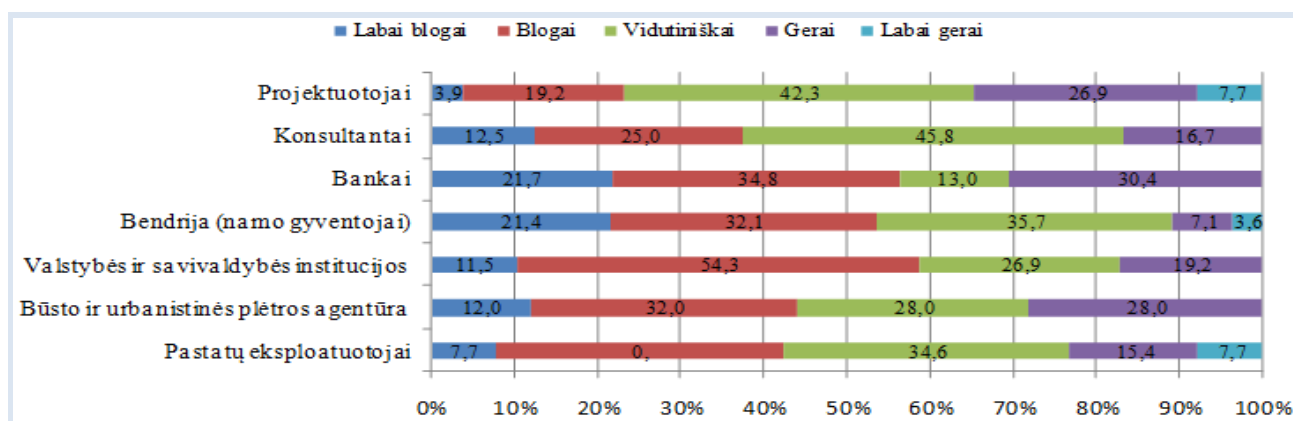
Atsakymo variantas	Pasirinkimų	Santykis, %
1. Automatizuoto 2D projektavimo programinė įranga	8	14.55
2. Automatizuoto 3D/4D projektavimo programinė įranga	2	3.64
3. Darbų vykdymo elektroniniai žurnalai	2	3.64
4. Automatizuotos sąmatų sudarymo programos	14	25.45
5. Projekto valdymo programos	4	7.27
6. Elektroninės darbo laiko apskaitos programos	4	7.27
7. Elektroninės darbo įrangos ir medžiagų apskaitos programos	5	9.09
8. Kokybės taisyklių ir valdymo programinė įranga	1	1.82
9. Darbų saugos technologijos bei valdymo programinė įranga	0	0
10. Informacijos valdymo ir klasifikavimo sistemos	1	1.82
11. Elektroninių brėžinių peržiūros ir taikomoji programinė įranga	12	21.82
12. Kita	2	3.64
Iš viso	55	100.00%



Dauguma statybininkų mano, kad taikomos skaitmeninės technologijos būsto modernizacijos projektuose sutrumpintų projektų parengimo trukmę (68 %). 64 % apklaustųjų nuomone, šios technologijos sumažintų klaidų skaičių projektuose bei padidintų projekto kokybę. Didžioji dalis (40,7 %) respondentų mano, kad kainos mažėjimui skaitmeninės technologijos didelės įtakos nepadarytų.

Vertinant būsto modernizacijos programos dalyvių veiklą (3.17 pav.), didžioji dalis statybininkų proceso dalyvius vertina vidutiniškai. Techninės priežiūros atstovus statybininkai

įvertino geriausiai (60,5 %). Pažymėtina, kad labai blogai ir blogai daugiausia buvo vertinamos valstybės ir savivaldybės institucijos (53,9 %), bankai (56,5 %) ir bendrija (53,6 %).



3.17 pav. Rangovų proceso dalyvių veiklos įvertinimas

Apibendrinant atlikto tyrimo rezultatus galime teigti, kad gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos programą užsakovai, projektuotojai bei rangovai vertina patenkinamai. Dauguma apklaustų projektų rengėjų ir vykdytojų teigė, kad gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo programos projektai vidutiniškai sudaro nuo 10 iki 25 % visų įmonės užsakymų. Pagrindinės priežastys, stabdančios norą aktyviau dalyvauti būsto atnaujinimo projektuose ir didinti įmonių užsakymų skaičių, yra šios:

- didelė biurokratija (26,15 %);
- ilgas ir sudėtingas modernizacijos procesas (17,2 %);
- didelė konkurencija (12,3 %);

Vertinant konkurso laimėtojo pasirinkimo būdų tinkamumą, visų proceso dalyvių nuomone, šiuo metu dažniausiai taikomas mažiausios kainos principas yra visiškai netinkamas. Toks paslaugų pirkimo principas yra ydingas ir tik didina riziką dėl atliekamų darbų kokybės, skatina nelegalų darbą, įmonių silpnėjimą ar net bankrutavimą, neskatina inovacijų statybos srityje.

Apklaustieji išskyrė šias problemas, kurios dažniausiai kyla dalyvaujant modernizavimo projektų įgyvendinimo darbų atlikimo konkursuose:

- kyla daug klausimų, susijusių su darbų apimtimis (60 %);
- per didelė biurokratija (57,4 %)
- pateikiami netikslūs darbų aprašymai (49 %);
- komerciniai pasiūlymai pateikiami neišsamūs arba su klaidomis (33,4 %);
- skirtingas numatytų darbų sąvokų interpretavimas (23,6 %).

Dauguma šių problemų dalyviams pasitaiko ir po modernizacijos konkursų laimėjimo.

Veiksniai, kurie optimizuotų modernizacijos konkursų rengimo darbus ir rezultatus, yra šie:

- tipinių specifikacijų ir reikalavimų naudojimas;
- konkursinių dokumentų pateikimas skaitmenine forma;
- tipinių projektų naudojimas.

Taip pat palankiai buvo vertinamas siūlymas konkursuose naudoti 3D skaitmeninius statinių modelius.

Apklausos metu paaiškėjo, kad didžioji dauguma dalyvių (82 %) žino apie 3D skaitmeninius modelius, jų teikiamą naudą, tačiau projekto metu tik apie 17 % naudojami modelio teikiamomis galimybėmis. Likusieji naudoja tradicinį 2D projektavimo būdą.

Problemos, su kuriomis dažniausiai susiduria projektų dalyviai rengdami projektus 2D erdvėje, paminėtos šios:

- skirtingų statinio dalių mazgų braižymas;
- daug laiko reikalaujantis brėžinių tikrinimas;
- žmogiškųjų klaidų taisymas;
- sugaištama daug laiko skaičiuojant medžiagų kiekius iš brėžinių.

Apklaustųjų teigimu, kiekviename projekte vidutiniškai **prarandama 11 – 30 % laiko**, dėl projektuose pasitaikančių **klaidų ir dubliuojamų darbo veiklų**.

Pažymėtina tai, kad modernizacijos projektuose įvyksta **10 – 30 % pakeitimų**, kuriuos sąlygoja netiksliai suformuotos užduotys, skirtingi užsakovų pageidavimai, žmogiškosios klaidos, valstybinės institucijų reikalavimai, didelis taisyklių ir procedūrų skaičius, projekto rengėjų ir vykdytojų nesusikalbėjimas. Išvardytų veiksmų **pasekmė yra 10 – 15 % didesnės** projektų parengimo ir įgyvendinimo **sąmatos**.

Dauguma užsakovų, projekto rengėjų ir vykdytojų mano, kad skaitmeninės technologijos būsto modernizacijos projektuose **sutrumpintų projektų parengimo trukmę, sumažintų klaidų skaičių bei padidintų projektų kokybę**.

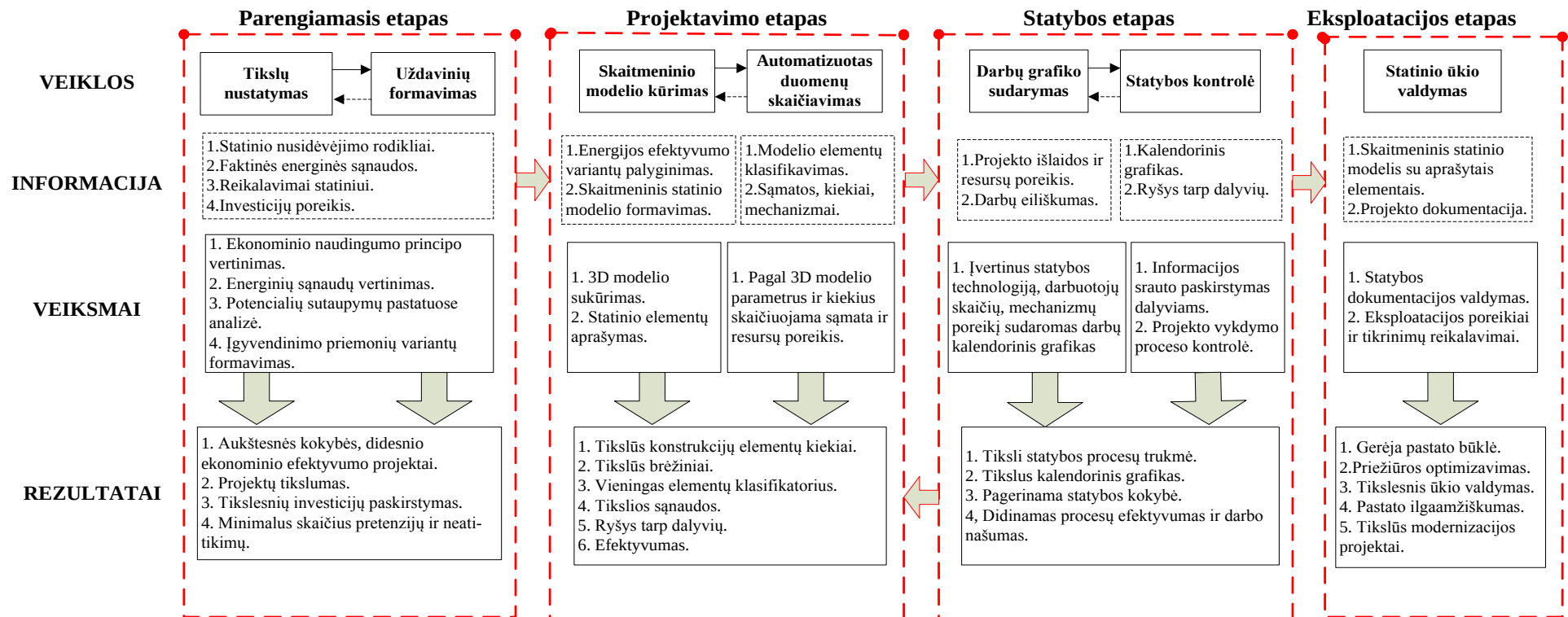
Remiantis tyrimo rezultatais, galima teigti, kad modernizacijoje dalyvaujantys subjektai, rengdami projektus, **neišnaudoja** skaitmeninių technologijų teikiamų galimybių. Dažniausiai bendraujama tiesiogiai arba elektroniniu paštu, projekto metu naudojamos pereinamojo duomenų ryšio neturinčios individualios kompiuterinės priemonės, dubliuojamos veiklos, netaupomas laikas ir neatsižvelgiama į viso projekto etapų optimizavimą.

Atsižvelgiant į mokslinėje literatūroje siūlomus projektų optimizavimo būdus, užsienio šalių praktiką ir atliktą projekto dalyvių tyrimą, siūloma sukurti ir taikyti modernizacijos projektų etapuose statybos procesų optimizavimo modelį.

4. MODERNIZUOJAMŲ GYVENAMŲJŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ SKAITMENINIS STATYBOS MODELIS

4.1. Skaitmeninis statybos modelis

Atlikus gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos proceso dalyvių poreikių tyrimą ir nustatius informacinių – skaitmeninių technologijų įtaką gyvenamųjų namų atnaujinimo proceso etapams ir jų efektyvumui, siūloma suformuoti Lietuvoje modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninį statybos modelį. Modelio pagrindu būtų automatizuotai formuojami projektai ir sparčiau vykėtų gyvenamųjų namų atnaujinimo procesas (4.1 pav.).



4.1 pav. Modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų skaitmeninis statybos modelis

Siūlomas modelis susideda iš pagrindinių statybos proceso etapų:

- parengiamasis etapas;
- projektavimo etapas;
- statybos etapas;
- eksploatacijos etapas.

Parengiamasis etapas

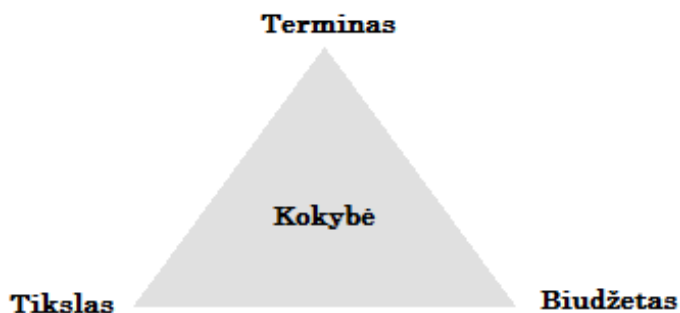
Remiantis atliktos apklausos rezultatais, galima teigti, kad dauguma problemų įvyksta parengiamajame projekto etape, kurio metu vyksta numatomų darbų analizė, tyrimai, formuojami uždaviniai ir perkamos paslaugos.

Skaitmeniniame modelyje projekto tikslai nustatomi taikant ekonominio naudingumo principus statinio gyvavimo laikotarpiu, lygiagrečiai formuojami uždaviniai tikslų pasiekimui. Kompleksiškai vertinami statinio nusidėvėjimo rodikliai, energinės sąnaudos, siektini rezultatai ir būsimos investicijos. Suformuojami keli modernizacijos priemonių efektyvumo vertinimo variantai iš kurių pasirenkamas efektyviausias (4.1 lentelė).

4.1 lentelė. Modernizacijos priemonių efektyvumo vertinimo variantai (Šarka et al. 2011)

Priemonės	I variantas (Standartinis iki C klasės)	II variantas (Iki B klasės)	III variantas (Iki A-B klasės)
Stogas	U=0.20	U=0.16	U=0.11
Išorės sienos	U=0.24	U=0.19	U=0.14
Langai ir balkonai	U=1.4	U=1.1	U=0.8
Rūsio lubos	U=0.29	U=0.25	U=0.20
Šildymo sistema	Vamzdynų izoliacija valdymas	Hidraul. Balansavimas, valdymas	Naujas IŠP, valdymas
Karšto vandens sistema	Vamzdynų izoliacija	Sistemos atnaujinimas Vamzdynų izoliacija	Sistemos atnaujinimas Saulės kolekt. (80m ²)
Vėdinimas	Per langus	Per langus	Rekuperacija (Recuperation)
Kita		Yvairios kitos inovat. priemonės, tame tarpe RES	Yvairios kitos inovat. priemonės, tame tarpe RES
Efektyvumo lygis	70 kWh/m²/metus	50 kWh/m²/metus	30 kWh/m²/metus

Aiškiai apibrėžtas tikslas ir uždaviniai pradiname projekto įgyvendinimo etape leidžia sumažinti klaidų riziką, tiksliau planuoti projekto išlaidas ir formuoti ekonomiškai naudingus projektus (4.2 pav.).



4.2 pav. Ekonomiškai naudingas projektas

Daugumos apklaustų modernizacijos proceso dalyvių nuomone, viešųjų pirkimų sistema Lietuvoje yra netinkama, skatina neskaidrumą, statybos darbų kokybės problemas. Formuojant projektus, siūloma remtis nuo 2008 metų Danijoje taikoma viešųjų pirkimų patirtimi ir taikomais reikalavimais.

Igyvendinus šiuos reikalavimus pradiniam etape, dokumentai, skelbiant konkursus darbų pirkimams, būtų pateikiami skaitmenine forma. Komer ciniai pasiūlymai formuojami pagal vieningas tipines medžiagų specifikacijas ir darbų kiekių žiniaraščius.

Projektavimo etapas

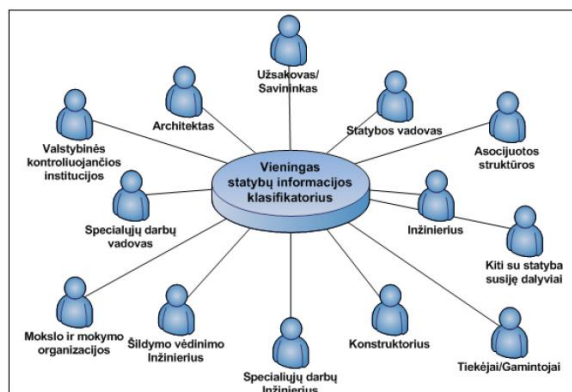
Projektavimo etape statinio brėžiniai rengiami ne tradicinėje 2D erdvėje, bet 3D. Pagal parengiamajame etape suformuotus variantus, kiekvienas pastato elementas aprašomas ir suklasifikuojamas, tokiu būdu užtikrinamas pereinamasis ryšys tarp naudojamų projekto programų, informacijos nebereikia suvedinėti į kitas programas, taupomas laikas, mažinama klaidų atsiradimo projektų etapuose tikimybė. Sistema parenka naudingiausią variantą ir pagal nurodytus statinio duomenis automatizuotai skaičiuoja projekto sąmatas ir resursų poreikius.

Modelio rezultatai:

- Tikslūs konstrukcijų elementų kiekiai.
- Tikslūs brėžiniai.
- Vieningas elementų klasifikavimas.
- Tikslios sąnaudos.

Statybos etapas

Modernizacijos projektų statybos metu projekto brėžiniai automatiškai generuojami iš 3D modelio. Taip pat planuojami statybos darbų etapai bei lėšos, užtikrinami tikslūs darbų kiekiai, vienodos darbų sąvokos. Projekto dalyviai bendrauja per tam skirtą tinklą, kuris skirsto projekto dalyviams informacijos srautus. Įvykus projekto pakeitimams dalyviai iš karto apie tai informuojami. Statybos metu informacija, žmogiškieji resursai, darbai, modelio dėka intergruojami daug efektyviau (4.3 pav.).

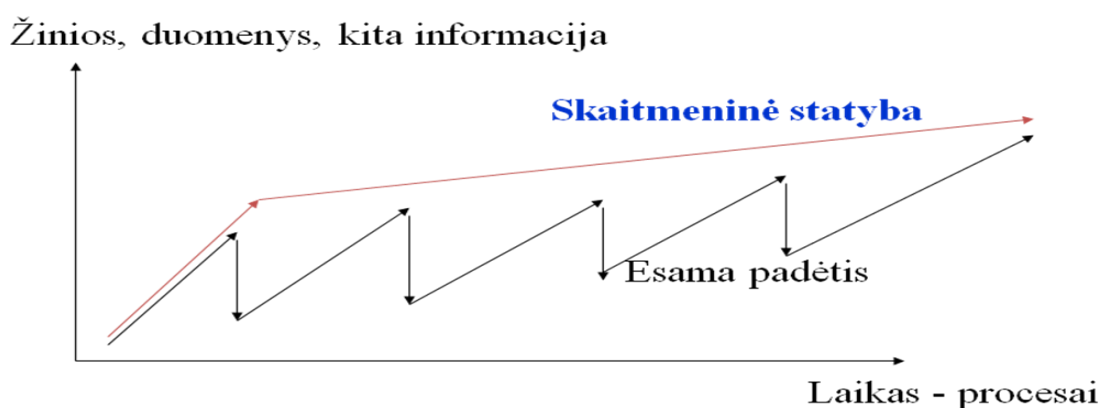


4.3 pav. Informacijos apsikeitimo tvarka naudojant skaitmeninį modelį (Brinck 2008)

Eksplotacijos etapas

Baigus modernizavimo statybos darbus skaitmeninis modelis perduodamas pastato administratoriui, tolimesnei statinio eksploatacijai vykdyti. Statinio skaitmeniniame modelyje yra visa informacija apie pastato būklę, atliktus darbus, defektus, projekto dokumentacija. Remiantis turima informacija užtikrinamas efektyvesnis statinio valdymas, būsimų priežiūrų organizavimas ir defektų šalinimas.

Siūlomo modelio dėka viso modernizacijos proceso metu naudojamos pereinamąjį duomenų ryšį turinčios kompiuterinės programos, kurios užtikrina informacijos paskirstymą dalyviams, duomenų kokybę, vieningą duomenų klasifikavimą. Tokiu būdu sutaupoma iki 30 % projekto parengimo laiko (4.4 pav.).



4.4 pav. Modelio naudojimo nauda laiko atžvilgiu (Šarka 2010)

Tarptautinių standartų ISO 12006 – 2, ISO 12006 – 3 ir IFC pagrindu suformuoti vieningą nacionalinę statybos klasifikavimo sistemą, kuri apibrėžtų proceso metu naudojamas sąvokas, statybos elementus, medžiagas ir kitas statybos sudėtines dalis. Atsirastų informacinis duomenų perdavimo ryšys tarp modernizacijoje dalyvaujančių šalių (4.2 pav.):

- užsakovo;
- projektuotojo;
- rangovo;
- medžiagų gamintojų ir tiekėjų;
- valstybinių institucijų;
- eksploatuotojų.

Numatomi sistemos taikymo rezultatai:

- 1) ekonomiškesni modernizacijos projektai;
- 2) pagerintas projektų pasiūlymų vertinimo pagrindas;
- 3) didesnis skaidrumas;
- 4) kvalifikacijos kėlimas;
- 5) dėmesys visiems projekto dalyviams.

4.2. Modernizacijos modelių vertinimas

Remdamiesi atliktos apklausos bei mokslinių straipsnių apžvalgos duomenimis palyginsime įprastinį ir siūlomą skaitmeninį statybos modelį įgyvendinant konkretų modernizacijos projektą. Modelių vertinimas pateiktas 4.2 lentelėje.

4.2 lentelė. Modernizacijos modelių vertinimas

Etapai	Problemos naudojant įprastinį modelį	Rezultatai	Sprendimai naudojant skaitmeninį modelį	Rezultatai
*Pasirengimas	• Užsakovo ir rengėjų nesusikalbėjimas. • Nesuderinami tikslai. • Nėra ekonominio naudingumo reikalavimo vertinimo projektuose. • Blogai rengiamos modernizacijos projektų užduotys.	• 80 % pakeitimų projektuose. • Klaidos kituose etapuose. • Atsiranda neigiamų įvykdytų projektų pavyzdžių.	• Galimybė tiesiogiai pristatyti būsimą virtualų projektą užsakovui. • Galimi greiti pakeitimai. • Projekto architektūrinis planavimas. • Projekto vertinimas ir Sprendimo priėmimas.	• Aukštesnės kokybės projektai. • Išvengiama klaidų kituose etapuose. • Skatinamos inovacijos. • Sumažėja projekto įgyvendinimo trukmė. • Minimalus skaičius pretenzijų ir neaiškumų. • Patikimesnė projektuotojų ir rangovų atranka.
*Auditas	• Projektai rengiami pagal minimalius reikalavimus. • Netaikomas ekonominio naudingumo principas pastato gyvavimo cikle. • Blogai įvertinamos faktinės energijos sąnaudos • Neteisingai apskaičiuojami suminiai potencialūs sutaupymai pastatuose.	• Projektų neatsiperkamumas. • Pasirenkami ne ekonomiškai naudingi projektai, o mažiausiai kainuojantys. • Neaiškus finansavimo programų tęstinumas. • Neigiamą visuomenės nuomonę. • Faktiniai energijos sutaupymai pastatuose yra mažesni nei planuoti. • Įgyvendintos atnaujinimo priemonės yra ekonomiškai neefektyvios. • Neigiami projektų pavyzdžiai.	• Formuojami keli energijos efektyvumo variantai. • Formuojami tikslai įvertinant pastato gyvavimo ciklą. • Galimos variantų simuliacijos ir analizė.	• Aukštesnės kokybės, didesnio ekonominio efektyvumo projektai. • Projektų tikslumas. • Tikslėsių investicijų numatomas sutaupymas.
*Pastabos: Modelio naudojimo nauda praktikoje pritaikoma tik antrojo pastato atnaujinimo etape, nes informacinio pastato modelio kūrimas prasideda tik projektavimo metu.				

4.2 lentelės pabaiga

Projektavimas	• Pateikiami netikslūs darbų aprašymai. • Kyla daug klausimų, susijusių su darbų apimtimis. • Žmogiškųjų klaidų taisymas. • Sugaištama daug laiko skaičiuojant medžiagų kiekius iš brėžinių. • Daug laiko reikalaujantis brėžinių tikrinimas. • Skirtingų statinio dalių braižymas. • Netikslūs biudžetai.	• Projektuose įvyksta 10 – 30 % pakeitimų. • 10 – 15 % didesnės sąmatos. • Prarandama 11–30 % laiko. • Didelis kiekis klaidų.	• Automatizuotas žiniaraščių sudarymas. • Automatizuotas konstrukcijų jungiamųjų mazgų sudarymas. • Automatizuotas pastato šilumos nuostolių įvertinimas. • Automatizuotas klaidų nustatymas. • Automatinis brėžinių kūrimas. • Virtualus pastato vaizdavimas. • Duomenų klasifikavimas. • Paprastas duomenų perdavimas.	• Tikslūs konstrukcijų elementų kiekiai. • Tikslūs brėžiniai. • Vieningas elementų klasifikavimas. • Tikslios sąnaudos. • Ryšys tarp dalyvių. • Efektyvumas.
Statyba	• Pateikiami netikslūs darbų aprašymai. • Kyla daug klausimų susijusių su darbų apimtimis. • Netikslūs biudžetai. • Dažnai keičiami projektai.	• Vėluojama laiku atlikti darbus. • Prarandama 11–30 % laiko. • 10 – 15 % didesnės sąmatos. • Projektuose įvyksta 10 – 20 % pakeitimų.	• Įvertinus statybos technologiją, darbuotojų skaičių, automatiškai sudaromas kalendorinis grafikas. • Virtualus statybos procesų vaizdavimas. • Bendravimo sistemos.	• Tikslī statybos procesų trukmė. • Tikslus kalendorinis grafikas. • Pagerinama statybos kokybė. • Didinamas procesų efektyvumas ir darbo našumas.
Eksplotacija	• Neaiški pastato būklė. • Nėra nustatytos pažeidimų vietos. • Netikslūs pastato energiniai suvartojimai.	• Nėra patikimos informacijos apie pastatų būklę. • Blogai formuojami modernizacijos projektai.	• Automatiškai teikiama informacija apie pastato būklę, medžiagų nusidėvėjimą. • Skaitmenizuojami pažeidimai. • Automatiškai numatomos galimos pažeidimų vietos. • Pastato informacinis modelis.	• Gerėja pastato būklė. • Priežiūros optimizavimas. • Tikslus ūkio valdymas. • Pastato ilgaamžiškumas. • Tikslūs modernizacijos projektai.

Vertinti pasirenkamas tipinis 5 aukštų modernizuojamas gyvenamasis daugiabutis namas statytas 1988 metais. Namų serija 1 – 464LI – A16L. Name yra 75 butai. Adresas – Knaudiškių g. 75, Panevėžys (4.5 pav.).

Namo techniniai duomenys:

- pamatai – betoniniai;
- nuogrinda – betoninės plytelės;
- sienos – keramzitbetonis.
- stogas – sutapdintas, dengtas rulonine butumine danga.



a)

b)

4.5 pav. Modernizuojamas gyvenamasis daugiabutis namas (Gapšytė 2012)

Naudojant įprastinį modelį projektavimo etape

Projekto parengimas konkursui naudojant neautomatizuotas sistemas vidutiniškai trunka 88 – 140 valandų. (Sysas 2005):

- 1) Projektinės dokumentacijos peržiūrėjimas – nuo 8 iki 16 val;
- 2) Darbo apimčių kiekių skaičiavimas – nuo 48 iki 80 val;
- 3) Kiekių suvedimas ir sąmatų sudarymas – 16 val;
- 4) Kainų tikslinimas ir sąmatos koregavimas – nuo 4 iki 8 val;
- 5) Komercinio pasiūlymo pabaigimas ir tikrinimas – 4 val;
- 6) Kiekvieno alternatyvaus varianto analizė ir pateikimas – nuo 8 iki 16 val.

Trūkumai: sugaištama daug laiko skaičiuojant kiekius ir perskaičiuojant pasikeitusius projekto duomenis, didelė žmogiškojo faktoriaus įtaka, gaunama informacija su nežinoma paklaida (netiksli), trūksta laiko alternatyviems variantams išanalizuoti ir pateikti.

Privalumai: nereikia naudoti sudėtingos ir brangios programinės įrangos.

Naudojant skaitmeninį modelį projektavimo etape

Projekto parengimas konkursui naudojant skaitmeninį modelį (4.6 pav.), vidutiniškai trunka 60 – 88 valandas (Sysas 2005):

- 1) Projektinės dokumentacijos peržiūrėjimas – nuo 8 iki 16 val;
- 2) 3D informacinio statinio modelio sukūrimas – nuo 32 iki 48 val;
- 3) Tipinių elementų parametrizavimas ir sąmatų generavimas – 8 val;
- 4) Kainų tikslinimas ir sąmatos koregavimas – nuo 4 iki 8 val;
- 5) Komercinio pasiūlymo pabaigimas ir tikrinimas – 4 val;
- 6) Kiekvieno alternatyvaus varianto analizė ir pateikimas – 4 val.

Trūkumai: reikalingas kvalifikuotas specialistas, mokantis naudotis specializuota programine įranga.

Privalumai: sutaupoma laiko ieškant klaidų projektuose, operatyviai pergeneruojami kiekiai ir sąmatos pagal projekto pakeitimo duomenis, gaunama informacija su žinoma paklaida, greitai gaunami alternatyvūs variantai daugiakriteriniams variantams palyginti, o konkursinių skaičiavimų darbų vykdymas pareikalauja iki **40 % mažiau darbo laiko** (Migilinskas 2004).



4.6 pav. Informacinis pastato modelis (Gapšytė 2012)

Apklausos rezultatai parodė, kad modernizacijos projektuose projektuotojai ir rangovai dažniausiai susiduria su netiksliais darbų kiekiais ir darbų aprašymais. Dėl šių priežasčių modernizacijos projektuose **daroma 10 – 30 % pakeitimų**, o projekto **sąmata išauga iki 15 % didesnė**.

Skaičiuojant pateikto gyvenamo daugiabučio namo darbų kiekius įprastu ir skaitmeniniu būdu (4.3 lentelė) gaunami tokie rezultatai:

4.3 lentelė. Objekto kiekių palyginimas (Gapšytė 2012)

Sienų šiltinimas (m ²)		Angokraščių šiltinimas (m ²)		Cokolio šiltinimas (m ²)	
<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>	<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>	<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>
2705	2604,73	273	459,56	290	323,94
Procentais:	-3,71	Procentais:	68,34	Procentais:	11,70
Skiriasi:	100,27	Skiriasi:	186,56	Skiriasi:	33,94
Rūsio perdangos šiltinimas (m ²)		Stogo šiltinimas (m ²)		Parapeto šiltinimas (m ²)	
<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>	<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>	<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>
573,6	1039,45	956	972,54	240	342,47
Procentais:	81,22	Procentais:	1,73	Procentais:	42,70
Skiriasi:	465,85	Skiriasi:	16,54	Skiriasi:	102,47
Balkono stogeliai (m ²)		Įėjimo stogeliai (m ²)		Parapeto apskardinimas (m ²)	
<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>	<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>	<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>
27	44,11	24	27,9	247	276,18
Procentais:	63,37	Procentais:	16,25	Procentais:	11,81
Skiriasi:	17,11	Skiriasi:	3,9	Skiriasi:	29,18

Remiantis pateiktais kiekių palyginimo duomenimis, galima teigti, kad skaitmeninis modelis yra žymiai tikslesnis. Kiekių skirtumas tarp įpastinio modelio ir skaitmeninio **vidutiniškai yra 33 %**. Didžiausi netikslumai yra skaičiuojant rūšio perdangos šildinimo (81,2 %), angokraščių šiltinimo (68,3 %) ir balkono stogelių įrengimo (63,4 %) kiekius.

Dėl vertintų kiekių netikslumų, projekto sąmata (4.4 lentelė), yra **31 % didesnė**. Statybos metu rangovui, laimėjusiam konkursą, tektų didžioji šių išlaidų dalis.

4.4 lentelė. Objekto sąmatinės vertės palyginimas (Gapšytė 2012)

Sąmatinė vertė (m²)	
<i>Įprastinis</i>	<i>Skaitmeninis</i>
1141490,33	1494049,51
Procentais:	30,89
Skiriasi:	352599,18

Apibendrinant vertinimo rezultatus, galima teigti, kad skaitmeninis statybos modelis patvirtina atliktos apklausos rezultatus. Projektavimo metu galima iki 40 % greičiau parengti projektus. Dėl projekto metu atsiradusių netikslumų (iki 30%), pateikus paraišką gauti projekto finansavimą, rezervuojama nepakankama finansavimo bei paramos suma, neteisingai suskaičiuojamas energetinis efektyvumo lygis bei investicinio projekto duomenys. Statybos metu, išryškėjus problemai, dėl būtinų pakeitimų ir finansavimo stokos būtų gaišamas laikas, nukentėtų kokybė, finansiškai nukentėtų užsakovas ir statybininkai.

Pažymėtina, kad statybos etapo metu praktinė skaitmeninio modelio nauda nebuvo vertinama. Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros pateiktais duomenimis, nagrinėjamo tipinio penkiaukščio daugiabučio namo statybos trukmė įprastu būdu trunka iki 8 mėnesių. Remiantis mokslininkų pateiktomis išvadomis, apklausos rezultatais ir atliktais modelių vertinimais, galima teigti, kad skaitmeninio modelio naudojimas statybos etape sumažintų statybos darbų trukmę nuo 10 iki 20 %, padidintų darbų kokybę.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Išanalizavus gyvenamųjų daugiabučių namų modernizavimo eigą Lietuvoje, atlikus mokslinės literatūros ir dalyvių apklausos rezultatų analizę, galima daryti tokias **išvadas**:

1. Energinės savybės daugiabučiuose namuose neatitinka dabartinių standartų ir viršija juos 1,5 – 2 kartus. Šio sektoriaus energijos taupymo potencialas šalyje yra apie 3 TWh energijos per metus. Esant dabartinei šilumos energijos kainai daugiabučių atnaujinimas leistų per metus sutaupyti apie 900 mln. Lt. Deja, šiuo metu faktiškai įgyvendinta ar įgyvendinama apie 720 modernizavimo projektų, sudarančių tik 1,43 % numatyto atnaujinti namų skaičiaus.
2. Modernizacijos projektuose įvyksta 10 – 30 % pakeitimų, kuriuos sąlygoja netiksliai suformuotos užduotys, skirtingi užsakovų pageidavimai, žmogiškosios klaidos, projekto rengėjų ir vykdytojų nesusikalbėjimas. Išvardytų veiksmų pasekmė yra nuo 10 iki 15 % didesnės projektų parengimo ir įgyvendinimo sąmatos.
3. Skaitmeninės technologijos būsto modernizacijos projektuose leidžia rengti aukštesnės kokybės projektus, mažina klaidų skaičių, trumpina projekto įgyvendinimo trukmę, prieš priimant sprendimus virtualioje aplinkoje leidžia įvertinti projektus, užtikrina tikslesnius brėžinius, objekto kiekius, leidžia geriau planuoti investicijas ir integruotų komandų dėka tiksliau paskirstyti informaciją projekto dalyviams.
4. Nustatyta, kad modernizacijos dalyviai, rengdami projektus neišnaudoja skaitmeninių technologijų teikiamų galimybių. Projekto metu naudojamos pereinamojo duomenų ryšio neturinčios individualios kompiuterinės priemonės, neatsižvelgiama į viso projekto etapų optimizavimą. Dėl dubliuojamos veiklos ir atsirandančių klaidų prarandama nuo 11 iki 30 % laiko.
5. Darbe parengtas modernizuojamų gyvenamųjų daugiabučių namų teorinis skaitmeninis statybos modelis, skirtas didinti gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos projektų kokybę, valdymo efektyvumą, trumpinti projektų parengimo trukmę ir mažinti projektų parengimo kainas.
6. Atliktas praktinis modelio vertinimas projektavimo etape. Gauti rezultatai parodė, kad gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo projekte taikant įprastinį statybos modelį buvo 30 % daugiau klaidų, o sąmatų skirtumas apie 33 %. Remiantis gautais rezultatais, tikslinga kituose mokslo darbuose pratęsti modelio praktinio pritaikymo vertinimą viso pastato gyvavimo laikotarpiu. Ypatingai statybos ir eksploatacijos etapuose.

Pasiūlymai:

1. Remiantis tyrimo rezultatais, būtina aktyvi informacijos apie modernizacijos etapus, jų svarbumą ir teigiamai įvykdytų gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos projektų rezultatus sklaida visuomenėje.
2. Paslaugų pirkimo principas taikant mažiausią kainą yra visiškai netinkamas ir tik didina riziką dėl atliekamų darbų kokybės, skatina nelegalų darbą, įmonių silpnėjimą ar net bankrutavimą, neskatina inovacijų statybos srityje. Remiantis apklausos dalyvių atsakymais, siūloma paslaugų pirkimams naudoti ekonominio naudingumo vertinimo principą, kurio metu vertinamos ne tik projektavimo ir statybos išlaidos, bet ir eksploatacijos.
3. Siūloma rengti gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos projektus įvertinant ekonominio naudingumo principą pastato gyvavimo laikotarpiu.
4. Siūloma organizuojant gyvenamųjų daugiabučių namų modernizacijos projektų viešuosius pirkimus Lietuvoje remtis nuo 2008 metų Danijoje taikomais viešųjų pirkimų reikalavimais ir patirtimi.
5. Siūloma Lietuvos statybos sektoriui suformuoti bendrą nacionalinę klasifikavimo sistemą, kuri būtų pagrindas skaitmeninių sprendimų diegimui bei taikymui statybos procesuose.
6. Siūloma skatinti inovacijų, technologinių sprendimų ir statybos procesų efektyvumą didinančių skaitmeninių priemonių vystymą Lietuvoje.
7. Remiantis tyrimo rezultatais, įgyvendinant skaitmeninės statybos modelį būtina organizuoti akademinio ir verslo įmonių specialistų mokymus, kvalifikacijos tobulinimą.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Ahuja, V.; Yang, J.; Shankar, R. 2009. Study of ICT adoption for building project management in the Indian construction industry, *Automation in Construction* 18: 415–423.
- Alternatyvių energijos šaltinių, taip pat ir rekuperacinės sistemos panaudojimo, įgyvendinant daugiabučių namų (atnaujinimo) modernizavimo programą, galimybių studija* [interaktyvus]. 2010. UAB „COWI LIETUVA“ [žiūrėta 2012-03-06]. Prieiga per internetą: http://www.atnaujinkbusta.lt/public/gallery/studijos_dokumentai/AES_Ataskaita_K.pdf.
- Aksomitas, D. 2012. Projektavimo proceso problematika ir sprendimo būdai iš seminaro „*Kur slypi Efektyvumas ir pinigai atsigaujančioje statybų rinkoje?*“, įvykusio Vilniuje 2012 m. balandžio 24 d., pranešimo medžiaga.
- Annual report - 2010. European construction industry federation (FIEC)* [Interaktyvus]. 2011. [žiūrėta 2011 m. kovo 5 d.] Prieiga per internetą: http://www.fiec.org/docshare/docs/2/IPOEFGMDLJGGMAADIBIDDAABFG5T44VCPDWD9LI3M6U9/ECIF/docs/DLS/FIEC_AR_2010-EN-final-20100601-000007-EN-v1.pdf.
- Arayici, Y.; Coetes, P.; Koskela, L.; Kagioglou, M.; Usher, C.; O'Reilly, K. 2011. BIM adoption and implementation for architectural practises, *Structural Survey* 29: 7-25.
- Babič, Č. N.; Podbreznik, P.; Rebolj, D. 2010. Integrating resource production and construction using BIM, *Automation in Construction* 19: 539-543.
- Bačiauskas, V.; Gaitanžė, A.; Borisevičius, A.; Šakalinis, J. 2010. *Valstybinio audito ataskaita daugiabučių namų atnaujinimas (modernizavimas)*. Vilnius, 47.
- Bridikis, G. 2011. *Statybos procesų skaitmeninimo lygio Lietuvoje analizė*: Baigiamasis Magistro darbas. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas. Vilnius, 11–13.
- Brinck, S. 2008. Denmark Digital Construction Concept, in *Conference 2004* 02 18, UK.
- Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra [interaktyvus] 2012. [žiūrėta 2012-05-15]. Prieiga per internetą: <http://www.atnaujinkbusta.lt/index.php/lt/p/atnaujink-busta/apie-daugiabuciu-modernizavimo-programa/busto-modernizavimo-programa>.
- Cheng, J. C. P.; Law, K. H.; Bjornsson, H.; Jones, A.; Sriram, R. 2010. A service oriented framework for construction supply chain integration, *Automation in Construction* 19: 245–260.
- Chiu, C. Y.; Russell, A. D. 2010. Design of a construction management data visualization environment: A top – down approach, *Automation in Construction* 20: 399–417.
- Costa, A. A.; Tavares, V. L. 2011. Social e-business and the Satellite Network model: Innovative concepts to improve collaboration in construction, *Automation in Construction* 22: 387–397.
- Daugiabučiu namų atnaujinimo (modernizavimo) programos įgyvendinimo 2010 m. sausio 1 d. – gruodžio 31 d. laikotarpio ataskaita* [USB atmintinė]. 2012. Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra [žiūrėta 2012-04-05]. Vilnius.

- Do-Young, P.; Yeong-Jin, J.; Yo-Han, K.; Ju-Hyung, Jae-Jun, K. 2010. *Iš tarptautinės konferencijos: Efektyvūs pastatai Azijoje, įvykusios 2010 vasario 23-26 dienomis Seule (Korėja) pristatymų medžiagos* [International Conference on Sustainable Building Asia].
- Dzikas, A. 2010. *Smulkią ir vidutinio verslo įmonių statybos darbo našumo tyrimas*: Baigiamasis Magistro darbas. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas. Vilnius, 30–34.
- Eastman, C. M.; Teicholz, P.; Sacks, R.; Liston, K. 2008. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators, *Automation in Construction* 17: 526–535.
- Elbeltagi, E.; Dawood, M. 2011. Integrated visualized time control system for repetitive construction projects, *Automation in Construction* 20: 940–953.
- Elghamrawy, T.; Boukamp, F. 2010. Managing construction information using RFID-based semantic contexts, *Automation in Construction* 19: 1056–1066.
- EXPO 2000 Hannover. The Hellersdorf project*. 2000. Hannover, 72.
- Froese, T. M. 2010. The impact of emerging information technology on project management for construction, *Automation in Construction* 19: 531–538.
- Gapšytė, M. 2012. *Daugiabučio gyvenamojo namo Kniaudiškių g. 75, Panevėžyje modernizacija*: Baigiamasis Magistro darbas. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas. Vilnius.
- Grau, D.; Caldas, H. C.; Haas, T. C.; Goodrum, M. P.; Gong, J. 2009. Assessing the impact of materials tracking technologies on construction craft productivity, *Automation in Construction* 18: 903-911.
- Gurskienė, V. 2008. *Nekilnojamo turto kadastras ir registras* [interaktyvus]. Kaunas: Ardiva [žiūrėta 2012-04-15]. Prieiga per internetą: www.lzuu.lt/file.doc?id=22246.
- Heldgaard, J.; Ingwersen, F. 2008. Digital construction – an information and communication project, in *Conference VIA University College*, Horsens, Denmark, 2008.
- Isaacs, J.P.; Gilmour, D.J.; Blackwood D.J.; Falconer, R.E. 2011. Immersive and non immersive 3D virtual city: decision support tool for urban sustainability. *Journal of Information Technology in Construction*, 1874-4753.
- Issa, R.A.; Suermann, P. C; Olbina, D. 2009. Use of building information models in simulations. *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference* [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-10-30]. Prieiga per internetą: <http://www.informs-sim.org/wsc09papers/257.pdf>.
- Juozaitienė, J. Daugiabučių gyvenamųjų namų padėtis Lietuvoje, iš Konferencijos „Sąnaudų šildymui – valstybės ir vartotojų rankose“, įvykusios Vilniuje 2007 m. lapkričio 7 d., pranešimų medžiaga.
- Kuo, C. H.; Tsai, M. H.; Kang, S. C. 2011. A framework of information visualization for multi-system construction, *Automation in Construction* 20: 247–262.

- Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija [interaktyvus] 2012. [žiūrėta 2012-02-16]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/files/0.149606001265185876.pdf>.
- Linderoth, H. C. J. 2010. Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks, *Automation in Construction* 19: 66–72.
- Liu, Q.; Gao, T.; Wang, J. 2011. Research on Application of BIM Technology in Construction Project, *Computer Science and Service System* 2011: 2463-2467.
- Lu, W.; Huang, G. Q.; Li, H. 2011. Scenarios for applying RFID technology in construction project management, *Automation in Construction* 20: 101–106.
- Mahalingam, A.; Kashyap, R.; Mahajan, C. 2010. An evaluation of the applicability of 4D CAD on construction projects, *Automation in Construction* 19: 148–159.
- Meng, X. 2010. Assessment framework for construction supply chain relationships: Development and evaluation, *International Journal of Project Management* 28: 695–707.
- Migilinskas, D. 2004. Statybos projekto automatizuoto valdymo per visą jo gyvavimo laikotarpį modelis, iš *Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities*: 7-oji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencija, įvykusios Vilniuje 2004 m. kovo 25-26 d, pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 59-64.
- Moum, A. 2010. Design team stories. Exploring interdisciplinary use of 3D object models in practice, *Automation in Construction* 19: 554–569.
- Nederveen, S.; Gielingh, W. 2009. Modelling the life-cycle of sustainable, living buildings. *Journal of Information Technology in Construction* 14: 674–691.
- Okeil, A. 2010. Hybrid Design Environments: immersive and non-immersive architectural design, *Journal of Information Technology in Construction*: 1874-4753.
- Olatunji, O. A.; Sher, W. D.; Gu, N.; Ogunsemi, D. R. 2009. Building Information Modelling Processes: Benefits for Construction Industry, *Advanced Engineering Informatics* 23: 215–228.
- Onyegiri, I.; Nwachukwu, C. C.; Jamike, O. 2011. Information and communication technology in the construction industry, *American Journal of Scientific and Industrial Research* 2(3):461–468.
- Popov, V.; Juocevicius, V.; Migilinskas, D. et al. 2010. The use of a virtual building design and construction model for developing an effective project concept in 5D environment. *Automation in Construction*, 19 (3), 357-367.
- Popov, V. 2004. Pagrindiniai dalykai pamąstymui pereinant prie 3D. *Nauja industrija* 7, 21-23.
- Ramondino, F.; Rizzi, A. 2009. Reality-based 3D dokumentation of world heritage sites: methodologies, problems and examples, in *22nd CIPA Symposium, 2009 October 11-15, Kyoto, Japan*.

- Rezgui, Y.; Boddy, S.; Wetherill, M.; Cooper, G. 2009. Past, present and future of information and knowledge sharing in the construction industry: Towards semantic service-based e-construction?, *Computer-Aided Design* 11: 54-57.
- Rizzi, A.; Voltolini, F.; Girardi, S.; Gonzo, L.; Romondino, F. 2007. Digital preservation, dokumentation and analysis of paintings, monuments and large cultural heritage with infrared technology, digital cameras and range sensors, in *XXI International CIPA Symposium, 2007 October 01-06, Athens, Greece*.
- Rogoža, A.; Šiupšinskas, G.; Martinaitis, V. 2008. *Daugiabučių namų modernizacijos programos monitoringas (2 Etapas)* [interaktyvus]. Vilnius: [žiūrėta 2012-02-05]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/files/0.888292001235479201.pdf>.
- Sampio, Z. A.; Neves, G. J.; Martins, R. B. 2009. Rehabilitation diagnostic supported on 3D geometric modeling, Iš *tarptautinės konferencijos: Patikimumas ir nesėkmės, įvykusios 2009 m. liepos 20-26 dienomis Porto mieste (Portugalija) pristatymo medžiagos* [Third International Conference on Integrity, Reliability and Failure].
- Sampio, Z. A.; Henriques, H. P.; Martins, P. O. 2010. Virtual Reality technology used in civil Engineering Education, *The Open Virtual Reality* 2: 18-25.
- Shen, W.; Hao, Q.; Mak, H.; Neelamkavil, J.; Xie, H.; Dickinson, J.; Thomas, R.; Pardasani, A.; Xue, H. 2010. Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction and facilities management: A review, *Advanced Engineering Informatics* 24(2): 196–207.
- Sysas, R. 2005. *3D kompiuterinio modeliavimo panaudojimas*: Baigiamasis Magistro darbas. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas. Vilnius, 74–76.
- Sjogren, J. 2007. Building Smart – a smart way for implementation of standarts in *European Technical data Event* [Interaktyvus]. [Žiūrėta 2012 m. kovo 2 d.] Prieiga per internetą: <http://www.plcsresources.org/papers/s1000d/day3/buildingSMART%20-%20Jons%20Sjogren.pdf>.
- Statybų žinios* [interaktyvus] 2010. [žiūrėta 2012-03-16]. Prieiga per internetą: http://statyk.eu/szarchyvas/archyvas/SZ_42.pdf.
- Strachan, R.; Stephenson, P. 2009. Futuristic construction communication infrastructures: secure and safe with no wires. *Journal of Information Technology in Construction*. ISSN 1874-4753.
- Styliadis, A. D. 2007. Digital documentation of historical buildings with 3-D modeling functionality, *Automation in Construction* 16: 498–510.
- Šarka, V.; Užšilaitytė, L.; Šarkienė, E.; Vilutienė, T. 2010. Pastatų modernizavimas Lietuvoje, problemos ar galimybės? Nuo koncepcijos Birštonas-ECO miestas iki projekto ECO-life iš seminaro *Aplinkos ministerijoje*, įvykusio Vilniuje 2011 m. liepos 1 d.; pranešimo medžiagos.

- Šarka, V. 2010. Statybos klasifikatoriaus projektas. Skaitmeninė statyba iš seminaro *Kauno technikos universitete*, įvykusios Kaune 2010 m. kovo 27 d.; pranešimo medžiagos.
- Tang, H. H.; Lee, Y. Y.; Gero, J. S. 2011. Comparing collaborative co-located and distributed design processes in digital and traditional sketching environments: A protocol study using the function behaviour structure coding scheme, *Design Studies* 32: 1-29.
- Vanlande, R.; Nicolle, C.; Cruz, C. 2008. IFC and building lifecycle management, *Automation in Construction* 18: 70–78.
- Vilutienė, T.; Zavadskas, E. K. 2004. *Miesto gyvenamojo rajono pastatų priežiūros efektyvumo didinimas* [Interaktyvus]. [žiūrėta 2011 m. kovo 16 d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.library.lt/fedora/get/LTeLABa0001:E.02~2004~D_20040712_095728-54247/DS.005.0.01.ETD.
- Zavadskas, E. K.; Mikšta P.; Sakalauskas R.; Šimkus J.R.; Ustinovičius, L. 2009. *Statybos organizavimas*, Vilnius: Technika, 270.

PRIEDAI