



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS VALDYMO IR NEKILNOJAMOJO TURTO KATEDRA

Simas Radavičius

**PASTATŲ ŪKIO VALDYMO EFEKTYVUMO IR KOKYBĖS GERINIMAS
NAUDOJANT BIM IR LEAN METODOLOGIJĄ**

**IMPROVING THE EFFICIENCY AND QUALITY OF BUILDING
MAINTENANCE MANAGEMENT USING BIM AND LEAN
METHODOLOGIES**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX043

Statybos technologijos ir vadybos specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2023

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Statybos fakultetas
Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedra

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

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

Pavadinimas	Pastatų ūkio valdymo efektyvumo ir kokybės gerinimas naudojant BIM ir LEAN metodologiją
Autorius	Simas Radavičius
Vadovas	Leonas Ustinovičius

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjamos galimybės integruoti BIM ir LEAN metodologijas pastatų ūkio valdymui. Vertinami metodų privalumai, trūkumai, šių metodų pritaikymo patirtis užsienyje šioje srityje. Išnagrinėtos pastatų ūkio valdymo sritys, specialistų atsakomybės ir tikslai. Pateikiami pastatų ūkio valdymo veiklos organizavimo metodai, principai ir atskleista kylanti problematika. Baigiamajame darbe nagrinėjamos BIM technologijos ir LEAN metodų pritaikymo galimybės. Pritaikant BIM technologiją sudaromas pastatų ūkio valdymo modelis, prisidedantis prie efektyvios ir kokybiškos pastatų priežiūros užtikrinimo. Baigiamajame darbe iškelti reikalavimai BIM modelio sudarymui naujai projektuojamiems ir esamiems statiniams, siekiant lengvesnės integracijos į pastatų ūkio valdymo sistemas. BIM technologijos platesniam panaudojimui pastatų ūkio valdymui, pateikti siūlymai, kokias pagalbines sistemas ir technologijas organizacija galėtų įsdiegti. Pateikiami siūlymai, kaip LEAN metodų pritaikymas padidintų pastatų ūkio valdymo veiklos efektyvumą ir kokybę. Atliekami skaičiavimai, kaip LEAN metodai padidintų pastatų ūkio valdymo procesų efektyvumą ir sumažintų vertės nekuriančių procesų kiekį. Išnagrinėjus teorinius ir praktinius metodų pritaikymus pastatų ūkio valdymo veikloje, pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir siūlymai tolimesniam šios darbo temos tyrimui.

Darbą sudaro 5 dalys: įvadas, literatūros analizė, BIM technologijos ir LEAN metodo panaudojimo pastatų ūkio valdymo veikloje analizė, pastatų ūkio valdymo modelio sudarymas pritaikant BIM technologiją ir LEAN metodus, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 79 p. teksto be priedų, 24 iliustr., 13 lent., 68 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: efektyvus valdymo modelis, pastatų priežiūra, BIM, LEAN, kokybė, prevencinė priežiūra, procesų optimizavimas, informacinės sistemos.

<table border="1"> <tr> <td>Vilnius Gediminas Technical University</td> </tr> <tr> <td>Faculty of Civil Engineering</td> </tr> <tr> <td>Department of Construction Management and Real Estate</td> </tr> </table>		Vilnius Gediminas Technical University	Faculty of Civil Engineering	Department of Construction Management and Real Estate	<table border="1"> <tr> <td>ISBN</td> <td>ISSN</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Copies No.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Date-.....-.....</td> </tr> </table>	ISBN	ISSN	Copies No.		Date-.....-.....	
Vilnius Gediminas Technical University											
Faculty of Civil Engineering											
Department of Construction Management and Real Estate											
ISBN	ISSN										
Copies No.											
Date-.....-.....											
Master Degree Studies Construction Technologies and Management study programme Master's Thesis											
Title	Improving the Efficiency and Quality of Building Management Using BIM and LEAN Methodologies										
Author	Simas Radavičius										
Academic supervisor	Leonas Ustinovičius										
		Thesis language: Lithuanian									
Annotation The final master thesis explores the possibilities of integrating BIM and LEAN methodologies for facility management. It assesses the advantages and disadvantages of the methods, as well as the experience of their application abroad in this field. The areas of facility management, the responsibilities and objectives of specialists are analysed. Methods and principles for organising facility management activities are presented, and the issues arising are highlighted. The final thesis examines the applicability of BIM technology and LEAN methods. The application of BIM technology leads to the development of a facility management model that contributes to an effective and high quality building maintenance. The thesis proposes requirements for the development of a BIM model for new designs and existing buildings to facilitate integration into facility management systems. The aim of the study is to develop the use of BIM technology for the wider use of facility management, and to suggest which supporting systems and technologies an organisation could adopt. A suggestion on how the application of LEAN methods could improve the efficiency and quality of building management activities. Calculations are made on how LEAN methods would increase the efficiency of facility management processes and reduce the number of non-value creating processes. The theoretical and practical applications of the methods in building management activities are analysed, and conclusions and proposals for further research on the topic are presented. The thesis consists of 5 parts: introduction, literature analysis, analysis of the application of BIM technology and LEAN methods in facility management, developing a facility management model using BIM technology and LEAN methods, conclusions and proposals, reference list. The thesis consists of 79 pages of content without appendixes, 24 figures, 13 tables, 68 references.											
Keywords: Efficient management model, building maintenance, BIM, LEAN, quality, preventive maintenance, process optimisation, information systems.											

TURINYS

Lentelių sąrašas	6
Paveikslų sąrašas	7
Įvadas.....	9
1. LITERATŪROS ANALIZĖ	11
1.1. Pastatų ūkio valdymo samprata Lietuvoje ir užsienio šalyse	11
1.2. Pastatų ūkio valdymo veiklos sritys, atsakomybės ir tikslai.....	14
1.3. Kokybės ir efektyvumo samprata pastatų ūkio valdyme	17
1.4. Pastatų ūkio valdymo veiklos organizavimas, metodai ir procesai.	21
1.5. Pastatų ūkio valdymo problematika.....	23
2. BIM TECHNOLOGIJOS IR LEAN METODO PANAUDOJIMO PŪV VEIKLOJE ANALIZĖ	26
2.1. Statinio informacinio modelio samprata.....	26
2.2. Statinio informacinio modelio pritaikymas	26
2.3. Statinio informacinio modelio projektavimo programinė įranga	29
2.4. Statinio informacinio modelio pritaikymas pastatų ūkio valdyme	31
2.5. Statinio informacinio modelio privalumai ir trūkumai	34
2.6. Statinio informacinio modelio pritaikymas pastatų ūkio valdymui: SSGG analizė	37
2.7. LEAN metodo kilmė ir samprata.....	42
2.8. LEAN metodo pritaikymas priežiūros srityse.	46
2.9. LEAN metodo privalumai ir trūkumai.....	47
2.10. LEAN metodologijos pritaikymas pastatų ūkio valdymui: SSGG analizė	50
2.11. LEAN metodo ir statinio informacinio modelio naudojimo lygiagrečiai privalumai	54
3. PASTATŲ ŪKIO VALDYMO MODELIO SUDARYMAS PRITAIKANT BIM TECHNOLOGIJĄ IR LEAN METODUS	54
3.1. Veiksmų plano sudarymas BIM ir LEAN metodologijai įdiegti.....	55

3.2. BIM technologijos taikymas PŪV veiklai	56
3.2.1. BIM modelio detalumo lygio nustatymas	56
3.2.2. BIM modelio informacijos reikalavimai	56
3.2.3. BIM technologijos COBie sąveikos reikalavimai	57
3.2.4. BIM technologijos parengimo eiga ir technologijų taikymas	57
3.3. Pastatų ūkio valdymo modelis paremtas BIM technologija	59
3.3.1. BIM technologijos kartu su kompiuterizuotos priežiūros valdymo sistemos integracija į PŪV	60
3.3.2. Išteklių planavimo sistemos integracija į pastatų ūkio valdymo veiklą	61
3.3.3. Įrangos identifikavimo sistemos sukūrimas pastatų ūkio valdymo srityje	62
3.3.4. Išmaniųjų įrenginių ir jutiklių panaudojimas kartu su kompiuterizuota priežiūros valdymo sistema	64
3.4. Pastatų ūkio valdymo modelio sudarymas pritaikant BIM technologiją	67
3.5. LEAN metodo principų įdiegimas į PŪV veiklą	70
3.5.1. KAIZEN principo įdiegimas organizacijoje	70
3.5.2. LEAN 5S metodo pritaikymas organizacijoje	74
3.5.3. LEAN Procesų schemų metodo pritaikymas organizacijoje	76
3.5.4. LEAN Visuotinės gamybos priežiūros metodo pritaikymas PŪV	81
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	87
LITERATŪRA	89

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. BIM panaudojimo PŪV srityje prioritetinė eilutė (Olapade & Ekemode, 2018)	33
2.2 lentelė. BIM panaudojimo PŪV veikloje apklausos rezultatai (Olapade & Ekemode, 2018)	34
2.3 lentelė. SSGG analizė BIM pritaikymui pastatų ūkio valdymo srityje (sudaryta autoriaus)...	37
2.4 lentelė. SSGG analizės BIM pritaikymo PŪV pagrindiniai ryšiai (sudaryta autoriaus)	41
2.5 lentelė. LEAN metodo privalumai ir naudotos organizacijai (sudaryta autoriaus):	47
2.6 lentelė. SSGG analizė LEAN metodologijos pritaikymui pastatų ūkio valdymo srityje (sudaryta autoriaus)	50
2.7 lentelė. SSGG analizės LEAN pritaikymo PŪV pagrindiniai ryšiai (sudaryta autoriaus)	53
3.8 lentelė. BIM informacijos poreikis pastatų ūkio valdymui (sudaryta autoriaus).....	56
3.8 lentelė. <i>Kaizen</i> metodo tyrimų rezultatai literatūroje (sudaryta autoriaus).....	72
3.10 lentelė. LEAN 5S metodo įdiegimo trukmės apskaičiavimas (sudaryta autoriaus)	74
3.11 lentelė. Skaičiuojamoji PŪV veikloje vykdomų darbų trukmė po 5S įdiegimo (sudaryta autoriaus)	75
3.12 lentelė. Statinių priežiūros proceso žemėlapis (sudaryta autoriaus)	77
3.13 lentelė. Statinių priežiūros proceso žemėlapis po atliktų korekcijų (sudaryta autoriaus).....	79

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Pastatų ūkio valdymo pagrindinės keturios kokybės grupės (Lepkova & Ūselis, 2013)	19
1.2 pav. Paslaugų kokybės valdymo grandis (Lepkova & Ūselis, 2013)	20
1.3 pav. Pastatų defektų ir įrangos gedimų sprendimo procesas (Sprang & Drion, 2020).....	21
1.4 pav. Pastatų priežiūros tipai pagal organizavimo tipą (Mostafa et al., 2015).....	22
1.5 pav. Pastatų ūkio valdymo sistema (Waeyenbergh, 2004)	23
1.6 pav. Įrangos gedimo perdavimo atsakingiems asmenims procesai (Blanco & Dederichs, 2018)	24
.....	
2.7 pav. Statinio informacinio modelio pritaikymo eiga ir tikslai (UAB "AGA CAD", n. d.)	27
2.8 pav. Statinio informacinio modelio sistemos pritaikymo lygiai (Rafael Sacks, 2018)	28
2.9 pav. Statinio informacinio modelio programinės įrangos sąveika tarpusavyje (Rafael Sacks, 2018).....	30
2.10 pav. Taupiosios techninės priežiūros schema (Chan, et al., 2005)	45
3.11 pav. 3D taškų debesies vaizdas (ASC Technology Solutions, 2022).....	58
3.12 pav. Sudarytas grafinis pastato modelis (ASC Technology Solutions, 2022).....	58
3.13 pav. COBie duomenų atvaizdavimas iš BIM modelio (Hamil, 2018).....	59
3.14 pav. KPVS sistemos panaudojimo pastatų ūkio valdymui (sudaryta autoriaus)	60
3.15 pav. KPVS sistemos įdiegimui reikalingos integracijos tarp sistemų ir įrenginių (sudaryta autoriaus)	61
3.16 pav. IPS sistemos taikymo procesas organizacijoje ir duomenų ryšys su KPVS sistema (sudaryta autoriaus)	62
3.17 pav. Turto identifikavimo koduotės taisyklės (sudaryta autoriaus).....	63
3.18 pav. KPVS sistemos atvaizdavimas su BIM modelio informacija išmaniam įrenginyje (Dalux, 2018).....	64
3.19 pav. Realio laiku jutiklių rodiklių atvaizdavimas BIM vaizde (Siemens, 2021).....	67
3.20 pav. Priežiūros darbų sudarymo eiga (sudaryta autoriaus).....	68
3.21 pav. Energinio monitoringo sistemos naudojimas pastatų ūkio valdymo veikloje (sudaryta autoriaus)	69
3.22 pav. Veiklos gerinimo idėjų pateikimo forma (sudaryta autoriaus)	72
3.23 pav. Procesas <i>Kaizen</i> metodo veiklos organizacijoje (sudaryta autoriaus)	72

3.24 pav. Rekomenduojama statinių apžiūros ir defektų šalinimo proceso eiga organizacijoje (sudaryta autoriaus)	81
---	----

Ivadas

Šiuolaikinėje statybos srityje vis daugiau organizacijų stengiasi pritaikydamos naujas technologijas, gerinti veiklos rodiklius, atliekamų darbų kokybę, sumažinti statybų sąnaudas, sukuriama CO₂ pėdsaką, padidinti darbų efektyvumą. Valstybė taip pat prisideda prie skatinimo siekti tvaraus ir socialiai atsakingo verslo plėtojimo, priimdama įstatymus. Besikeičiančiant ekonominei situacijai Lietuvoje ir siekiant išlikti konkurencingomis bei pranašesnėmis rinkoje, organizacijos labiau linkusios taikyti inovatyvius sprendimus, o ne likti prie laiko patikrintų, įprastų veiklos modelių. Didžiausias progresas diegiant naujas technologijas ir naujus valdymo principus yra matomas statybos srityje, tačiau rečiau tai taikoma statinių eksploatacijos laikotarpiu. Projektuojant statinius daugelis sprendimų daro įtaką pastato efektyvumui, tvarumui jo eksploatacijos laikotarpiu. Kadangi pastatas yra eksploatuojamas ne vienerius metus, jo gyvavimo metu susidaro didžiausios sąnaudos, CO₂ sukuriamas pėdsakas.

Pastatų ūkio valdymo sritis nėra labai sena, tačiau yra pakankamai dinamiška, todėl šioje srityje galima įdiegti naujus principus skatinančius efektyvesnį darbo modelį. Jei palygintume pastatų ūkio valdymo sritį ir statybų sritį, pastebėtume, jog pastaroji vis sparčiau pradeda taikyti statinio informacinį modelį (angl. Building information modeling, toliau - BIM) projektavimo ir statybos etapuose. BIM technologijos panaudojimas statybos srityje tik dažnės, kadangi Lietuvos Respublikos Vyriausybė priėmė įstatymą nuosekliai, etapais pagrįstai prievolei taikyti BIM projektuojant ir statant viešojo sektoriaus statinius, kurie vėliau turės būti eksploatuojami. Atsižvelgiant į tai, organizacijos jau dabar turėtų pradėti ruošti BIM technologiją pritaikyti pastatų ūkio valdymo srityje. BIM technologijos panaudojimas pastatų ūkio valdymo srityje turėtų būti sudarytas taip, jog veiklos procesų efektyvumas būtų padidintas, kaštai būtų panaudoti efektyviausiu būdu ir priežiūros kokybė atitiktų aukščiausius keliamus reikalavimus.

Informacinio statinio modelio pritaikymas pastatų ūkio veikloje yra puikus būdas nusistovėjusiems procesams keisti ir siekti efektyvesnio veiklos modelio. Organizacijos, siekiančios padidinti efektyvumą savo veikloje, anksčiau ar vėliau nusprendžia taikyti LEAN metodo principus savo veikloje, tad tai gali būti puiki sinergija tarp dviejų sistemų įdiegimo į pastatų ūkio valdymo veiklą. LEAN metodas, pradėtas taikyti gamyboje, buvo adaptuotas ir kitoms veikloms. Šio metodo taikymas galimas ir pastatų ūkio valdymo veikloje. Esminiai aspektai efektyvumo didinimui, pagal LEAN metodą, yra nereikalingų veiksmų procesuose atsisakymas ir vertę kuriančių procesų taikymo didinimas.

Lietuvoje BIM technologijos pastatų ūkio valdymui įmonėse dar nėra plačiai nenaudojamos, kadangi esamiems pastatams reikia sukurti modelį iš popierinės dokumentacijos, o naujų pastatų projektavimo etape ne visada pasirenkama kurti BIM, dėl didesnių projektavimo kaštų ar patirties neturėjimo tokio tipo projektų rengime. Tačiau, su vis didėjančiu statinių portfeliu, kuriems informacinis statinio modelis bus sukurtas, didės ir temos aktualumas, nes valdytojui reikės šį modelį įdiegti į pastatų ūkio valdymo sistemas, o galbūt net atitinkamai pakeisti veiklos procesus. Šis klausimas artimoje ateityje bus aktualus ir valstybės valdomoms įmonėms, kurios vis daugiau naujų projektų privalės įvykdyti pritaikant BIM technologiją.

Šio baigiamojo darbo tikslas – efektyvaus ir kokybiško pastatų ūkio valdymo modelio kūrimas taikant BIM ir LEAN metodologiją.

Darbo tikslui pasiekti išskelti šie uždaviniai:

- Atlikti mokslinių straipsnių, literatūros, susijusių su darbo tema, analizę;
- Atlikti SSGG analizę, BIM ir LEAN pritaikymui pastatų ūkio valdyme;
- Pateikti pasiūlymus, kokių papildomų sistemų ir technologijų reikia, siekiant padidinti BIM ir LEAN metodologijos teikiamas naudas organizacijai;
- Sudaryti pastatų ūkio valdymo modelį, pritaikant BIM technologiją ir LEAN metodus;
- Pateikti siūlymus, kur ir kaip galima pritaikyti LEAN ir BIM pastatų ūkio valdymo srityje.

Baigiamąjį darbą sudaro penkios dalys: teorinė dalis, literatūros analizė, tiriamoji dalis, išvados ir pasiūlymai, literatūra.

Šiame baigiamajame darbe išnagrinėta, kaip LEAN metodai ir pastato informacinis modelis gali būti pritaikytas efektyvesniam ir kokybiškesniam pastatų ūkio valdymui. Darbe nurodytos gairės, kaip sistemos turėtų būti įdiegtos organizacijoje.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

Statinio statyba trunka tik mažą dalį (iki 10 proc. statinio gyvavimo ciklo), o didesnė dalis tenka statinio naudojimo etapui (apie 90 proc. statinio gyvavimo ciklo) (Albrice, 2015), tad pastatų ūkio valdymo kokybė ir efektyvumas turi didelę reikšmę statinių savininkui. Pastebima, jog pastatų ūkio valdymo įmonės taip pat siekia padidinti savo pelną ir efektyvumą, tad yra pasitelkiamos įvairios informacinės technologijos ir įvairūs efektyvios vadybos modeliai.

Šioje dalyje bus apžvelgiamos Lietuvos ir užsienio rašytojų analizės, apie pastatų ūkio valdymo (toliau – PŪV) sampratą, BIM ir LEAN metodologijos atsiradimą, naudą ir pritaikomumą praktikoje.

1.1. Pastatų ūkio valdymo samprata Lietuvoje ir užsienio šalyse

Pirmieji terminai, apibrėžiantys pastatų ūkio valdymo sritį, buvo sukurti pastatų valdymo instituto (FMI) 1983 metais. Tuo metu Nekilnojamojo turto valdymas (angl. *Facility management*) reiškė fizinės darbo vietos derinimą su žmonėmis ir organizacijos darbu, kai integruojami verslo administravimo, architektūros, elgsenos ir inžinerijos mokslų principai (International Facility Management Association, n. d.).

Tarptautinės pastatų valdymo asociacijos (angl. *International Facility Management Association*) darbo grupė pakoregavo prieš tai vyravusį Nekilnojamojo turto valdymo apibrėžimą. Naujasis apibrėžimas yra toks: „Nekilnojamojo turto valdymas - tai profesija, apimanti įvairias disciplinas, užtikrinančias pastatytos aplinkos funkcionalumą, integruojant žmones, vietą, procesus ir technologijas“ (International Facility Management Association, n. d.).

Praėjus dvidešimčiai metų, terminas buvo papildytas, jog šiai profesijai atsakomybės glaudžiai susijusios su veikla, pastatų aplinkoje. Tai parodo jog pastatų ūkio valdymo sfera sparčiai išaugo savo veiklos srityje.

Nekilnojamojo turto valdymas - organizacinė funkcija, integruojanti žmones, vietą ir procesus sukurtoje aplinkoje, siekiant pagerinti žmonių gyvenimo kokybę ir pagrindinio verslo produktyvumą (British Institute of Facilities Management, 2017). Didžiosios Britanijos terminas lyginant su JAV bibliotekos terminu dalinai panašus, tačiau čia svarbus skirtumas yra, jog Nekilnojamojo turto valdymo siekis yra pagerinti žmonių gyvenimo kokybę, o ne tik atitikti veiklai keliamus reikalavimus.

Vokietijos pastatų valdymo asociacijos (GEFMA) suformuotas terminas pastatų ūkio valdymui: pastatų ūkio valdymas – tai verslo procesas, kuriuo siekiama padidinti naudojimo lankstumą, darbo

našumą ir kapitalo grąžą, integruojant planuojamą priežiūrą. Patalpos integruojamos kaip strateginiai ištekliai į bendrą verslumo procesą (Braun, 2007).

Pietų Afrikos pastatų valdymo asociacija (angl. *South African Facilities Management Association*) pastatų valdymą apibrėžia kaip tvarių įmonės veiklos rezultatų užtikrinimo priemonę, kai visą gyvavimo laikotarpį valdomos produktyvios darbo vietos ir teikiamos veiksmingos verslo paramos paslaugos (South African Facilities Management Association, n. d.).

Nekilnojamojo turto valdymas - procesų integravimas organizacijoje, siekiant palaikyti ir plėtoti sutartas paslaugas, kurios palaiko ir didina jos pagrindinės veiklos efektyvumą (European Facility Management Network, 2006).

ISO 41001:2018 apibrėžimas yra toks: „Nekilnojamojo turto valdymas integruoja įvairias disciplinas, kad darytų įtaką visuomenės, bendruomenių ir organizacijų ekonomikos efektyvumui ir produktyvumui, taip pat tam, kaip žmonės sąveikauja su užstatyta aplinka. Nekilnojamojo turto vadyba, teikdama paslaugas ir jas valdydama, daro įtaką daugelio pasaulio visuomenių ir gyventojų sveikatai, gerovei ir gyvenimo kokybei“ (South African Facilities Management Association, n. d.).

Pastatų ūkio valdymas – tai plati veiklos sfera, apimanti visą pastato gyvavimo ciklą: pastato kūrimo idėją, projektavimą, statybą, eksploatavimą ir nugriovimą ir visų, su nekilnojamojo turto susijusių operacijų – investavimo, nuomos, tarpininkavimo perkant ir parduodant, užstatymo ir t. t. – vykdymą (Lepkova, 2012). Natalijos Lepkovos pateiktas terminas apima dar platesnę pastatų ūkio valdymo sritį, nuo pastato kūrimo stadijos iki jo gyvavimo ciklo pabaigos, tol kol pastatas yra nugriaunamas. Iš to galime matyti, šios specialybės svarbos spartų augimą kiekvienos įmonės veikloje.

Nekilnojamojo turto vadyba - tai profesija, skirta padėti žmonėms. Ji užtikrina pastatytos aplinkos - pastatų, kuriuose gyvename ir dirbame, ir juos supančios infrastruktūros - funkcionalumą, patogumą, saugumą, tvarumą ir efektyvumą. Kaip apibrėžta ISO ir kaip patvirtinta IFMA, Nekilnojamojo turto valdymas yra organizacinė funkcija, kuri integruoja žmones, vietą ir procesus užstatytose patalpose, siekiant pagerinti žmonių gyvenimo kokybę ir pagrindinio verslo produktyvumą (International Facility Management Association, 2017).

Pastebima, jog užsienio literatūroje dažniausiai naudojamas terminas „nekilnojamojo turto valdymas“, tačiau lietuvių literatūroje naudojamas terminas „pastatų ūkio valdymas“. Pastarasis apima visą, kas susiję su statinių priežiūra, valdymu ir administravimu, todėl gali būti laikomas platesne sąvoka.

Pastatų techninė priežiūra apibrėžiama kaip darbas, kuriuo siekiama išlaikyti, atkurti ar pagerinti kiekvieną pastato dalį, palaikyti pastato konstrukcijų būklę, vidaus ir išorės eksploatacines savybes, pagal

priimtą standartą, palaikyti pastato efektyvumą ir pastato vertę. Tai apima esamos būklės gerinimo, atnaujinimo, modernizavimo, taip pat remonto darbus (Puķīte & Geipele, 2017).

Dar vienas iš terminų kuris naudojamas tiek lietuvių, tiek užsienio literatūroje yra „pastatų techninė priežiūra“. Šis terminas naudojamas statinių būklės charakteristikos stebėsenai, priežiūrai, remontui, pagerinimui apibūdinti. Lietuvos Respublikos statybos techniniame reglamente STR 1.07.03:2017 taip pat pabrėžiama, jog pagrindinis pastatų priežiūros tikslas yra užtikrinti saugų ir ekonomiškai pagrįstą statinio eksploatavimą.

Statinio priežiūros tikslas – užtikrinti Statybos įstatymo bei statybos techninių dokumentų nustatytus statinių esminius reikalavimus per visą statinio ekonomiškai pagrįstą naudojimo trukmę, maksimaliai sumažinti avarijų tikimybę, grėsmę žmonių gyvybei, sveikatai ar aplinkai (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2016).

Nors kai kurių įmonių požiūriu, statinio techninės priežiūros keliama reikalavimai yra pertekliniai ir investicijos į prevenciją nėra prioritetinės, tačiau šis požiūris keičiasi ir statinių priežiūroje pastebima, jog kiekvienas reikalingas remontas pradedamas vertinti ne tik kaip išlaidos, bet ir nuostolis, nesugeneruotos pajamos įmonei. Vadovaujantis tokiu mąstymu, pastatų ūkio valdymo veikloje buvo pradėta taikyti vis daugiau prevencinės priežiūros veiksmų.

Pastaraisiais dešimtmečiais, techninė priežiūra buvo laikoma „būtinu organizacijos valdymo blogiu“, nes techninė priežiūra apsiriboja tik korekcinėmis funkcijomis, kurios paprastai atliekamos esant avarinėms situacijoms, pavyzdžiui, sugedus įrangai. Tačiau, tokia praktika nebepriimtina, nes techninės priežiūros vaidmuo pripažintas strateginiu organizacijų elementu, generuojančiu pajamas. Techninės priežiūros vaidmuo daro didelį poveikį kai kuriems svarbiausiems gamybos elementams gamyklose, pavyzdžiui, produktų kokybei, saugos reikalavimams ir veiklos biudžeto lygiui (Khazraei & Deuse, 2011).

Pastatų ūkio valdymas yra esminė verslo funkcija. Pastatų ūkio valdytojas yra verslo vadovas ir turėtų būti tokio paties lygio kaip ir žmogiškųjų išteklių ir informacinių technologijų vadovai (Roper & Payant, 2014).

Pastatų ūkio valdytojo pareigybės literatūroje ir praktikoje įgijo vis daugiau svarbos ir pakilo į tą patį lygį su kitomis svarbiomis aukščiausio lygio pozicijomis įmonėje, kaip personalo valdymo ar informacinių technologijų vadovais. Toks prilyginimas parodo, jog pastatų ūkio valdymas per pastaruosius penkiasdešimt metų, nuo pirmųjų šio termino užuomazgų, padarė didelį progresą ir, nuo mažos apimties specializacijos, dabar atlieka svarbų vaidmenį daugelio įmonių veikloje.

1.2. Pastatų ūkio valdymo veiklos sritys, atsakomybės ir tikslai

Pastatų priežiūroje svarbiausias uždavinys yra užtikrinti pastatų tinkamą techninę priežiūrą. Pietų Afrikos pastatų ūkio valdymo asociacija (South African Facilities Management Association, n. d.) apibrėžia tokias pastatų ūkio valdymo veiklos sritis:

- žmogiškųjų išteklių valdymas;
- darbas su tiekėjais ir specialistais;
- turto portfelio valdymas;
- pastato konstrukcijų priežiūra;
- pastatų priežiūros paslaugų valdymas;
- pagalbinių paslaugų valdymas;
- projektų valdymas;
- klientų aptarnavimas;
- aplinkosaugos klausimai;
- erdvių valdymas;
- viešieji pirkimai;
- rizikos valdymas;
- finansų valdymas;
- kokybės valdymas;
- informacijos valdymas.

Pastatų ūkio valdymo veikla per visą laikotarpį sparčiai prasiplėtė, atsirado naujų atsakomybių ir pareigybių. Nekilnojamojo turto ir pastatų priežiūros profesorius Alexander Redlein plačiau žiūri į šios srities specialistų veiklą ir paaiškina atsakomybes, kurios apima platų spektrą darbų ir kuruojamų įmonės veiklų (Redlein, 2020). Pasak autoriaus, pastatų priežiūros specialisto pagrindines veiklos sritys yra šios:

- užtikrinti įmonės poreikius trimis lygmenimis: strateginiu, taktiniu ir operatyviniu;
- pasirūpinti reikiamomis paslaugomis, kad jos būtų tinkamai tiekiamos iš vidaus arba išorės;
- kontroliuoti paslaugų teikimą;
- analizuoti, ar pirmojoje užduotyje apibrėžta paklausa iš tikrųjų yra veiksminga ir efektyvi pagrindinei veiklai, ar jas reikia taisyti;

- pritaikyti paklausos specifikaciją, jei keičiasi pagrindinė veikla.

Strateginio lygmens poreikiai veikia kaip pagrindas likusiems poreikių apibrėžtims. Redlein nurodo (Redlein, 2020), kad strateginiu lygmeniu siekiama įgyvendinti organizacijos tikslus ilgalaikėje perspektyvoje:

- apibrėžti patalpų valdymo strategiją, atitinkančią organizacijos strategiją (pvz., nuosavybė, o ne nuoma, strateginės gairės dėl išorinių ir vidinių paslaugų teikimo);
- politikos formavimas, rengiant gaires dėl patalpų, turto, procesų ir paslaugų (pvz. vienam asmeniui tenkančių darbo vietų tipų dydžio ir kokybės apibrėžtys);
- aktyvus indėlis ir atsakas;
- rizikos analizės inicijavimas ir krypties suteikimas siekiant pritaikyti pokyčius organizacijoje (pvz., rizikos analizė ir politika dėl paslaugų teikėjų skaičiaus);
- paslaugų lygio susitarimų (SLA) inicijavimas ir pagrindinių veiklos rezultatų stebėseną (pvz., įrangos ir paslaugų prieinamumas);
- įrangos poveikio pagrindinei veiklai, išorės aplinkai ir bendruomenei;
- ryšių su valdžios institucijomis, nuomininkais, strateginiais partneriais, asociacijomis ir pan. palaikymas;
- patalpų valdymo organizacijos priežiūra.

Strateginį lygmenį organizacijoje galima apibrėžti tik kartu su įmonės valdyba, siekiant užtikrinti, kad strateginiuose poreikiuose būtų įtraukti ilgalaikiai įmonės tikslai ir būsimi strateginiai pokyčiai (Redlein, 2020).

Taktinis lygmuo turi užtikrinti strateginio lygmens įgyvendinimą ir yra labiau sutelktas ties veiklos trumpalaikiais tikslais. Jis labiau orientuotas į pagrindinių procesų, tokių kaip pardavimai, gamyba ir finansinės apskaitos poreikius. Taktinis lygmuo skirtas strateginiams tikslams įgyvendinti vidutinės trukmės laikotarpiu per (Redlein, 2020):

- strategijų gairių įgyvendinimą ir stebėseną;
- rengiant verslo planus ir biudžetus;
- priemonių valdymo tikslų pavertimas veiklos lygmens reikalavimais;
- apibrėžiant paslaugų kokybės susitarimus ir aiškinant pagrindinius veiklos rezultatus (našumo, kokybės, rizikos ir vertės);
- stebėti, kaip laikomasi įstatymų ir kitų teisės aktų;
- projektų, procesų ir susitarimų valdymas;
- vadovauti priežiūros darbuotojų komandai;

- optimizuoti išteklių naudojimą;
- prisitaikyti prie pokyčių ir teikti ataskaitas apie juos;
- bendrauti su vidaus ar išorės paslaugų teikėjais operatyviniu lygmeniu.

Veiklos lygmuo turi užtikrinti strateginio ir taktinio lygmens įvykdymą. Jis tiesiogiai skirtas galutiniams vartotojams, t. y. visiems įmonės darbuotojams ir klientams. Operatyvinis paslaugų teikimas yra susijęs su operatyviniu lygmeniu arba jam prilygsta (Redlein, 2020). Operatyvinis lygmuo - tai kasdien kurti galutiniams vartotojams reikalingą aplinką:

- teikiant minkštąsias paslaugas, tokias kaip valymas, kraštovaizdžio tvarkymas, sauga ir apsauga bei kietąsias paslaugas, tokias kaip techninė priežiūra, remontas, laikantis nustatytų kokybės reikalavimų;
- stebint ir tikrinant paslaugų teikimo procesus;
- stebint paslaugų teikėjus (viduje ir išorėje);
- priimant paslaugų prašymus, pvz., per vidines įmonės sistemas ar telefono skambučių metu;
- renkant duomenis veiklos vertinimui, grįžtamajam ryšiui ir galutinių naudotojų reikalavimams;
- teikiant ataskaitas taktiniam lygmeniui;
- bendraujant su vidaus ar išorės paslaugų teikėjais veiklos klausimais.

Patalpų priežiūros specialistai sukuria tinkamą naudojimui darbo aplinką, sujungiant erdvę, technologijas, paslaugas, procesus ir žmones. Pastatų ūkio valdymo specialistai siūlo tinkamą patirtį, kurią galima įgyti, naudojant nustatytas priemones, siekiant sukurti organizacijai pridėtinę vertę. Tinkamumas naudoti reiškia, kad patalpos yra tinkamos naudoti pagal paskirtį, pritaikytos pagal organizacijos, bei jos naudotojų poreikius. Tinkamumas naudoti pagal tarptautinį standartą (Redlein, 2020):

- Aplinka. Fizinėje arba virtualioje aplinkoje, kurioje veikia tam tikra organizacija ir kurioje žmonės teikia profesionalias paslaugas.
- Erdvė. Susijusi su pastatyta, virtualia, o kartais ir laikina darbo aplinka ir erdvės išdėstymu.
- Technologijos. Susijusios su visomis techninėmis struktūromis (pastatu ir įranga).
- Minkštosios paslaugos. Apima visą objektų, produktų ir paslaugų spektrą.
- Procesai. Patalpų valdymas padeda vykdyti pagrindines verslo funkcijas ar institucijos veiklą, organizuojant ir integruojant erdvę, technologijas ir paslaugas į veiklą, su kuria sukuriamą pridėtinę vertę.
- Žmonės. Tai galutiniai naudotojai, įvairios organizacijos, suinteresuotosios šalys ir patalpų darbuotojai. Pagrindinis dėmesys skiriamas žmonėms ir jų veiklai.

- Patirtis. Visada atsižvelgiama į bendrą galutinio naudotojo suvokimą. Atsižvelgiama kuriant paslaugą ar aplinką.
- Ištekliai. Ištekliai apima ne tik biudžetą, bet ir erdvę, žinias ir įgūdžius, kurie yra prieinami paslaugai teikti.
- Pridėtinė vertė. Pastatų ūkio valdymo paslaugos įtakoja poveikį, organizacijos veiklos rezultatams.
- Organizacija. Asmuo ar asmenų grupė, kurių funkcijos, atsakomybės, įgaliojimai suteikti, siekiant pasiekti organizacijos numatytus tikslus.

Pasak Hester van Sprang ir Bernard Drion (Sprang & Drion, 2020), siekiant užtikrinti patalpų tinkamumą naudoti, patalpų specialistas turi atsižvelgti į:

- vidinį klientą (kuris vykdo profesinę veiklą, darbuotoją);
- išorės klientą (pvz., lankytoją, pacientą, viešbučio svečią);
- minkštąsias paslaugas;
- fizinę aplinką;
- darbo vietą ir virtualiąją aplinką;
- pasiūlos ir paklausos derinimą ir jos šaltinių paiešką;
- patalpų išteklių įsigijimą.

Apibendrinant literatūroje išvardintas veiklos sritis galima teigti, kad pastatų ūkio valdymui priskiriamos šios atsakomybės:

- eksploatacija (įrenginiai, statiniai);
- sutarčių administravimas (pirkimai, administravimas, vadyba, derybos);
- teisės aktuose nustatytų reikalavimų laikymasis ir žinojimas (aplinkosauga, darbų sauga, priešgaisrinė sauga);
- darbuotojų valdymas;
- informacijos ir duomenų valdymas;
- statybos, rekonstrukcijos ir remonto darbų valdymas;
- finansų valdymas.

1.3. Kokybės ir efektyvumo samprata pastatų ūkio valdyje

Efektyvumas

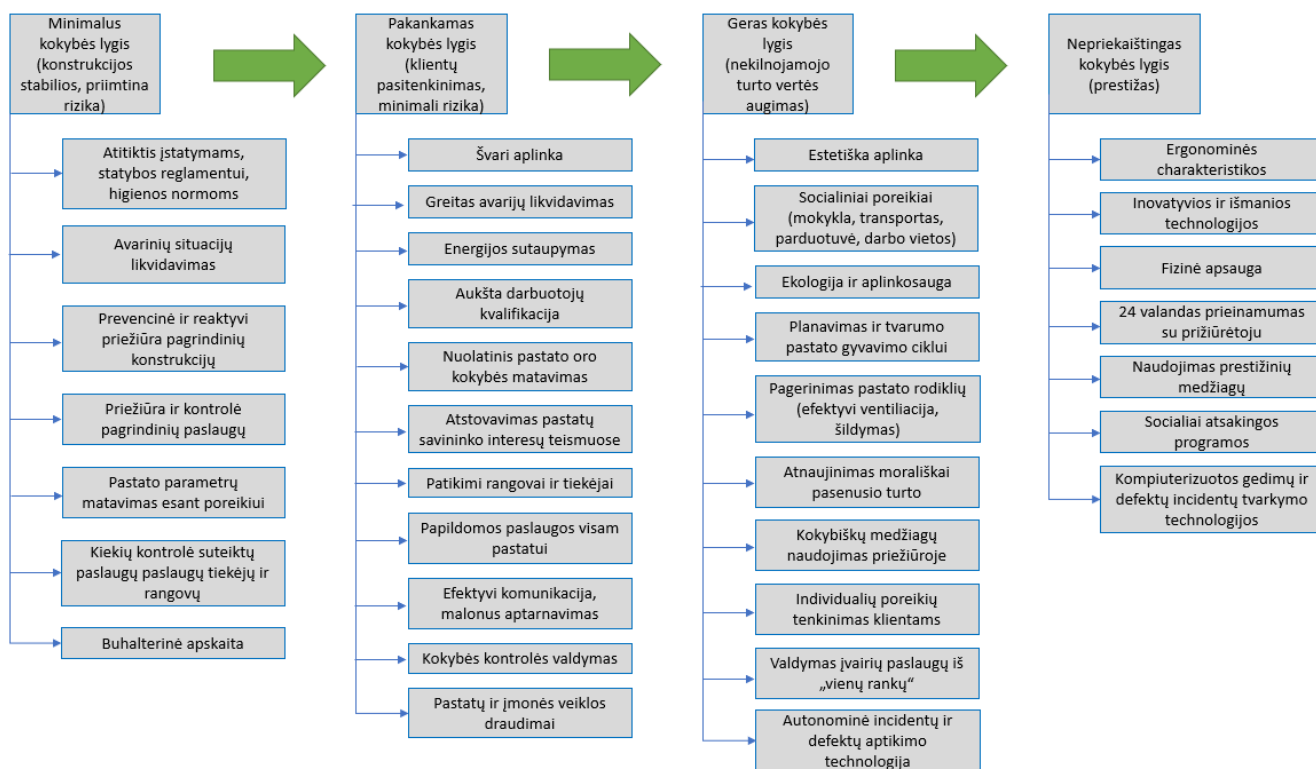
Terminas „efektyvumas“, tai kurios nors veiklos veiksmingumas ir rezultatyvumas, išreiškiamas ta veikla pasiekto rezultato ir sąnaudų jam pasiekti santykiu. Ūkinės veiklos analizėje skiriamas

technologinis ir ekonominis efektyvumai. Gamyba laikoma technologiškai efektyvia, jeigu taikant tam tikrą gamybos technologiją toks pat produkcijos kiekis pagaminamas mažesnėmis sąnaudomis (sunaudojama mažiau materialinių, finansinių, darbo ir kitų išteklių) arba su tais pačiais ištekliais didinama gaminamos produkcijos apimtis. Ekonominis efektyvumas – geresnių rezultatų pasiekimas mažesnėmis sąnaudomis (Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras, n. d.).

Bandant didinti vidutinį našumą ir gerinti kokybę turi būti sutelktas dėmesys ne tik į technologinę plėtrą, bet ir į nuolatinį tobulėjimą, bei procesų tobulinimą. Kadangi veiklos efektyvumas ir veiksmingumas (t. y. sistemų ar technologijų) yra esamų darbo jėgos žmogiškojo veiksnio savybių atspindys, produktyvumo ir kokybės lygiai nepagerės, jei žmogiškasis faktorius labai suprastės. Turėdami geresnes sistemas ir patobulintas technologijas, bet neturėdami darbo jėgos, įgijusios teigiamų žmogiškojo veiksnio savybių sistemai ir (arba) technologijai naudoti, esame pasiruošę ilgalaikiai nesėkmei. Jei iš tiesų mūsų ilgalaikis tikslas yra pasiekti kokių nors rezultatų produktyvumo ir kokybės gerinimo srityje, turime sukurti, įgyvendinti, stebėti ir pasitikėti žmogiškojo faktoriaus inžinerijos programomis (Adjibolosoo, 2017).

Kokybė

Galima išskirti keturis pagrindinius pastatų priežiūros kokybės lygius: minimalus, pakankamas, geras kokybės lygis ir aukščiausias kokybės lygis. Pirmojo lygio paslaugomis yra siekiama užtikrinti stabilią pastato būklę, nepriklausant nuo savininkų norų ar suvokiamos kokybės. Visi tolesni kokybės lygiai remiasi į savininkų poreikius ir lūkesčius (Lepkova & Ūselis, 2013).

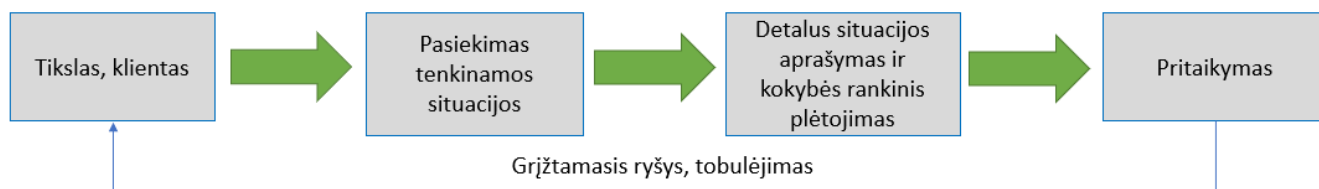


1.1 pav. Pastatų ūkio valdymo pagrindinės keturios kokybės grupės (Lepkova & Ūselis, 2013)

Esant blogai ekonominei situacijai, naudinga kiek įmanoma sumažinti techninės priežiūros mastą, tačiau vengti peržengti ribą, žemiau kurios pastato būklė blogėja greičiau ir trumpėja ekonomiškai naudingas naudojimo terminas. Vis dėlto nustatyti absoliučiai minimalių kriterijų nebus įmanoma, nes mažinant atskirų darbų apimtį, mažėja ir kitų paslaugų kokybė; todėl ypatingos svarbos kriterijai turi išlikti virš minimalaus lygio. Pavyzdžiui, purvino kilimo paklojimas laiptinėje gali atrodyti nereikalingas pinigų švaistymas. Tačiau jei jo atsisakoma, gerokai padidėja valymo išlaidos. Daugeliu atvejų gyvenamųjų namų savininkai, norėdami dar labiau sutaupyti, atsisako tam tikrų paslaugų ir priežiūros veiklą organizuoti savarankiškai. Ilgainiui toks sprendimas dažnai atneša didelių nuostolių, pavyzdžiui, atliekant valymo paslaugas, dėl netinkamai parinktų valymo priemonių sugadinami paviršiai (Lepkova & Ūselis, 2013).

Paslaugų kokybė, kuri gali būti apibūdinta tik ordinaciniais rodikliais (švaru, patenkinamo lygio švara, nešvaru), gali būti vertinama lyginamuoju vertinimu. Toks vertinimas sumažina klientų šališkumą ir nenuspėjamų kintamųjų (pvz., nuotaikos) įtaką kokybės vertinimui. 1.2 paveikslėlyje „Paslaugų kokybės valdymo grandis“ parodytas paslaugų kokybės pasiekimo procesas. Standartinis vertinimas idealiai tinka, pavyzdžiui, valymo paslaugoms vertinti. Kai patalpų švaros lygis atitinka kliento reikalavimus, ši būklė aprašoma naudojant minimalius ir objektyvius kriterijus, kurie yra mažiau šališki

ir kokybiškesni nei vertinimas, pagal paslaugų teikimo dažnumą. Kiekvieną kartą vertinti visus kokybinius kriterijus užtrunka ilgiau nei atlikti lyginamąją analizę (Lepkova & Ūselis, 2013).



1.2 pav. Paslaugų kokybės valdymo grandis (Lepkova & Ūselis, 2013)

Hester van Sprang ir Bernard Drion išskiria tris kokybės faktorius: techninė kokybė, funkcinė kokybė ir reliatyvi kokybė. Techninė kokybė yra susijusi su paslauga ar produktu, t. y. su tuo, kas pristatoma. Pavyzdžiui, valymo atveju techninė kokybė yra tai, kiek valymo rezultatas atitinka lūkesčius (Sprang & Drion, 2020).

Kalbant apie funkcinę kokybę, svarbiausia yra įvertinti: Koks buvo reakcijos laikas? Ar gedimas tinkamai išspręstas? Ar darbo vieta palikta tvarkinga?

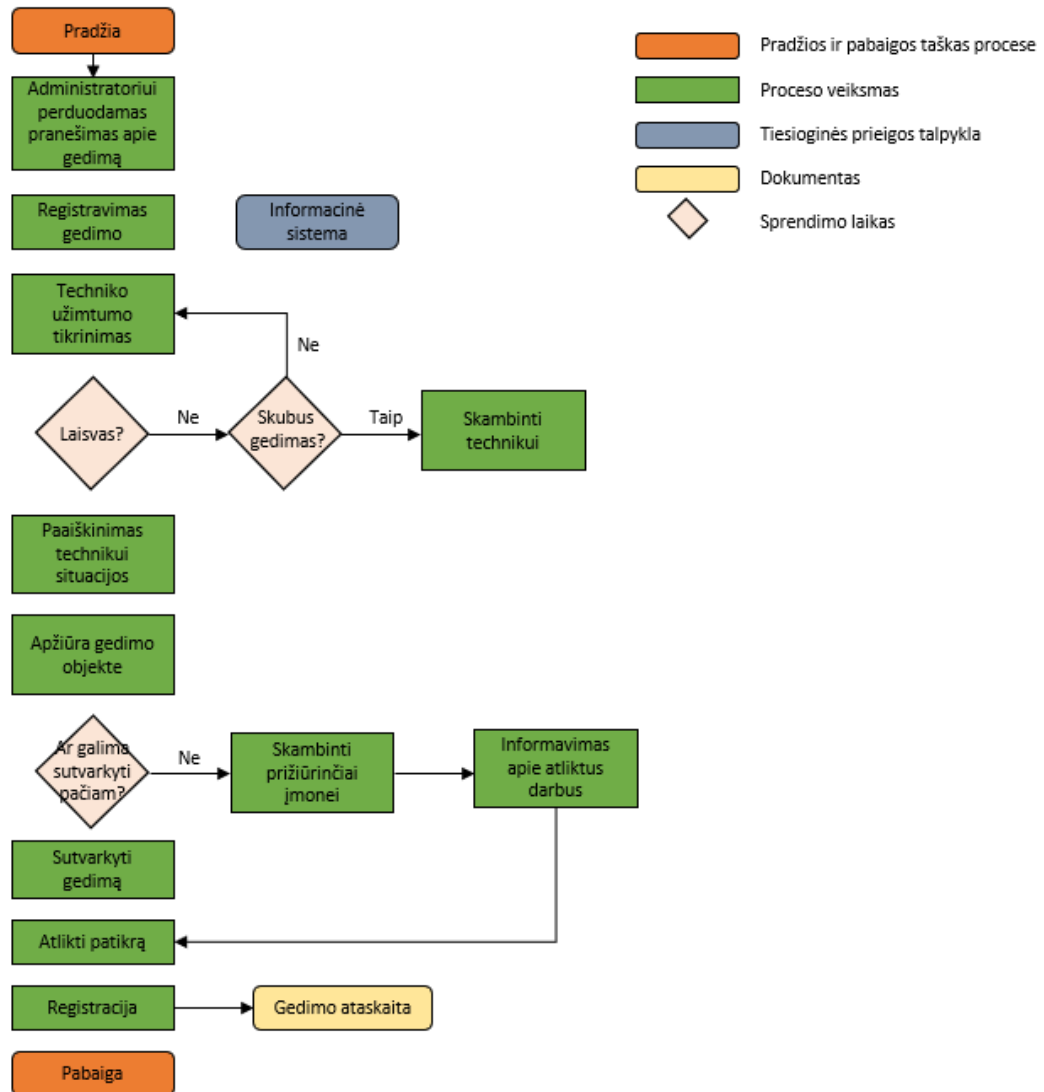
Reliatyvi kokybė susijusi su asmeniu, teikiančiu produktą ar paslaugą, kuris taip pat yra esminis patiriamos kokybės veiksnys. Jei yra tarp kliento ir paslaugos teikėjo intensyvus kontaktas, darbuotojas turi būti draugiškas, užjaučiantis klientą, kompetentingas ir pajėgus. Jei klientas jaučiasi gerai aptarnaujamas, tikėtina, kad santykių kokybė gera, žinoma, gali atsitikti ir priešingai. Nemalonus, nesuinteresuotas bendravimas gali lemti neigiamą kokybės suvokimą, net jei produkcija vis tiek yra puiki. Santykių kokybė taip pat išreiškiama laiku ir tinkamomis vadovybės ataskaitomis (Sprang & Drion, 2020).

Atliekamų darbų kokybė ir pastatų naudotojo pasitenkinimo lygis taip pat priklauso nuo to, kaip pateikiama užduotis aptarnaujančioms įmonėms. Norint, kad paslaugos kokybė būtų lengva išmatuoti, pastatų ūkio valdytojas turi pasirūpinti instrukcija darbų kokybei. Sukūrus tokią kokybės valdymo sistemą bus nesunku kontroliuoti gaunamas paslaugas bei tiekėjui lengviau apmokyti savo personalą, jog darbai būtų atliekami kokybiškai ir atitiktų pastatų savininko poreikius.

Paslaugų kokybė pastatų ūkio valdymo srityje yra svarbi, kadangi paslaugos teikiamos ne vienam užsakovui, o visiems tuo pastatu besinaudojantiems žmonėms. Todėl dažnu atveju pastabos dėl nekokybiškos priežiūros iškeliama kitų naudotojų pastatų ūkio valdytojui, kuris šias pastabas perduoda priežiūros įmonei. Tačiau ne visi darbai yra pastebimi paprastam pastato vartotojui. Todėl keliama reikalavimai aspektams, susijusiems su klientų ir naudotojų pasitenkinimo lygiu yra didesni.

1.4. Pastatų ūkio valdymo veiklos organizavimas, metodai ir procesai.

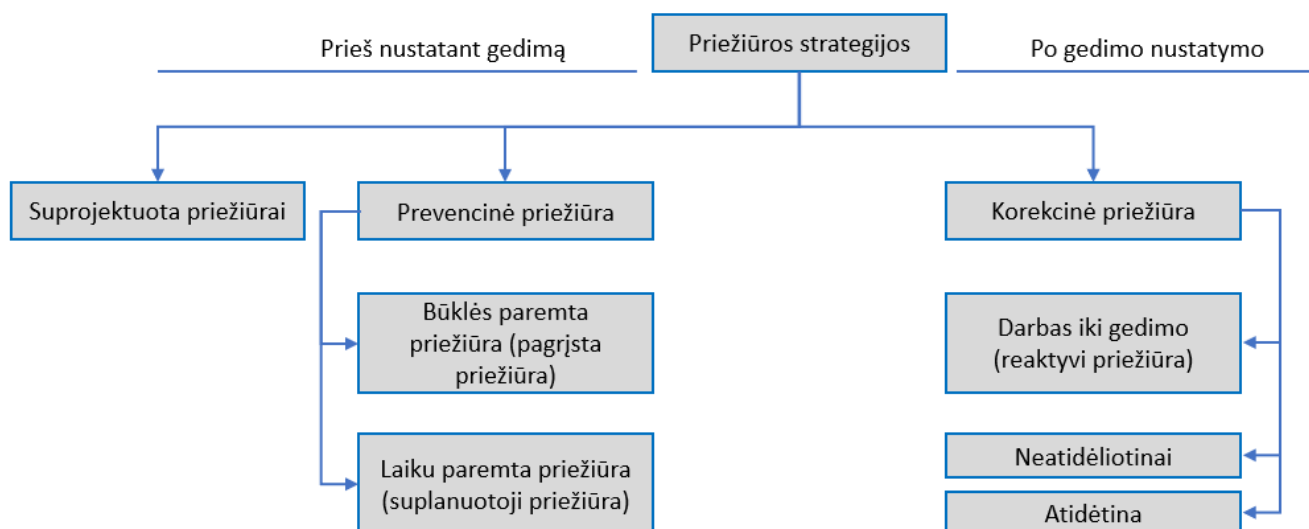
Pastatų priežiūroje dažnai tenka spręsti pastatų naudotojui kilusius įrangos gedimus. Tokiais atvejais pastatų ūkio valdytojas sprendžia atsiradusį darbų poreikį, pagal nurodytą procesą. (Sprang & Drion, 2020)



1.3 pav. Pastatų defektų ir įrangos gedimų sprendimo procesas (Sprang & Drion, 2020)

Techninė priežiūra apima visus veiksmus, reikalingus maksimaliai turto eksploatacinei būklei palaikyti. Veikla paprastai vykdoma pagal tam tikrą techninės priežiūros strategiją. Techninės priežiūros strategijos palaipsniui keitėsi nuo prevencinės techninės priežiūros iki projektinės ir bendros produktyvios techninės priežiūros. Kaip parodyta 1.4. paveikslėlyje „Pastatų priežiūros tipai pagal organizavimo tipą“, techninės priežiūros strategijų klasifikacija pagrįsta techninės priežiūros veiklos laiku ir įrangos gedimu. Koreguojamosios įrangos techninės priežiūros strategijoje, techninė priežiūra

atliekama tik įvykus gedimui. Tuo tarpu taikant prevencinę priežiūrą, techninė priežiūra atliekama iki gedimo atsiradimo (Mostafa et al., 2015).

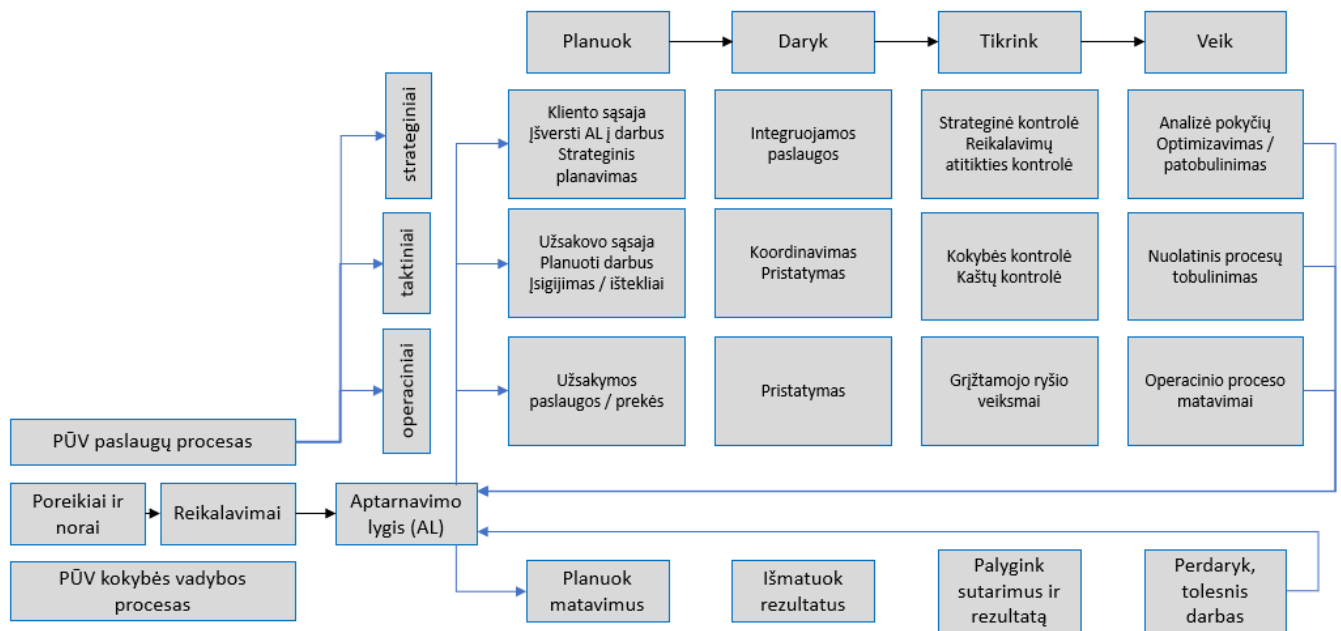


1.4 pav. Pastatų priežiūros tipai pagal organizavimo tipą (Mostafa et al., 2015)

Korekcinė priežiūra vadinama įrangos gedimais, avarijomis, gedimų šalinimu pagrįsta priežiūra (Márquez, 2007).

Prevencinė techninė priežiūra (angl. Preventive maintenance) atliekama pagal nustatytus kriterijus. Ja siekiama sumažinti įrangos gedimo tikimybę arba pabloginti elemento veikimą (Fouladgar, 2012).

DOM (angl. Design - out maintenance) daugiausia dėmesio skiria gaminio konstrukcijos tobulinimui, siekiant pašalinti priežastis, dėl kurių reikia atlikti techninę priežiūrą. DOM palengvina techninę priežiūrą gaminio gyvavimo ciklo metu (Waeyenbergh, 2004).

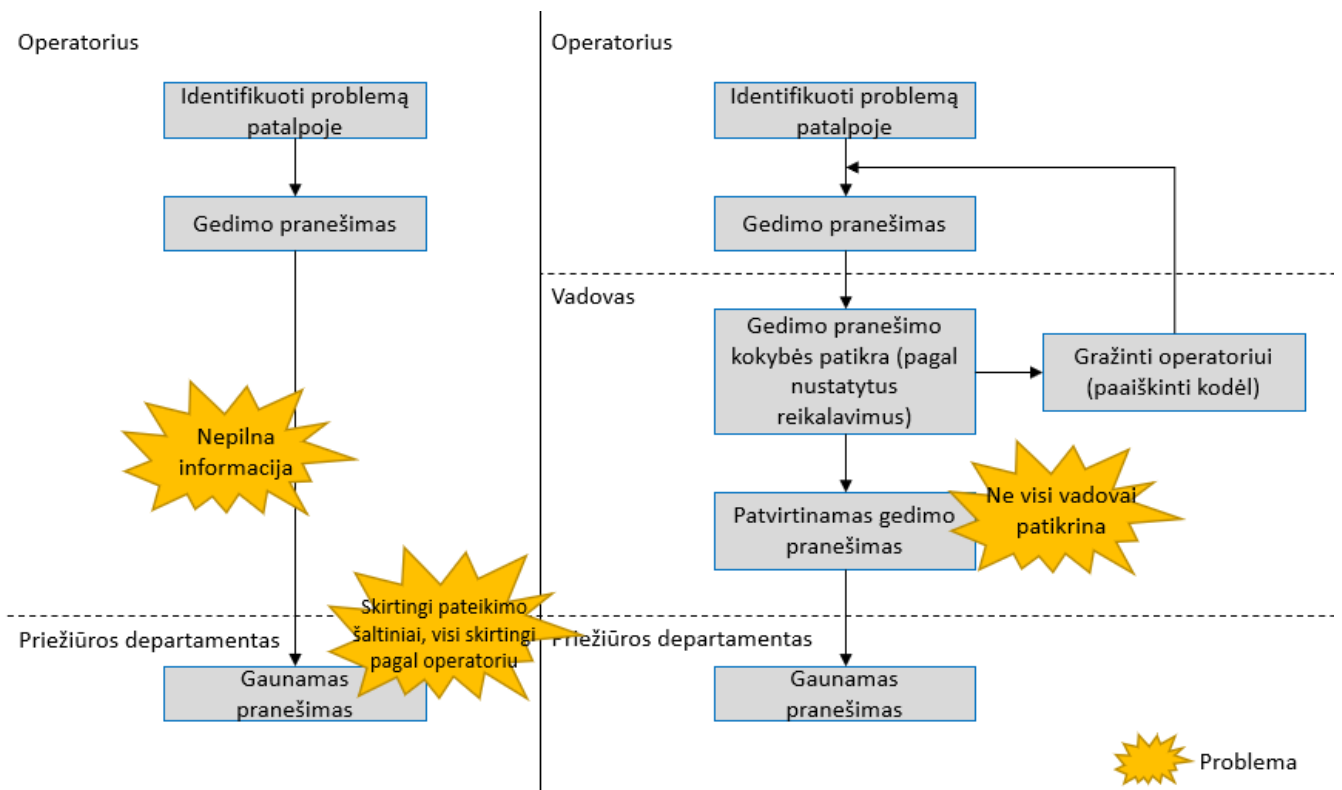


1.5 pav. Pastatų ūkio valdymo sistema (Waeyenbergh, 2004)

1.5. Pastatų ūkio valdymo problematika

Patalpų valdymo paslaugų kokybę išreiškia klientų pasitenkinimo rodikliai. Tačiau yra didelis atotrūkis tarp gyvenamųjų namų savininkų suvokimo apie patalpų valdymo paslaugas ir realaus jų poreikio. Šį atotrūkį lėmė tai, kad žmonėms sunku įžvelgti ilgalaikio planavimo naudą, taip pat ekonominiai motyvai. Nesant aiškių paslaugų kokybės kriterijų ir kokybiško pastatų priežiūros paslaugų teikimo, pasekmės ilgai lieka neaiškios. Nekilnojamojo turto savininkai dažnai primygtinai reikalauja taupyti išteklius ilgalaikio tvaraus pastato gyvavimo ciklo sąskaita. Nepaisant to, dėl sunkiai išmatuojamo pobūdžio, pastatų valdymas daugelio nekilnojamojo turto savininkų dažnai apibūdinamas kaip neišvengiama blogybė (Lepkova & Ūselis, 2013).

Dispersijos problema: didelis šaltinių skaičius. Daugelyje įmonių įdiegta kompiuterizuota techninės priežiūros valdymo sistema ir dauguma pranešimų pateikiama naudojantis šia sistema. Tačiau gausu „lygiagrečių sistemų“ atvejų. Taip atsitinka su pranešimais, kuriuos pateikia ne techninės priežiūros skyriai, o pavyzdžiui, kokybės, laboratorijos ir saugos skyriai, kurie gali naudoti kitas sistemas. Dėl to tolesni veiksmai techninės priežiūros proceso etape (atranka, planavimas, tvarkaraščių sudarymas ir kt.) tampa labiau sudėtingesniais, nes priežiūros specialistas turi atskirai tvarkyti šiuos pranešimus. Be to, dauguma pranešimų, kurie aplenkia IT sistemą, nėra stebimi įrangos istorijoje, todėl prarandama vertinga informacija (Blanco & Dederichs, 2018).



1.6 pav. Įrangos gedimo perdavimo atsakingiems asmenims procesai (Blanco & Dederichs, 2018)

Toliau pateikiamos aštuonių rūšių neefektyvi veikla ir pateikti tipiniai pavyzdžiais iš techninės priežiūros proceso (Blanco & Dederichs, 2018):

- perteklinė veikla, pavyzdžiui, techninė priežiūra atliekama dažniau nei reikia arba komponentai keičiami per anksti;
- netinkamas technologijų naudojimas, pavyzdžiui, replės vietoj veržliarakčio;
- laukimas, pavyzdžiui, laukimas, kol bus gautas leidimas atlikti darbą arba medžiagų ir/ar atsarginių dalių pristatymo laukimas;
- nereikalingas transportavimas, pavyzdžiui, įrankių ir priedų, kurie buvo laikomi netinkamose vietose arba išsiųsti į netinkamą vietą dėl planavimo klaidų;
- nereikalingas judėjimas, pavyzdžiui, ieškant įrankių ar dokumentų, prastas darbų koordinavimas ir sudėtingas leidimų darbams išdavimo procesas;
- didelis atsargų kiekis, pavyzdžiui, per didelis atsarginių dalių inventorių;
- perteklinė veikla taisant broką, pavyzdžiui, netinkamai atliktas techninės priežiūros darbas, kurį tenka atlikti iš naujo, atitinkamai brokuojant atsargines dalis ir medžiagas;
- nepanaudotas intelektas, pavyzdžiui, neatsižvelgimas į technikų grįžtamąjį ryšį.

Pasak Syed Abdul Haris bin Syed Mustapa ir Adnan Hamimah (Mustapa & Adnan, 2008), iššūkiai Malaizijoje, su kuriais susiduriama norint, kad pastatų ūkio valdymas būtų visapusiškai įdiegtas, slypi šiose srityse:

- nėra standartų, kuriais būtų galima įvertinti tiek tradicinės, tiek integruotos PŪV kokybės lygį ir efektyvumą. Kitas veiksnys, į kurį reikia nedelsiant reaguoti ir imtis veiksmų, yra lėtas atitinkamų PŪV standartų ar taisyklių reglamentavimas;
- vietos specialistų, galinčių nedelsiant reaguoti į įrangos gedimus, trūkumas, taip pat PŪV specialistų, galinčių patarti ar padėti įgyvendinti PŪV, trūkumas vietos rinkoje;
- kai kuriuose nekilnojamojo turto objektuose PŪV diegimas gali būti pavėluotas, dėl didelio nusidėvėjusių pastatų kiekio. PŪV gali padėti standartizuoti būsimą reikalingą techninės priežiūros paskirstymą, tačiau tai gali nepadėti sumažinti techninės priežiūros išlaidų, jei pastato paslaugų būklė yra prasta dėl anksčiau netinkamai vykdytos techninės priežiūros;
- Malaizija vis dar atsilieka PŪV būdingos programinės įrangos kūrimo srityje, todėl integruotos PŪV diegimas gali pareikalauti didelių pradinio išlaidų, nebent kompiuterizuotų programų būtų galima rasti vietinėje rinkoje. Dauguma pastatų valdytojų teigia, kad jų pelnas nėra toks didelis, kokio tikėtasi, todėl norint įsdiegti šią integruotą sistemą, reikalinga finansinė parama.

2. BIM TECHNOLOGIJOS IR LEAN METODO PANAUDOJIMO PŪV VEIKLOJE ANALIZĖ

2.1. Statinio informacinio modelio samprata

Statinio informacinis modelis (angl. Building information modeling, toliau - BIM) - tai skaitmeninis objekto fizinių ir funkcinių charakteristikų atvaizdavimas. Jis yra bendras informacijos šaltinis, kuriame kaupiama informacija apie objektą ir kuriuo remiantis priimami patikimi sprendimai per visą objekto gyvavimo ciklą nuo pat jo sukūrimo (National Institute of Building Sciences, 2022).

Pagal šią sampratą suprantama, kad BIM pritaikymas yra platus pastatų eksploatacijoje ir statyboje. BIM yra kaip viena didelė duombazė, archyvas su pastatu susijusia dokumentacija, instrukcijomis, visais inžineriniais tinklais ir 3D atvaizdavimu. Svarbu pabrėžti, kad BIM modelis pagrįstas atvirais standartais, taip užtikrinama, jog būtų galimybė sąveikauti su kitomis programinėmis įrangomis.

BIM taikymo sritis apima nuo mažiausios dalies iki viso statinio ar statinių portfelio vaizdo, o taip pat ir nuo objekto gyvavimo ciklo pradžios (National Institute of Building Sciences, 2022).

2003 m. Bendrųjų paslaugų administracija (angl. General Service Administration, toliau - BSA) Viešųjų pastatų tarnybos (angl. Public Buildings Service) vyriausiojo architekto biuras (angl. Office of the Chief Architect) sukūrė Nacionalinį 3D-4D-BIM modelio standartą.

3D-4D-BIM modelio standartas - tai trys atskiri, bet susiję būdai, kuriais kompiuterinės technologijos gali padėti BSA valdyti savo objektus per visą projekto gyvavimo ciklą. 3D geometriniai modeliai - tai geometrinis pastato atvaizdavimas, komponentai, kurie paprastai naudojami kaip pagalbinė vizualizavimo ir projektavimo bei statybos koordinavimo priemonė. 4D modeliai (3D + laikas) apima informacija, kuri gali padėti informuoti ir analizuoti projekto etapiškumą, nuomininkų eiliškumą ir statybos darbų grafiką. Pastato informacija modeliai (BIM) apima ne tik 3D geometrinius modelius (todėl gali tiesiogiai generuoti 2D ir 3D brėžinius), bet ir taip pat konkretesnę informaciją apie įvairius su pastatu susijusius pastato elementus ir sistemas (pvz., sienų tipus, erdves, oro tvarkymo įrenginius, geometriškai proporcingą informaciją ir cirkuliacines zonas) (General Services Administration, 2007).

2.2. Statinio informacinio modelio pritaikymas

BIM taikymas apima įmonės socialinių, technologinių ir kultūrinės aplinkos pokyčių įgyvendinimą, t.y. taikant BIM svarbu tiek naudojamos technologijos, tiek patys žmonės ir jų darbo procesai. BIM technologija automatizuoja informacijos surinkimo, apdorojimo, sisteminimo, saugojimo ir naudojimo procesą, t.y. visą objekto projektavimo, vykdymo ir valdymo procesą, todėl BIM taikymas

vyksta tam tikrais etapais: komandos formavimas, BIM taikymo vizijos ir tikslų nustatymas, modeliavimas, modelio taikymas, grįžtamasis ryšys (UAB "AGA CAD", n. d.).



2.7 pav. Statinio informacinio modelio pritaikymo eiga ir tikslai (UAB "AGA CAD", n. d.)

Kaip nurodoma šiame šaltinyje BIM įdiegimas į statybos procesą palengviną visą duomenų, informacijos apdorojimo procesą. BIM naudos ir panaudojimas persikelia ir į pastato eksploatacijos laikotarpį. Tačiau vien tik BIM technologijos taikymas neatneša naudos visam statybos procesui, kadangi reikalingas ir atsakingas asmuo, kuris galėtų prižiūrėti visą procesą ir atlikti reikiamus veiksmus, jog nebūtų padaryta klaidų ir būtų užtikrinamas visų veiksmų atlikimas. Šį proceso koordinatorių būtų galima prilyginti techninės priežiūros specialistui, prižiūrinčiam statybos procesus darbų aikštelėje.

BIM pritaikymas galimas keliais lygiais, kaip nurodoma 2.7 paveikslėlyje „Statinio informacinio modelio pritaikymo eiga ir tikslai“. Galimi keturi pritaikymo lygiai, kurie atsirado dėl nuolatinio BIM technologijos taikymo tobulėjimo ir platesnės integracijos.

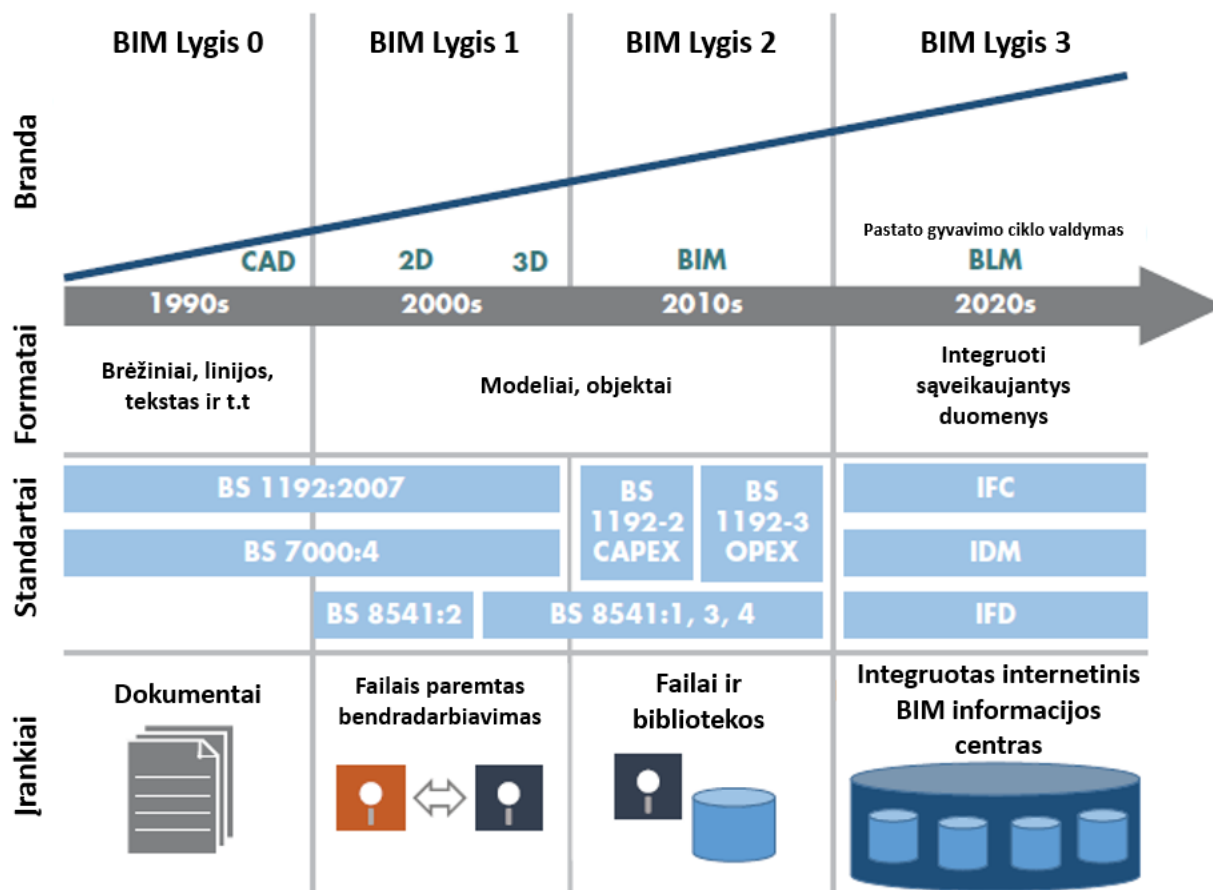
Nulinis lygis, kai BIM technologija nėra taikoma. Tokiu darbo principu dirbama su popieriniais brėžiniais ar su skanuota brėžiniu kompiuterine versija. Tokiu principu dirbančių įmonių neliko, kadangi tai neefektyvu ir įmonės jau peržengė į aukštesni skaitmenizavimo lygį.

Pirmajame lygyje yra didesnė dalis įmonių. Pagal šį lygį duomenys keičiami iš bendros duomenų aplinkos, kurią valdo rangovas (brėžiniai pagrindu 2D CAD, tačiau naudojama ir 3D CAD modeliai).

Antrajame lygmenyje pradedamas BIM taikymas. Pagrindu pradedamas bendradarbiavimas ir dalinimasis informacija tarp suinteresuotų šalių. Projektuojama bendru failų formatu, todėl galima lengvai sujungti atskiras projekto dalis į vieną failą. Tam, kad būtų sukurtas bendras BIM modelis, visi

projektuotojai privalo naudotis CAD programine įranga, kuri gali eksportuoti į bendrą IFC (angl. Industry Foundation Class, toliau - IFC) arba COBie (angl. Construction Operations Buildings, toliau - COBie) formatą.

Trečiasis lygis, dar vadinamas atviruoju BIM, pradėtas taikyti vėliausiai ir tik maža dalis įmonių yra pritaikiusi šį BIM modelį. Pagal šį metodą visų sričių projektuotojai dirba bendrame projekto modelyje, kuris yra saugomas centralizuotoje saugykloje (duombazėje ar debesų saugykloje). Prie pagrindinio modelio visi suinteresuoti asmenys gali prieiti, jį keisti, taip pašalinama rizika, dėl darbo skirtingose projekto versijose (Rafael Sacks, 2018).



2.8 pav. Statinio informacinio modelio sistemos pritaikymo lygiai (Rafael Sacks, 2018)

Konceptualiai 3 lygio BIM atlieka gyvavimo ciklo platformos vaidmenį, suteikdamas vieną informacijos šaltinį, kuris leidžia projekto dalyviams atlikti užklausas, peržiūrėti ir pakartotinai naudoti esamą informaciją. Naudojant dabartines komercines technologijas ir praktiką, informaciją vis dar generuoja ir tvarko kelios sistemos ir kelios šalys skirtingais projekto etapais. Todėl labai svarbu turėti duomenų sąveikos ir integracijos technologijas, kurios gali sumažinti duomenų praradimą duomenų keitimosi, dalijimosi ir integracijos procesų metu. Vienas iš metodų yra keitimasis duomenimis, naudojant standartinį duomenų formatą, pavyzdžiui, IFC. Kitas būdas - integruota vieno projekto

duomenų saugykla, pavyzdžiui, debesų kompiuterija pagrįsta sistema. Trečias būdas - federacinė arba paskirstyta duomenų bazė. Duomenų mainai naudojant patentuotus failų formatus arba tiesiogines duomenų sąsajas tarp skirtingų sistemų per taikomųjų programų sąsają (API) taip pat yra įprastas praktikoje taikomas metodas (Rafael Sacks, 2018).

BIM pagrindinis privalumas - informacijos mainai ir vientisas projekto rengimas, kai visų rengiamos projekto dalys yra lengvai integruojamos ir visų projektų suma lengvai patikrinama vizualiai dėl galimų klaidų. BIM statyboje taip pat gali būti pritaikomas, siekiant valdyti statybų eigą ir medžiagų užsakymą laiku, kai medžiagos pristatomos tą dieną, kai vykdomi darbai, tai vadinama 4D. Statyboje pritaikius 5D BIM, galima valdyti statybos kaštus ir kokybę.

4D modelis - tai nuo laiko priklausantis BIM modelis, kuriame objektai susiejami su statybos plano veiklomis. 4D modeliai gali būti vertinami kaip animacijos, o susidūrimų patikros gali būti atliekamos bet kuriuo laiko momentu, siekiant nustatyti erdvėlaikio konfliktus tarp nuolatinių ir (arba) laikinų objektų (pvz., kranų, pastolių) (Rafael Sacks, 2018).

5D modelis - tai nuo sąnaudų priklausantis BIM modelis, kuriame biudžeto eilutė ir elementai yra susieti su konkrečiomis išmatuojamomis modelio objektų savybėmis. Tikslas - susieti biudžeto straipsnius su modelio objektais, kad ateityje būtų galima prognozuoti, o faktinės išlaidos gali būti stebimos atsižvelgiant į BIM modelį (Rafael Sacks, 2018).

2.3. Statinio informacinio modelio projektavimo programinė įranga

Taikant BIM projektavimą yra reikalinga programinė įranga, kuri gali būti tiesiogiai naudojama projektuoti 3D statinio modelį arba kaip pagalbinis BIM taikymui įrankis. Programinė įranga skirstoma į BIM platformą ir BIM įrankius, o jų visuma yra BIM aplinka.

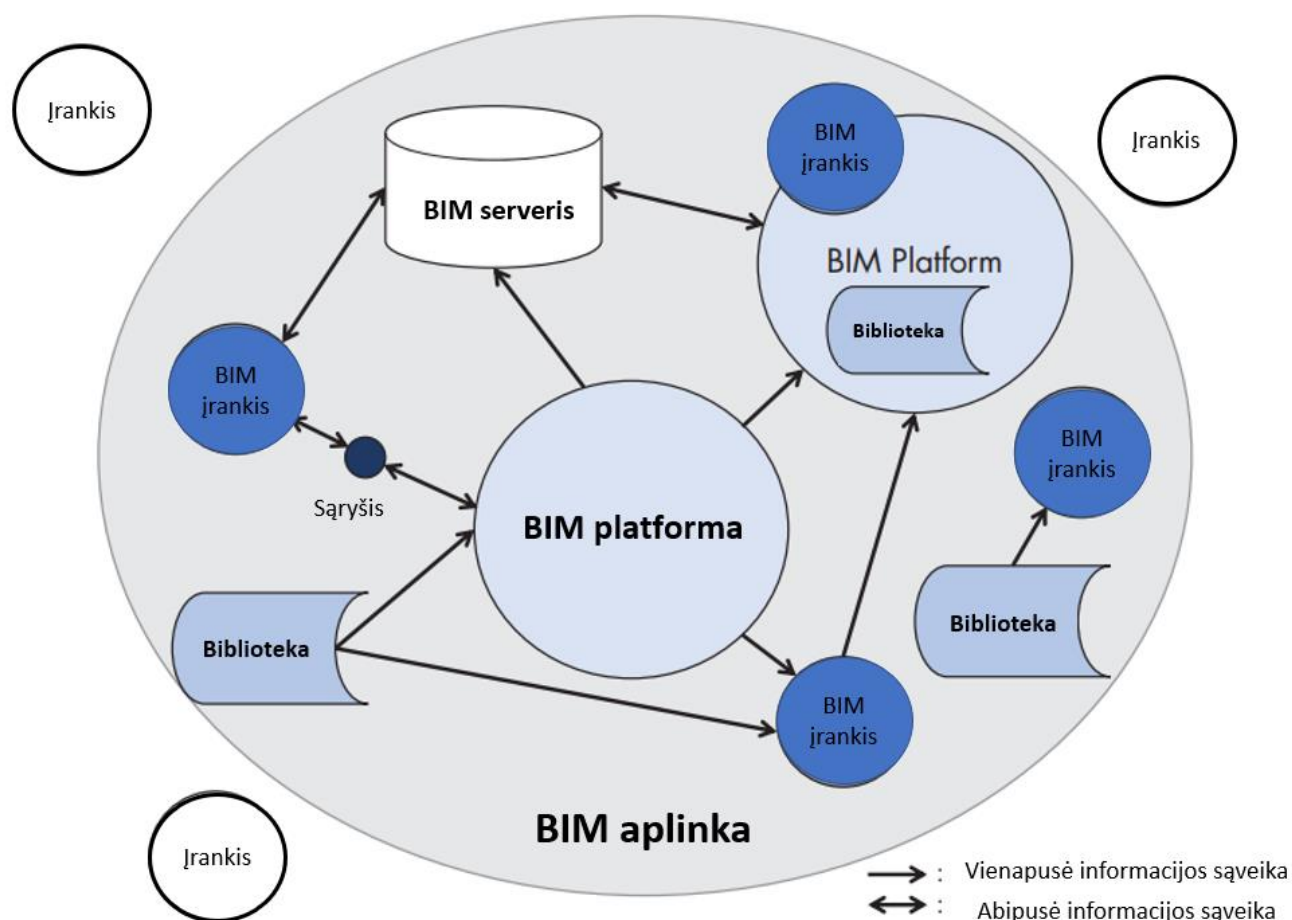
BIM platforma - pagrindinė BIM informacijos generavimo priemonė, turinti funkcijas, skirtas modelio vientisumui palaikyti, remiantis parametrinio ir objektinio modeliavimo galimybėmis, kurioje pateikiamas pirminis duomenų modelis, talpinantis informaciją iš įvairių BIM programų, pavyzdžiui: ArchiCAD, Revit, Tekla Structures, Vectorworks (Rafael Sacks, 2018).

BIM įrankis - BIM informacijos siuntėjas, gavėjas ir tvarkytojas, naudojamas BIM procese kartu su BIM platformomis. Pažymėtina, kad daugelis iš šių įrankių apskritai negali būti laikomi BIM įrankiais, išskyrus tuos atvejus, kai jos naudojamos BIM proceso aplinkoje, pavyzdžiui: išlaidų apskaičiavimo įrankiai, planavimo įrankiai ir „Excel“ programa pagrįsti inžineriniai įrankiai, kurie neapima geometrinių apibrėžimų ir yra tekstiniai (Rafael Sacks, 2018).

BIM aplinkos duomenų valdymo struktūra ir sąveika tarp visų BIM įrankių ir platformų turi sąveikauti abipusiais ryšiais arba tik viena kryptimi. Kadangi ne visi duomenys gali būti kaupiami BIM

platformos modelyje, todėl yra reikalingi virtualūs duomenų archyvai, kuriuose galima kaupti kito formato duomenis apie projektą. Visai BIM aplinkai funkcionuoti reikalingas serveris. Kaip atvaizduota 2.9. paveikslėlyje „Statinio informacinio modelio programinės įrangos sąveika tarpusavyje“, BIM aplinkoje gali būti panaudota ne viena BIM platforma, kadangi šios programinės įrangos nėra pritaikytos visoms projekto dalims, kai kurios programinės įrangos yra labiau specializuotos į vieną kryptį.

Naudojant kelias platformas ir kelius duomenų modelius, reikia papildomų duomenų valdymo ir koordinavimo lygių. Šiose platformose ir duomenų modeliuose reikia stebėti ir koordinuoti bendravimą tarp žmonių ir tarp kelių platformų. BIM aplinka taip pat suteikia galimybę perkelti daug platesnių formų informaciją nei vien tik modelio duomenys, pavyzdžiui, vaizdo įrašus, vaizdus, garso įrašus, elektroninius laiškus ir daugybę kitų informacijos formų, naudojamų valdant projektą. BIM platformos nėra pritaikytos tokiai įvairiai informacijai tvarkyti. BIM serveriai yra nauji produktai, skirti BIM aplinkai palaikyti. Be to, BIM aplinka apima objektų ir mazgų bibliotekas, skirtas pakartotiniam naudojimui, sąsajas su organizacijos palaikomomis taikomosiomis programomis ir sąsajas su įmonės valdymo ir apskaitos sistemomis (Rafael Sacks, 2018).



2.9 pav. Statinio informacinio modelio programinės įrangos sąveika tarpusavyje (Rafael Sacks, 2018)

Pasak profesoriaus Rafaelio Sackso (Rafael Sacks, 2018) svarbus aspektas yra jų integravimo į BIM aplinką patogumas. Priimant sprendimus dėl taikymų būtina suprasti naujas technologijas ir naujus organizacinius įgūdžius, o vėliau šių įgūdžių išmokti ir juos valdyti. Šie iššūkiai ilgainiui gali sumažėti, nes mokymosi kreivė ir su BIM naudojimu susijusi praktika vis labiau įsitvirtins organizacijose. Autorius akcentuoja, kad BIM projektavimo taikomųjų programų funkcionalumas greitai keičiasi ir svarbu atsižvelgti į dabartinių versijų apžvalgas „AECBytes“, „Cadalyt“, „BIM Hub“ ar kituose AEC kompiuterinio projektavimo žurnaluose.

Programinės įrangos skiriasi pagal jų pritaikymą, nes visos jos turi savų pranašumų. Šiuo metu rinkoje yra nemažas pasirinkimas programinės įrangos. Galima rasti daugiau nei 30 skirtingų tiekėjų siūlomų produktų. Tačiau programinė įranga nėra vienoda ir vienas produktas netinka visiems BIM poreikiams tenkinti. BIM programinė įranga yra įvairių funkcijų. Kai kurios turi išplėstines funkcijas, o kitos sukurtos konkrečioms pramonės šakoms. Taigi, naudodamiesi projekto vizualizacijomis ir architektūra, galime matyti visą projektą dar efektyviau pradėdami statybas, BIM išskiriami į šiuos tipus (Construction Placements, 2023):

- geografinis statinio informacinis modeliavimas;
- statinio informacinis modeliavimas;
- betoninių konstrukcijų pastatų informacinis modeliavimas;
- surenkamojo betono pastatų informacinis modeliavimas;
- statybos valdymo statinio informacinis modeliavimas;
- architektūrinis pastato informacinis modeliavimas;
- MEP (mechaninė, elektros ir santechnikos) pastato informacinis modeliavimas;
- infrastruktūrinis pastatų informacinis modeliavimas.

2.4. Statinio informacinio modelio pritaikymas pastatų ūkio valdyme

Integruojant BIM su pastato eksploatavimo ir valdymo sistemomis yra galimybė lengviau valdyti pastatą ir jo inžinerines sistemas (Rafael Sacks, 2018), pavyzdžiui, pastato informacinis modelis padeda stebėti realiuoju laiku veikiančias valdymo sistemas, nes jis suteikia sąsają su jutikliais ir nuotoliniu įrenginių valdymu. Daugelis šių galimybių dar tik pradedamos diegti, tačiau BIM yra ideali platforma joms diegti.

Taip pat BIM turi perspektyvą įdiegiant papildytą realybę sistemų eksploatavimui pastatuose. Pasak Kathy Roper ir Richard Payant, naujesnės technologijos žada integruoti papildytąją realybę - naudoti BIM technologiją su objektų atpažinimu realiuoju laiku, sluoksniuojant modelį su realiu

informacijos pateikimu, kurią žiūrima kartu, su mobiliosiomis technologijomis, kad pastatų ūkio valdymo darbuotojai turėtų prieigą prie patobulintos diagnostinės informacijos lauke (Roper & Payant, 2014). Tai padėtų pagerinti laiką ir atliekamų darbų tikslumą planiniams darbams, kuriuos galima suplanuoti iš anksto. Tokiu būdu įmonė taupytų darbo kaštus priežiūros darbams atlikti.

Pasak Ashworth ir kitų (Ashworth, Druhmman, & Streeter, 2019) BIM įdiegimas ir pritaikymas eksploatacijos laikotarpiu suteikia didelę naudą informacijos ir duomenų srautui valdyti, tačiau jei pateikiama daug vertingų duomenų ir jie yra nestruktūrizuoti, tai nepatyrusiems vartotojams sudaryti vaizdą, jog BIM neatliepia tikėto rezultato. Norint organizacijoje pasiekti duomenis lengviau reikia užtikrinti, kad BIM modeliai turėtų sąsajas su atviro kodo duomenų schemomis, tokiomis kaip: IFC, COBie ir modelio vaizdo apibrėžimas (angl. Model View Definition, toliau - MVD). Norint turėti aukštos kokybės pastatyto statinio duomenis, reikia įdiegti procesus, kad šie duomenys būtų gaunami gerai struktūrizuoti ir lengvai apdorojami ir perkeliama į kitas sistemas. „COBie yra nepatentuotas duomenų formatas, skirtas skelbti statinio informacinių modelių poaibį, kuriame daugiausia dėmesio skiriama turto duomenims, o ne geometrinei informacijai, pateikti“ (Stephen, 2018).

Ieškant BIM integracijos galimybių į pastatų valdymo sistemas (toliau – PVS) reikalinga supranti šių sistemų veikimą. Kaip paaiškina Tanveer (Inamdar, 2021) pastatų valdymo sistema veikia kartu su davikliais esančiais pastatuose, kurie matuoja gyvus parametrus objekte. PVS yra nustatomos norminės ribos šiems parametrams ir jei yra nuokrypis ši sistema automatiškai gali informuoti darbuotojus, bei saugoti šiuos duomenis duombazėje. Privalumai naudojant šią sistemą, jog defektai bus užfiksuojami greičiau ir taip bus padidintas reakcijos laikas į šiuos signalus. Matant gyvus parametrus ir sekant nuokrypius nuo nustatytų verčių, organizacijoms leidžia sutaupyti lėšų, nustatant ekonomiškiausius pastato šildymo, vėdinimo ar kondicionavimo sistemos parametrus.

2020 m. Hoang (Hoang, 2020) atliko tyrimą Vietnamo pastatų ūkio valdymo srityje pritaikė BIM technologiją. Kaip nurodo autorius, pastatų informacinis modelis gali būti pritaikytas pastatų ūkio veikloje šioms sritims:

- kasdienės operacijos susijusios su pastatų veikla;
- energijos suvartojimo valdymas;
- pavojingų atliekų ir rūšiavimas;
- nekilnojamojo turto valdymas;
- komunikacija tarp daviklių objekte;
- patalpų planavimas;
- ekstremalių situacijų planavimas;

- pastatų priežiūra ir remontas;
- apsaugos sistemų valdymas;
- administracinių poreikių vykdymas organizacijos viduje.

2018 m. buvo atliktas tyrimas kurio metu buvo apklausti 37 respondentai turintys korporatyvinę narystę IFMA Lagos valstijos, Nigerijoje. Iš apklaustųjų 31 buvo gautas ir pripažintas tinkamu analizei, tai sudaro apie 83,78 proc. objektų valdymo įmonių, turinčių korporatyvinę narystę IFMA Lagos valstijoje, Nigerijoje. Tyrimo tikslas buvo apklausti ekspertus apie BIM pritaikymą pastatų ūkio valdyme ir kokią naudą BIM duoda organizacijoms. Klausimyną sudarė 8 klausimai susiję su BIM naudomis Pastatų ūkio valdymo veikloje, respondentams reikėjo ją įvertinti pagal penkių balų Likerto skalę: labai nereikšminga, nereikšminga, neutrali, reikšminga ir labai reikšminga. Atlikus tyrimą, galima pastebėti, kad didžiausią reikšmingumą gavo trys BIM teikiamos naudos: proaktyvus valdymas, padidintas darbo efektyvumas, sumažintas duomenų ieškojimo laikas ir sąnaudos. Taip pat svarbų reikšmingumą išskyrė pagerintas inventoriaus ir įrangos valdymas, sumažintas įrangos gedimų skaičius, ilgesnis įrangos tarnavimo laikas ir lengvesnis erdvės planavimas. Mažiausia reikšmė buvo skirta komunalinių išlaidų sumažinimui, kadangi puse apklaustųjų nematė didelės įtakos pritaikius BIM (Olapade & Ekemode, 2018).

2.1 lentelė. BIM panaudojimo PŪV srityje prioritetinga eilutė (Olapade & Ekemode, 2018)

BIM teikiamos naudos	Maža įtaka dažnumas (%)	Nereikšminga įtaka, dažnumas (%)	Neutrali įtaka, dažnumas (%)	Reikšminga įtaka, dažnumas (%)	Labai reikšminga įtaka, dažnumas (%)	Vidurkis	Rangas
Proaktyvus valdymas	0	0	4 (13.3)	7 (23.3)	19 (63.3)	4.50	1
Padidintas darbuotojų efektyvumas	0	0	8 (26.7)	8 (26.7)	14 (46.7)	4.20	2
Sumažintas PŪV duomenų perdavimo laikas	0	0	8 (26.7)	13 (43.3)	9 (30.0)	4.03	3
Pagerintas įrangos ir inventoriaus valdymas	0	0	6 (20.0)	19 (63.3)	5 (16.7)	3.97	4
Sumažintas įrangos gedimų skaičius	0	0	8 (26.7)	17 (56.7)	5 (16.7)	3.90	5
Ilgesnis tarnavimo laikas įrangos, turto	0	0	9 (30.0)	20 (66.7)	1 (3.3)	3.73	6
Erdvių ir judesių planavimas	0	0	1 (40.00)	16 (53.3)	2 (6.7)	3.67	7
Sumažinti komunalinių išlaidų kaštai	0	0	15 (50.0)	14 (46.7)	1 (3.3)	3.53	8

Nors dauguma respondentų apklausoje įvardino didelę vertę kuriančius privalumus naudojant BIM pastatų ūkio valdymui, tačiau tik nedidelė dalis respondentų įmonėse naudoja BIM pastatų eksploatacijos

laikotarpiu. Autorius (Olapade & Ekemode, 2018) taip pat detaliau peržiūrėjus rezultatus, nustatė kad dvi įmonės naudojančios BIM, yra didžiausios, kurias sudaro daugiau nei 50 darbuotojų. Tad galima daryti prielaidą, kad PŪV įmonių dydis gali lemti BIM naudojimą PŪV srityje.

2.2 lentelė. BIM panaudojimo PŪV veikloje apklausos rezultatai (Olapade & Ekemode, 2018)

PŪV organizacijos	Dažnumas	(%)
Organizacijos naudojančios BIM savo veikloje	2	6.45
Organizacijos nenaudojančios BIM savo veikloje	29	93.55
Bendrai	31	100

2.5. Statinio informacinio modelio privalumai ir trūkumai

BIM privalumai

BIM taikymas buvo lėtas pirminiuose diegimo žingsniuose, kadangi ne visi buvo užtikrinti BIM nešamomis naudomis užsakovui, projektuotojui, rangovui ir galiausiai pastatų priežiūrą vykdančioms įmonėms. Remiantis 2020 m. atliktu tyrimu, kuriame buvo nagrinėjama BIM naudos įtaka Malaizijos statybų sektoriaus suinteresuotųjų šalių sprendimui dėl BIM diegimo, rezultatai atskleidė, kad statybos bendrovių BIM diegimo tendencija yra labai maža. Taigi, statybų pramonei būtina skatinti BIM, atsižvelgiant į praktikų susidomėjimą. Malaizijoje atlikta aprašomąją analizę, buvo nustatyta, kad suinteresuotųjų šalių sprendimui reikšmingi septyni svarbūs BIM privalumai: padidintas našumas ir efektyvumas, įvertintas laikas ir sąnaudos, susijusios su projekto keitimu, pašalintos projektavimo klaidos, pagerintas bendravimas ir palaikoma bendra komunikacija, integruotas statybos darbų grafikas ir planavimas, nustatyta su laiku susijusios klaidos, stebimas ir sekamas statybos procesas. Šie privalumai turėjo didelės įtakos specialistų sprendimui stiprinti tarpusavio pasitikėjimą, pagarbą ir asmeninius įsipareigojimus bendradarbiauti, anksti įsitraukti ir dalyvauti kartu su kitomis projekto komandomis, anksti pasirinkti ir susikurti gebėjimus naudoti tinkamas BIM programinės įrangos priemones užduočiai atlikti (Al-Ashmori, et al., 2020).

Rafaelis (Rafael Sacks, 2018) BIM privalumus įvardina visiems pastato gyvavimo, projektavimo etapams:

- projektavimo etape - optimizavimas pastato, kad būtų pasiektas ilgesnis gyvavimo ciklas, didesnis pastato našumas, sklandesnis bendradarbiavimas projekto įgyvendinime, lengvesnis ir tikslesnis projekto biudžeto planavimas;

- statybos etape - atitikimas nustatyto statybos biudžeto, numatyta kokybei ir darbai atliekami laiku, galimybė naudoti BIM ruošinių gamybai, tikslūs medžiagų žiniaraščiai, LEAN statybos metodų įgyvendinimas;

- eksploatacijos etape - sumažintos eksploatacinės sąnaudos, rizikos, pagerintas pastato naudojimo efektyvumas, geresnis patalpų valdymas, inžinerinių sistemų patobulinta informacija apie įrenginius;

- rekonstrukcijos ar nugriovimo etape - optimizuotas atnaujinimo projektas apskaičiuojant gyvavimo ciklo prailginimą, užtikrinamas saugus pastato išmontavimas.

Kaip nurodo Teicholz (Teicholz, 2013), naudodami informacinį statinio modelį pastatų ūkio valdymui pasiekiamas darbo efektyvumas ir suteikiami šie privalumai:

- visa sukaupta informacija apie statinius gali būti lengvai perkelta į pastatų ūkio valdymo informacines sistemas, taip išvengiama duomenų apdorojimo kaštų;

- projektavimo metu visas pastatas su inžinerinėmis sistemomis, įrenginiais, elektros instaliacija, nuotekų sistema yra sudėta į vieną modelį. Ši informacija atlikus darbus yra atnaujinama įrenginių serijiniais numeriais ir įrenginio eksploataavimo instrukcijomis. Tad tai padeda darbuotojams suprasti kaip naudotis ir prižiūrėti pastate esančią įrangą;

- technikai dirba efektyviau, kadangi gali geriau pasiekti informaciją, kai ji yra reikalinga. Nereikia kitiems darbuotojams ieškoti dokumentų, brėžinių archyvuose ar duombazėse;

- sumažinami pastato vandens ir energetinių išteklių suvartojimai. Tai pasiekama per efektyvesnę pastatų priežiūrą, prevencinius veiksmus, kadangi įranga veikia efektyviau kai ji yra tinkamai prižiūrima;

- sumažintas įrangos gedimų skaičius ir avarinių remonto skaičius;

- pagerintas sandėlio likučių planavimas eksploatacinėms ir remonto dalims;

- įrangos veikimo laikas ilgesnis, nei prieš tai panaudojant informaciją geresnei prevencinei priežiūrai, todėl nutinka mažiau gedimų ir įranga tarnauja ilgiau.

Panašios išvados buvo prieita ir 2020 m. Hoang (Hoang, 2020) atlikto tyrimo metu, kai Vietnamo pastatų ūkio valdymo srityje buvo pritaikyta BIM technologija. Autorius nurodo, kad pagrindiniai privalumai taikyti BIM pastatų ūkio valdymo srityje dar nėra pilnai išanalizuoti, tačiau jo pastebėti privalumai buvo šie:

- geresnis bendradarbiavimas;
- tikslesnė informacija iš duomenų sistemos;
- automatiškai atnaujintas pastato modelis;
- padidintas darbuotojų produktyvumas ir efektyvumas;
- lengvesnis duomenų pasiekimas;

- sumažintas reakcijos laikas į užduotis;
- daugiau proaktyvios priežiūros;
- didesnis pasiruošimas į avarijas ar gedimus;
- didesnis darbuotojų įsitraukimas;
- geresnis energinio efektyvumo valdymas;
- sumažintos eksploatacinės išlaidos;
- geresnis klientų aptarnavimo lygis;
- aiškesni lūkesčiai iš pastatų ūkio valdytojo projektuotojams ir statytojams.

BIM trūkumai

Pastato informacinio modelio trūkumas yra jog projektavimo stadijoje modelyje yra sukaupiama daug informacijos apie pastatą, kuri yra naudinga ar net būtina statybos etape. Tačiau dalis informacijos yra nereikalinga įprastam pastato eksploatacijos laikotarpiui, tad ši informacija apkrauna BIM modelį. Taip pat pastato valdytojui reikia papildyti informacinį modelį jiems naudinga informacija eksploatacijos metu (Arthur, 2015).

Vieną iš trūkumų PŪV veikloje BIM technologijos pritaikymui pateikė IFMA leidinys (Teicholz, 2013):

- organizacijoms reikia pasiruošti BIM gaires, kuriose bus išsamiai išdėstyti BIM projektų įgyvendinimo reikalavimai ir apibrėžtas jų naudojimas tolimesniame objekto naudojimo periode;
- BIM diegimui organizacijose, kurių portfeliuose yra daug esamų pastatų, taip pat reikės nuoseklaus veiksmų plano ir strategijos. Daugelis organizacijų turi nenuoseklią pastatų informaciją, kurią gali sudaryti CAD, skenuoti brėžiniai, fiziniai brėžiniai. Papildomas BIM technologijos įtraukimas į organizaciją, be strategijos, lems laiko švaistymą, duomenų perteklių ir informacijos tvarkymo žmogiškuosius kaštus;
- yra daug funkcinių detalių ir komercinių programinės įrangos technologijų, kurias reikia toliau tobulinti, kad būtų galima visapusiškai palaikyti BIM naudojimą objektų valdyme. Svarbiausios iš jų bus programinės įrangos programos, skirtos BIM priežiūrai ir valdymui, užtikrinančios tokias funkcijas, kaip versijų nustatymas, naudotojų prieiga, privilegijų kontrolė ir saugumas. BIM reikalavimai duomenų sąveikai su įmonių sistemomis yra sudėtinga tema, nes objektų informacinės sistemos yra labai skirtingos ir tai bus pagrindinė BIM diegimo FM srityje problema;
- daugeliui objektų organizacijų sudėtinga atnaujinti savo CAD planus ir palaikyti nuoseklų ir atnaujintą inventorių CAD formatu. Su BIM susijęs papildomas iššūkis - atnaujinti susijusius duomenis ir objektų ryšius, taip pat bet kokius (3D) geometrijos pakeitimus. BIM kūrimo programinė įranga yra

labai sudėtinga, sudėtingesnė nei CAD, todėl jai įvaldyti ir naudoti reikia aukštesnių vartotojo įgūdžių. Objektų organizacijoms gali būti sudėtinga išlaikyti pakankamai kvalifikuotus BIM specialistus, todėl jos gali nuspręsti BIM atnaujinimo ar autorių rengimo reikalavimus vykdyti pagal sutartis.

Problema, su kuria susiduria daugelis BIM naudotojų, yra pritaikomumas didelės apimties projektuose. Su šiomis problemomis susiduriama, kai projekto modelis tampa per didelis, kad jį būtų galima praktiškai peržiūrėti ar redaguoti. Operacijos tampa lėtos, todėl net ir paprastos operacijos tampa varginančios. Pastatų modeliai užima daug vietos kompiuterio atmintyje. Dideliuose pastatuose gali būti milijonai objektų, kurių kiekvienas yra skirtingos formos. Masteliui įtakos turi tiek pastato dydis, tarkime, plotas, tiek modelio detalumo lygis, tiek neefektyvūs modeliavimo metodai. Net paprastas pastatas gali susidurti su projekto mastelio dydžio problemomis, jei kiekviena vinis ir varžtas modeliuojami atskirai (Rafael Sacks, 2018).

Taip pat, naudodami BIM vartotojai patiria didesnius kaštus, dėl papildomo darbuotojų poreikio su atitinkama kvalifikacija jog galėtų tinkamai prižiūrėti visą informacinį statinio modelį (Aizul Nahar Harun, 2016).

2.6. Statinio informacinio modelio pritaikymas pastatų ūkio valdymui: SSGG analizė

Tarp pastatų ūkio valdymo įmonių BIM taikymas dar nėra populiarus, kadangi dažniausiai BIM modelio paruošimas yra brangus ir lengviau taikomas naujai statomiems objektams. Tačiau, kai BIM modelį jau turime, jo panaudojimas gali suteikti naudų pastato eksploatavimo laikotarpiu, kadangi visa informacija yra laikoma vienoje vietoje ir bet kada lengvai prieinama. Atliekama SSGG analizė BIM technologijos pritaikymo PŪV veikloje.

2.3 lentelė. SSGG analizė BIM pritaikymui pastatų ūkio valdymo srityje (sudaryta autoriaus)

Stiprybės	Silpnybės
- projektuojant pastatą pasiekiamas ilgesnis pastato gyvavimo ciklas; - visi duomenys apie objektą vienoje vietoje: elektros instaliacija, ŠVOK, vandentiekis ir kanalizacija, lietaus nuotekos, priešgaisrinė sistema; - detali informacija apie sumontuotus įrenginius, medžiagas, dokumentacija vienoje vietoje; - efektyviau naudojami pastato energiniai resursai;	- organizacijose nėra aiškių gairių, kaip panaudoti BIM pastatų ūkio valdymui; - sudėtingas pritaikymas senos statybos pastatams, kuriems nebuvo taikomas BIM projektavimo etape; - organizacijose naudojama programinė įranga nėra pritaikyta sąveikauti su BIM technologijomis; - didelės apimties failų redagavimo ir peržiūrėjimo ilga operacijų trukmė; - BIM modelis perduotas po statybų dar nėra paruoštas pastatų ūkio valdytojui, po

Stiprybės	Silpnybės
- sumažintas įrangos gedimų ir avarijų skaičius; - geresnis darbuotojų bendradarbiavimas, efektyvesnis darbas; - lengvesnis patalpų planavimas pasitelkiant 3D modelį; - galima lengvai perduoti objekto dokumentaciją naujam paslaugų teikėjui.	- perdavimo reikalinga papildyti informaciją; - reikalingi kvalifikuoti darbuotojai galintys dirbti su BIM technologija.
Galimybės	Grėsmės
- ilgesnis pastato gyvavimo ciklas; - geresnis pasiruošimas ekstremalioms situacijoms; - mažesnės išlaidos pastato priežiūrai ir komunaliniams mokesčiams; - tikslesnis darbų planavimas ir geresnė techninė priežiūra; - lengvesnis procesas norint pakeisti pastatus prižiūrinčią organizaciją; - geresnė komunikacija tarp pastatų valdytojo, tiekėjų, technikų, klientų; - efektyvesnis patalpų užimtumo planavimas; - lengvesnė darbuotojų integracija.	- reikalingos didesnės investicijos pastatų ūkio valdymo informacinėms sistemoms įsigyti ir joms palaikyti; - rrganizacijai pačiai reikia sukurti BIM taikymo gaires ir strategiją; - galimas darbuotojų trūkumas; - brangus statinio informacinio modelio projektavimas; - organizacijoje reikės atnaujinti programines įrangas, kurios sąveikautų su informaciniu statinio modeliu.

Atlikus SSGG analizę, BIM panaudojimui pastatų ūkio valdymo srityje išskiriamos šios pagrindinės stiprybės:

- projektuojant pastatą pasiekiamas ilgesnis pastato gyvavimo ciklas. Projektavimo metu padaroma mažiau klaidų ir modeliuojamos visos pastato sistemos, konstrukcijos siekiant didesnio tvarumo, efektyvumo ir ilgesnio naudojimo laiko;
- visi duomenys apie objektą vienoje vietoje. Šios visos projektų dalys yra laikomos BIM modelyje ir lengvai pasiekiamos visiems darbuotojams;
- detali informacija apie sumontuotus įrenginius, medžiagas, dokumentacija vienoje vietoje. Ši informacija ypač svarbi eksploatacijos laikotarpiu, kadangi informacijos nereikia ieškoti popieriniuose archyvuose;
- efektyviau naudojami pastato energiniai resursai, kadangi įranga prižiūrima kokybiškiau, tinkamai prižiūrėta įranga sunaudoja mažiau energijos išteklių;
- sumažintas įrangos gedimų ir avarijų skaičius, dėl geriau planuojamos ir atliekamos prevencinės priežiūros kyla mažiau gedimų;

- geresnis darbuotojų bendradarbiavimas, efektyvesnis darbas, dėl lengviau pasiekiamos ir detalesnės informacijos vyksta geresnė komunikacija tarp darbuotojų;
- lengvesnis patalpų planavimas pasitelkiant 3D modelį. Dėl geometrinio atvaizdavimo patalpų išplanavimo, lengviau planuoti darbo vietas, nuomininkų patalpas ar naujos įrangos vietas;
- galima lengvai perduoti objekto dokumentaciją naujam paslaugų teikėjui. Esant poreikiui galima perduoti visą pastato informaciją su susijusia dokumentacija daug paprasčiau nes viskas yra vienoje sistemoje, modelyje.

SSGG analizės metu nustatytos pagrindinės BIM pritaikymo pastatų ūkio valdyme silpnybės:

- organizacijose nėra aiškių gairių, kaip panaudoti BIM pastatų ūkio valdyme, nes organizacijose BIM nėra plačiai taikomas, todėl nėra suformuotos gerosios praktikos;
- sudėtingas pritaikymas senos statybos pastatams, kuriems nebuvo taikomas BIM projektavimo etape. Kyla problemos pritaikant informacinį statinio modeliavimą jau pastatytiems pastatams, kai jų dokumentacija yra popieriniuose archyvuose, skanuotuose brėžiniuose ar ne pilna. Tokiu atveju kyla sunkumų surenkant visą reikiamą informaciją apie statinį;
- organizacijose naudojama programinė įranga nėra pritaikyta sąveikauti su BIM technologijomis. Organizacijose naudojama įvairios sistemos buhalterijai, darbų užduotims planuoti, sandėlio likučių planavimui, darbuotojų darbo valandų planavimui ir šios programos gali nebūti pritaikytos integracijai su informaciniu statinio modeliu;
- didelės apimties failų redagavimo ir peržiūrėjimo ilga operacijų trukmė. Tai kyla dėl perteklinių objektų sukūrimo informaciniame statinio modelyje ar dėl mažo našumo kompiuterinės įrangos organizacijoje;
- BIM modelis perduotas po statybų dar nėra paruoštas pastatų ūkio valdytojui, po perdavimo reikalinga papildyti informaciją. Taip yra todėl, kad iki pastato eksploatacijos informacija yra suvedama reikalinga ir naudinga statybos procesui, tačiau pastačius dalis informacijos lieka neaktuali. Taip pat dalies informacijos nebūna perduodant pastatą į eksploataciją, pavyzdžiui: patalpų numeracijos, darbo vietų išplanavimo, įrenginių vietų ir jų dokumentacijos;
- reikalingi kvalifikuoti darbuotojai, galintys dirbti su BIM technologija. Darbuotojai, dirbę tik su CAD formato brėžiniais, gali patirti sunkumų norėdami redaguoti, valdyti duomenis BIM be specialių kursų.

Atlikus SSGG analizę galima išskirti pagrindines BIM pritaikymo pastatų ūkio valdymui galimybes:

- ilgesnis pastato gyvavimo ciklas dėl laiku atliekamos kokybiškos prevencinės priežiūros;

- geresnis pasiruošimas ekstremalioms situacijoms, kadangi BIM modelis gali padėti nustatyti tikslią įrangos gedimo vietą ir greičiau ją lokalizuoti ir likviduoti;
- mažesnės išlaidos pastato priežiūrai ir komunaliniams mokesčiams, dėl efektyvesnės priežiūros valdymo įranga dirba našiau ir reikalauja mažiau energijos, taip pat pastato sistemos gali būti sureguliuotos atitinkamai, kad sumažintų išlaidas;
- tikslesnis darbų planavimas ir geresnė techninė priežiūra, dėl geresnio informacijos pasiekiamumo ir atitinkamai planavimui pasitelkiama BIM modelį, kad planas būtų tikslesnis ir aiškesnis;
- lengvesnis procesas norint pakeisti pastatus prižiūrinčią organizaciją, visems duomenims apie statinius, jų sistemas ir įrangą esant vienoje vietoje – BIM, perdavimas vyktų daug paprasčiau ir greičiau;
- geresnė komunikacija tarp pastatų valdytojo, tiekėjų, technikų, klientų, lengviau ir greičiau galima surinkti informaciją apie turimą įrangą ar esamus gedimus įrangoje;
- efektyvesnis patalpų užimtumo planavimas, dėl statinio informacinio modelio suteikiamo erdvinio modelio, lengviau planuoti erdvių suplanavimą, jų užimtumą;
- lengvesnė darbuotojų integracija, kadangi lengviau susipažinti ir pasiekti visą su pastatais susijusią dokumentaciją.

Atlikus SSGG analizę galima išskirti pagrindines BIM pritaikymo pastatų ūkio valdymui grėsmes:

- dėl reikalingos papildomos informacinės sistemos BIM modelio koregavimui, naudojimui atsiranda papildomos investicijos į informacines sistemas. Taip pat organizacijos gali susidurti ir su kitų jų veikloje naudojamų programų atnaujinimo poreikiu, kad būtų galimybė susieti sistemas tarpusavyje;
- organizacijai pačiai reikia sukurti BIM taikymo gaires ir strategiją. Kadangi dar nėra plačiai naudojamas BIM pastatų ūkio valdymo veikloje, nėra sukurtų aiškių ir visiems prieinamų gairių, kaip įdiegti BIM į organizacijos valdymą;
- reikalingas aukštesnės kvalifikacijos darbuotojai, kurių darbo rinkoje yra mažiau, galimas darbuotojų trūkumas;
- brangus statinio informacinio modelio projektavimas. Taip yra todėl, kad projektavimui reikalinga aukštesnės kvalifikacijos specialistai, papildoma ir brangi programinė įranga, dėl to rinkoje projektavimas BIM yra brangesnis už tradicinį projektavimą;
- organizacijoje reikės atnaujinti programines įrangas, kurios sąveikautų su informaciniu statinio modeliu. Dėl galimų programinių įrangų nesuderinamumo, norint pasiekti visas BIM siūlomas naudas gali reikėti atnaujinti ar pakeisti dalį programinės įrangos naudojamos organizacijoje.

Nustatomi SSGG analizės ryšiai tarp stiprybių silpnybių ir grėsmių bei galimybių.

2.4 lentelė. SSGG analizės BIM pritaikymo PŪV pagrindiniai ryšiai (sudaryta autoriaus)

	Galimybės	Grėsmės
Stiprybės	Stiprybių panaudojimas galimybėms įgyvendinti.	Stiprybių panaudojimas grėsmių sumažinimui.
	Sukurta statinio informacinio modelio naudojimo struktūra įmonėje, paskirta komanda modelio atnaujinimui, suteiktos priemonės darbuotojams prieiti prie duomenų esant objekte, bei tinkamai susietos programinės įrangos tarpusavyje, kad būtų sumažintas duomenų perdavimo laikas.	BIM technologijos suteikiamas pranašumas rinkoje, įmonėms suteiks pranašumą prieš savo konkurentus, dėl ko vis daugiau įmonių sieks kelti savo darbuotojų kvalifikaciją ir kiek įmanoma taikyti BIM pastatų ūkio valdymo veikloje. Įmonės matančios galimą efektyvumo padidinimą veikloje gali investuoti į perėjimą naudoti BIM naujuose projektuose, dėl matomų ilgalaikėje perspektyvoje sutaupymų.
Silpnybės	Galimybių panaudojimas silpnybių panaikinimui.	Silpnybes kurias reikia pašalinti norint sumažinti grėsmes.
	Dėl BIM pritaikymo galimybių, pastatų eksploatavimas tampa daug efektyvesnis ir sutaupo kaštus valdytojui. Taip pat vyksta mažiau klaidų, daugiau atliekama planuotų darbų nei gedimų ir defektų taisymo. Taigi reikėtų susitelkti, kad BIM pritaikymas būtų pasiektas visiems organizacijoje valdomiems pastatams ir būtų įsigyta visa reikiama programinė įranga, bei kursai darbuotojams.	Projektavimo stadijoje turi būti atsižvelgta į pastatų valdytojo poreikius ir modelis atitinkamai papildytas reikiama informacija, kai projektas yra perduodamas į eksploataciją. Taip būtų sumažintas BIM modelio koregavimas, pildymas tik pradėjus jį eksploatuoti ir būtų lengvesnė integraciją į visą PŪV veiklą.

Apibendrinant SSGG analizės rezultatus ir išnagrinėjus visus keturis BIM įdiegimo aspektus (stiprybes, silpnybes, galimybes ir grėsmes), pastebėtina, kad stiprybės atsveria silpnybes ar grėsmes.

BIM suteikia organizacijai efektyvų duomenų apie statinius valdymą ir informacijos dalinimąsi. Taip pat BIM galimybės yra integruoti visą statybos ir eksploatacijos metu surinktą informaciją į kitas sistemas, siekiant efektyvesnio statinio eksploatavimo, taip užtikrinant geresnį priežiūros darbų planavimą ir mažesnes energines sąnaudas. Nustatytos silpnybės ir grėsmės gali būti pašalintos, surinkus tinkamą, kvalifikuotą komandą ar išmokius esamą. Ilgalaikėje perspektyvoje stiprybės duoda didesnę pridėtinę vertę, nei silpnybių pašalinimas kainuoja dabartyje.

2.7. LEAN metodo kilmė ir samprata

LEAN metodika buvo sukurta Japonijoje, „Toyota motors“ įmonėje, kuri tuo metu buvo vadinama TPS (Toyota produkcijos sistema). „Toyota motors“ įmonė LEAN metodiką pritaikė procesų valdymui ir vėliau papildė unikaliais sprendimais.

LEAN nėra paprastas metodas, kurį galima taikyti pagal struktūrizuotas taisykles ir pasiekti geresnį efektyvumą darbų procese, kaip nurodo įmonė „Kvalitetas“ (Kvalitetas, UAB, 2023). LEAN yra ne tik metodologija ar daugybės metodų rinkinys, bet veikiau mąstymo būdas ir organizacijos veiklos principai. LEAN tai subalansuota visa apimanti vadybos sistema, kurioje dėmesys yra kreipiamas į visas organizacijos veiklos sritis – į valdymą, lyderystę, vadybą, gamybą ar paslaugų teikimą. LEAN yra nuolatinės organizacijos evoliucijos bei tobulėjimo kelias, kuriuo eina ir organizacija, ir jos darbuotojai. LEAN organizacijos geba lanksčiai reaguoti į vartotojų poreikius, kurti aukštos kokybės produktus ir juos operatyviai pateikti klientams ir vartotojams. Informacijos valdymas yra efektyvus, paprastas ir tikslus.

LEAN metodologijoje išskiriami 7 didžiausi laiko švaistytojai (LEAN profesionalų asociacija, 2023):

Perprodukcija. Produktai, dalys, paslaugos, kurios sukurtos didesnėje apimtyje, ar anksčiau nei to reikalavo vartotojas;

Laukimas. Įrengimų, žmonių, proceso prastovos – jų metu nekuriama vertė, tačiau neretai patiriami kaštai;

Transportavimas. Medžiagų ar darbo priemonių pervežimas neracionaliais maršrutais. Sudėtingesnis, ilgesnis, nei būtina dokumentų ar elektroninės informacijos perdavimo kelias;

Papildomas apdorojimas. Atlikdami įvairius darbus ir užduotis dažnai atliekama daugiau, nei minimaliai būtina veiksmų. Rūšiuojama ir perrūšiuojama detalės, informacija. Tikrinama ir pertikrinama tai, kad turėtų būti kokybiškai padaryta iš pirmo karto arba perdarome nekokybiškai atliktą darbą;

Atsargos. Didesnės, nei būtina medžiagų ar informacijos atsargos, kurių reikia konkrečiam darbui atlikti. Gamyboje tai medžiagos, nebaigta ar pilnai pagaminta produkcija. Taip pat, gali būti pernelyg

dideli dokumentų ar elektroninės informacijos kiekiai biuro aplinkoje (darbo vietose, kompiuteriuose, saugyklose);

Judesiai. Įdėmiai įsižiūrėję į dirbančius žmones dažnai pastebime, kad jie atlieka įvairių neracionalių veiksmų. Fiziniam darbe tai ilgos amplitudės, nepatogūs, sudėtingi judesiai. Dirbdami su kompiuteriu žmonės irgi dažnai atlieka abejotino reikalingumo veiksmus: sudėtinga informacijos paieška, pakartotinas duomenų suvedimas į skirtingas sistemas ir pan.;

Defektai. Produktai, dalys, paslaugos neatitinkantys vartotojo reikalavimų ar lūkesčių. Prastos kokybės pasekmės, tipiškai, žymiai didesnės, nei gali pasirodyti iš pirmo žvilgsnio. Tai ne tik sugadintos medžiagos ar pakartotinai atliktas darbas. Tai prarastas laikas, ieškant kokybės problemos sprendimo, kokybės priežiūros darbuotojų ir vadovų darbo laiko sąnaudos, žala organizacijos reputacijai.

Pagrindiniai principai taikomi LEAN praktikoje, kaip rašoma Nortus interneto svetainėje (Nortus, UAB, 2023):

- 5S metodą galima išskirti į pagrindinius žingsnius: surūšiavimas, sutvarkymas, spindėjimas, standartizavimas, savikontrolė;
- Kaizen Teian principas – įtraukti visus organizacijos darbuotojus į nuolatinį siekį tobulėti ir gerinti organizacijos procesus. Paprastai pasiūlymai, idėjos vadinami tiesiog vienu žodžiu – „kaizen“;
- PDTV (planuok, daryk, tikrink, veik) – LEAN metodas, padedantis struktūriškai spręsti problemas, pagrindinis tikslas – surasti esminę problemos atsiradimo priežastį ir numatyti veiksmus jai pašalinti;
- įgyvendindami pokyčius pagal SMED metodą siekiama, kad visi komandos nariai tiksliai žinotų ką ir kaip jie turi atlikti perėjimo (perderinimo) metu. SMED pagrindiniai tikslai yra:
 - sumažinti pastoviai susidarančius nuostolius įrengimo perėjimo/perderinimo metu, pereinant nuo vieno produkto gamybos prie kito. Nuostoliai pagal LEAN metodologiją skirstomi į septynis tipus: laukimas, atsargos, transportavimas, judėjimas, pergaminimas, korekcijos, papildomi procesai;
 - didinti įrengimų apkrovimą ir produktyvumą siekiant, kad įrengimų prastovos būtų kuo trumpesnės;
 - sutrumpinti perėjimo laiką, kuris įtakoja partijų ir atsargų dydžius.
- darbo standartizavimo metodas leidžia sukurti aiškius darbo standartus, padeda apskaičiuoti linijos/darbo centro ar proceso takto laiką, ciklo laiką, nustatyti reikalingą darbuotojų skaičių, remiantis proceso pajėgumu;
- bendra produktyvioji priežiūra (angl. Total Productive Maintenance, toliau - BPP) – LEAN metodas, orientuotas į įrengimų prevencinę priežiūrą siekiant užtikrinti stabilų procesą. Sukuriama

įrengimų priežiūros sistema, padalinant atsakomybes tarp technikos/remonto ir gamybos skyrių. Paruošiamos patikros instrukcijos nurodančios kas, kada ir ką turi atlikti, kad įrengimas tarnautų tinkamai. Taip pat VGP sistema padeda išmatuoti bendrą įrangos efektyvumo rodiklį (toliau – BĮE), parodantį bendrą įrengimo naudingą darbo laiką. Jis skaičiuojamas pagal formulę:

$B\dot{I}E = \text{įrengimo patikimumas} \times \text{gamybinis našumas} \times \text{kokybė}.$

- Kanban (lietuviškai „ženklas, signalas, kortelė“) – metodas, padedantis užtikrinti vientisą proceso vertės srautą, mažinti nuostolius ir efektyviai valdyti atsargas. Įdiegta vizualių signalų sistema sujungia atskirus procesus, aiškiai parodydama darbuotojams, kada kuris užsakymas turi būti atliktas arba kur, kada ir kokios atsargos ar produktai turi būti pristatyti į reikalingus procesus;

- Asaichi metodo pagrindinis tikslas trumpų ir efektyvių susirinkimų metu nuolatos stebimi pagrindiniai rodikliai, nedelsiant eskaluojamos problemos, paskiriami atsakingi už jų išsiaiškinimą ir sprendimą. Tarp įvairių sričių darbuotojų didėja bendradarbiavimas siekiant bendro tikslo, ugdoma drausmė ir atsakingumas;

- DOJO principas siekia geresnio naujų darbuotojų integracijos. Gamybos įmonėse darbuotojai apmokomi ne linijoje, o mokymų stenduose, kur gali fiziškai pabandyti atlikti tam tikras operacijas.

Pagrindinės problemos, kurias LEAN orientuota spręsti yra sąnaudas atliekant darbus – personalą ir medžiagas. Kad būtų padidintas veiklos efektyvumas ir sumažinti nuostoliai reikalinga kontroliuoti du daug sąnaudų reikalaujančius veiksnius - personalą ir medžiagas (Biedermann, Lean Smart Maintenance, 2016). Tai reiškia, kad reikia sutelkti dėmesį į:

- neefektyvi arba pridėtinės vertės nesukurianti techninės priežiūros veikla, t. y. veikla, kuri vertės analizės prasme neprisideda prie nusidėvėjimo atsargų didinimo arba nusidėvėjimo elgsenos gerinimo, taigi ir prie patikimumo bei prieinamumo kontrolės;

- pakartotiniai remonto ir techninės priežiūros darbai (perdarymas) dėl prasto ar netinkamo techninės priežiūros įgyvendinimo;

- neproduktyvus laikas, skirtas faktiniam remontui dėl netinkamo informacijos, įrankių ir atsarginių dalių planavimo;

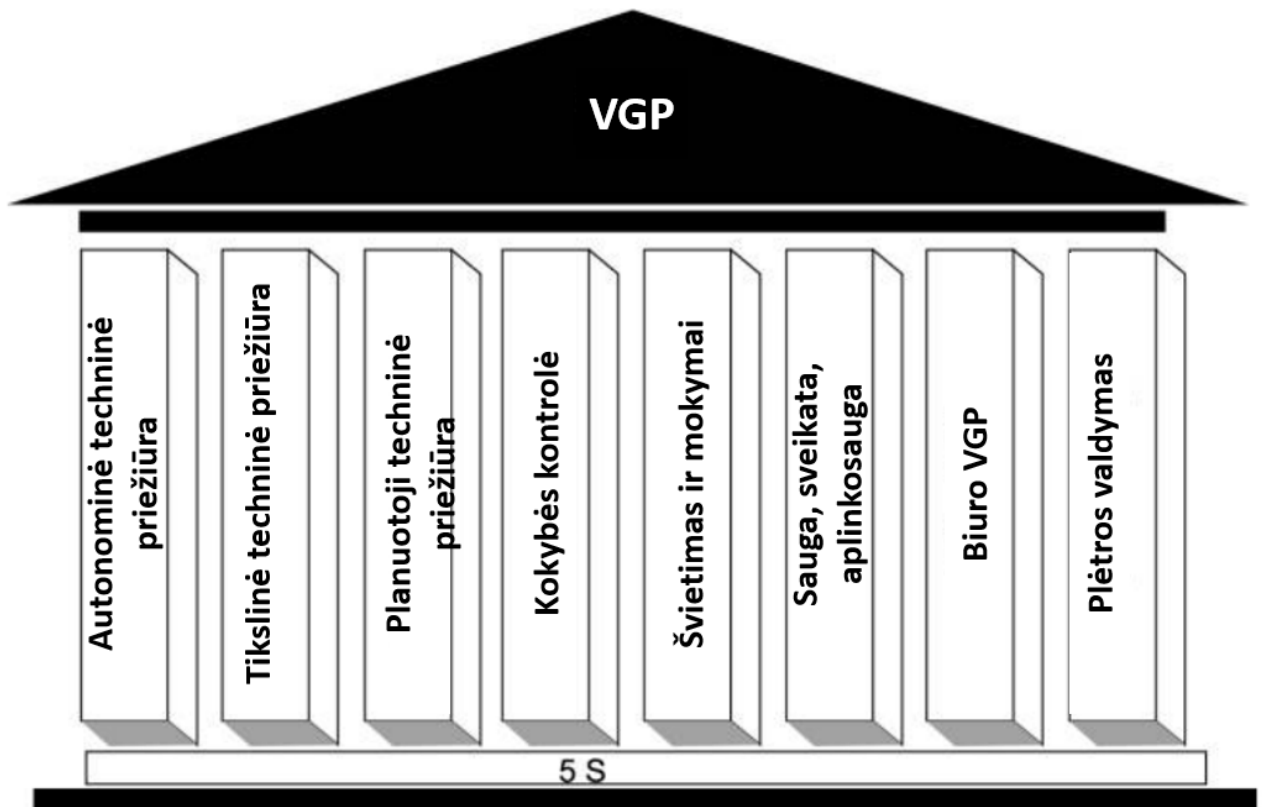
- neproduktyvus laikas, pvz., kelionės laikas, atsarginių dalių paieška, organizavimo laikas ir planavimo vietoje laikas;

- nepakankamas techninės priežiūros personalo panaudojimas ir „užimtumas“, kai darbą atlieka tik pagal savo kvalifikaciją, o ne pagal žinias ir gebėjimus;

- neefektyvus sandėlių valdymas, kai atsarginių dalių atsargos yra didelės, o tuo pačiu metu trūksta rizikingų dalių;

- neefektyvus ir nepakankamas duomenų valdymas dėl nepanaudotų, netinkamų naudoti ar klaidingų įrašų rinkimo;
- įrenginių techninė priežiūra dėl nepakankamo atsižvelgimo į operatyvinius strateginius gamybos poreikius (perteklinė techninė priežiūra).

Kaip paaiškinama straipsnyje (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005) visuotinė gamybos priežiūra (VGP) - tai metodika, kuria siekiama padidinti esamos įrangos prieinamumą ir taip sumažinti papildomų kapitalo investicijų poreikį. Investicijos į žmogiškuosius išteklius gali padėti geriau panaudoti įrangą, pagerinti gaminių kokybę ir sumažinti darbo sąnaudas.



2.10 pav. Taupiosios techninės priežiūros schema (Chan, et al., 2005)

Autoriaus pateikiamos šių aštuonių BPP metodo iniciatyvų sprendžiamos problemos (Chan, et al., 2005):

- Autonominė techninė priežiūra - naudotojo atsakomybės skatinimas. Perduoti gamybos įrangos valymą, tepimą, varžtų priveržimą, reguliavimą, tikrinimą, perreguliavimą atlikti operatoriui, o ne techniniam darbuotojui.
- Tikslingas tobulinimas - sistemingas 16 nuostolių nustatymas ir šalinimas, nuostolių struktūros nustatymas ir nuostolių mažinimas, taikant struktūrinį metodą „penki kodėl“, defektų būdo ir poveikio analizė, pasiekti geresnį sistemos efektyvumą, pagerinti gamybos sistemų bendrą įrangos efektyvumą.

- Planuojama techninė priežiūra - planuoti veiksmingą ir efektyvią prevencinę priežiūrą; pagrįstą techninę priežiūrą; laiku pagrįstą priežiūrą.
- Kokybės kontrolė - pasiekti nulinį defektų skaičių, stebėti ir spręsti įrangos problemas ir pagrindines priežastis.
- Švietimas ir mokymas - daugiafunkcinis darbuotojų kvalifikacijos kėlimas, darbuotojų suderinimas su organizacijos tikslais, periodinis įgūdžių vertinimas ir atnaujinimas.
- Sauga, sveikata ir aplinka - užtikrinti saugią darbo aplinką, užtikrinti tinkamą darbo aplinką, pašalinti traumų ir nelaimingų atsitikimų atvejus, užtikrinti standartines veiklos procedūras.
- Biuro BPP - gerinti įvairių verslo funkcijų sinergiją, pašalinti su procedūromis susijusius sunkumus, daugiausia dėmesio skirti su išlaidomis susijusių klausimų sprendimui, taikyti 5S biure ir darbo zonose.
- Plėtos valdymas - minimalios problemos ir laiku paleidžiama nauja įranga, naudoti esamų sistemų mokymąsi naujoms sistemoms, priežiūros gerinimo iniciatyvos.

2.8. LEAN metodo pritaikymas priežiūros srityse.

LEAN metodai buvo sukurti gamybos įmonėms, tačiau pritaikomumas yra ir pastatų ūkio valdymo srityje, kadangi pagrindiniai principai yra padidinti veiklos efektyvumą ir kuriamą vertę, šiuo atveju pagerinti kokybę. Pastatų ūkio valdymo veikloje yra daug smulkių pasikartojančių procesų, kurie užima laiko ir nekuria pridėtinės vertės, todėl reikėtų taikyti *Kaizen* ir 5S metodus. Pritaikymas šių metodų veikloje galimas tiek technikų veikloje, tiek pastatų priežiūros inžinieriams, kurie planuoja technikų darbus, dirba prie kompiuterių ir su dokumentais. Pagrindinis privalumas LEAN metodo, kad šie principai gali būti adaptuoti ir pritaikyti įvairiose srityse, nepriklausomai kokio tipo darbus atlieka darbuotojas. LEAN metodo pritaikymą pastatų ūkio valdymo srityje galime rasti ir literatūroje.

Pagrindinis LEAN priežiūros tikslas yra suteikti įmonei užtikrintai dirbančią įrangą, tuo pačiu metu mažinti techninės priežiūros išlaidas, sumažinant visų rūšių atliekas ir pridėtinės vertės nesukuriančią veiklą. Autorius pasitelkęs LEAN metodą pasirinktame objekte nustatė tobulintinas vietas (Rifqi, Souda, Zamma, & Kassami, 2020):

- Transportavimas - montavimo komandų judėjimas tarp pastatų, kurie nesukuria pridėtinės vertės procesui, siekiant gauti įrangą, dalis, instrukcijas ar duomenų lapus.
- Inventorius - per didelis eksploatacinių medžiagų, atsarginių dalių ir dokumentų kiekis.
- Judėjimas - nereikalingi judesiai ir procesai techninės priežiūros operacijose, ypač prevencinės techninės priežiūros metu.

- Laukimas - lūkesčiai, susiję su dalimis, dokumentais, informacija, instrukcijomis, darbo užsakymais, procedūromis, techninės priežiūros veikla ir kt.
- Perprodukcija - perteklinė techninė priežiūra, apimanti bet kokius prevencinės ar prognozinės techninės priežiūros veiksmus ar užduotis, kurie nesukuria pridėtinės vertės arba klientas nenori už juos mokėti.
- Perteklinis atlikimas - apdorojimas intervencijų ir techninės priežiūros darbų dubliavimas.
- Darbų defektai - pasikartojimas dėl netinkamai atliktų remonto darbų.
- Įgūdžiai - nepakankamai išnaudojami darbuotojų pajėgumai arba nepakankamas apmokymas.

LEAN pritaikymas naftos ir dujų priežiūros srityje.

LEAN metodai buvo pritaikyti naftos ir dujų įrenginių techninės priežiūros srityje, kaip nurodoma konferencijos straipsnyje (Hassan, 2020), įmonė įdiegė 5S, BPP metodus. Pasirinkus 5S metodą, įmonei pavyko pašalinti nenaudojamas medžiagas ir trukdžius iš darbo zonų, visiems įrankiams paskirti jų vietas ir sužymėti kortelėmis, standartizuoti priežiūros darbų kokybę, patalpų švarą. Pritaikius BPP įrangos techninei priežiūrai, buvo sumažintos darbo valandos inžinieriams, kadangi paprastos priežiūros užduotys buvo paskirtos įrangos operatoriams. Tai leido priežiūros inžinieriams užsiimti įrangos apžiūromis, filtrų, tepalų ar susidėvėjusių detalių keitimu.

LEAN techninė priežiūra - tai aktyvi techninės priežiūros strategija, kai įgyvendinama, planuojama ir kontroliuojama techninės priežiūros veikla, pagrįsta patikimumu arba rizika, grindžiama sprendimų priėmimo logika, kurią įgyvendina savarankiškos techninės priežiūros komandos, naudojančios pirmiau minėtas LEAN priežiūros priemones. Įgyvendinant LEAN techninę priežiūrą turi būti naudojamos tinkamos IT sistemos - techninės priežiūros, planavimo, kontrolės ir analizės sistemos arba turto valdymo sistemos. (Biedermann, 2016)

LEAN priežiūra – planuojama aktyvi techninė priežiūra, taikant BPP praktiką, naudojant techninės priežiūros strategijas, parengtas taikant į patikimumą orientuotos techninės priežiūros sprendimų logiką ir praktikuojamas įgaliotų (savarankiškai vadovaujamų) veiklos grupių. LEAN priežiūra sukuria pageidaujamą rezultatą, nes sumažina sąnaudas (Smith & Hawkins, 2004)

2.9. LEAN metodo privalumai ir trūkumai

LEAN metodo privalumai ir naudos organizacijai atitinkamai su LEAN metodo trūkumais ir jų iššūkiais pateikiami 2.5 lentelėje:

2.5 lentelė. LEAN metodo privalumai ir naudotos organizacijai (sudaryta autoriaus):

LEAN PRIVALUMAI	LEAN NAUDOS ORGANIZACIJAI
LEAN pritaikymo privalumus organizacijai (Khan, 2016): • LEAN mažina atliekų kiekį, o kartais net visiškai jas pašalina. Mažiau atliekų - daugiau pelno; • LEAN naudoja mažiau medžiagų, o tai labai sumažina bendrąsias sąnaudas. Tačiau tikslas yra užtikrinti, kad galutiniai rezultatai tenkintų klientų poreikius, o sąnaudos būtų mažesnės; • LEAN padeda įmonės vadovybei sutelkti dėmesį į protingą, o ne sunkų darbą, kuriant strateginius ateities planus; • LEAN skatina darbuotojų saugą ir mažina nelaimingų atsitikimų skaičių, kad būtų pasiektas didžiausias našumas; • LEAN skatina priežiūros darbuotojų dėmesį darbuotojams. Darbuotojo svarbos rodymas didina jo produktyvumą; • LEAN užtikrina sklandų svarbių ar kritinių veiklų vykdymą; • įmonė, taikydama LEAN, įsipareigoja nuolat tobulėti; • didėjantis produktyvumas dėl aukšto planavimo lygio; • sumažinus komunikacijos atotrūkį tarp darbuotojo ir darbdavio, pagerėja bendri rezultatai.	LEAN naudos organizacijai (Mostafa et al., 2015): • procesas yra paprastas ir lengvai suprantamas. Taip yra dėl paprastos struktūros, kuri derinama procese; • sisteminga penkių taupumo principų taikymo techninės priežiūros veikloje procedūra gali padėti geriau suprasti organizacijos vadovybės požiūrį; • visi LEAN privalumai išlaikomi kaip proceso dėmesio centre. Šie privalumai yra integruoti ir susisteminti proceso etapuose; • proceso taikymas įtvirtina perfekcionizmo kultūros siekimą organizacijoje. Tai daroma atliekant LEAN priežiūros rezultatų auditą, standartizaciją, komandos tobulinimą ir praktikos plėtrą. Taigi su kiekviena iteracija proceso, organizacijos techninės priežiūros veikla žengia dar vieną žingsnį link techninės priežiūros meistriškumo; • žmogiškųjų išteklių aspektų (techninės priežiūros darbuotojų mokymo ir tobulinimo) suderinimas su kitais etapais gali suteikti didelį potencialą visapusiškam ir tvariam LM įgyvendinimo procesui bei bendram organizacijos procesų tobulinimui; • procesas skatina komandinio darbo ir problemų sprendimo kultūrą, kad būtų užtikrintas aukštos kokybės įgyvendinimo proceso rezultatus;

	• techninės priežiūros procesą galima paversti prognozuojama ir planuojama sistema, užtikrinančia patikimą procesą taikant taupumo principus. Dėl to didėja techninės priežiūros meistriškumas ir pasaulinio lygio gamyba, nes techninė priežiūra ir gamyba yra neatsiejami (t. y. patikimumas ir prieinamumas gamybos įrenginiai); • šis procesas gali būti taikomas visoms gamybos ir ne gamybos organizacijoms, kurios siekia pasaulinio lygio statuso savo techninės priežiūros funkcijoje. Procesas tinka toms organizacijoms, kurios siekia perkelti taupųjį mąstymą į savo techninės priežiūros padalinius arba pradeda taupiąją transformaciją nuo techninės priežiūros padalinio; Procesas gali būti priimtinas visų lygių įgūdžių ir dydžių organizacijose. Taip yra dėl to, kad procesas yra lankstesnis ir gali būti pritaikytas pagal bet kokias techninės priežiūros strategijas.
--	---

Kaip nurodo autoriai Mostafa ir kiti (Mostafa et al., 2015) LEAN įdiegimas turi sunkumų, dėl ko gali nepasisiekti sklandus principų įdiegimas į įmonės valdymą ir strategiją. Įmonės darbuotojai turi būti įsitraukę į LEAN metodo diegimą ir tikėti nešama nauda, tačiau už šių principų palaikymą įmonėje yra atsakingi įmonės vadovai, kurie yra kaip LEAN atstovai.

2017 m. buvo paskelbtas tyrimas (Sari, Rotter et al., 2017), kurio tikslas buvo išanalizuoti išlaidas įdiegiant LEAN metodą į medicinos sektorių. Atliekant šį tyrimą buvo suskaičiuotos reikalingos išlaidos papildomoms LEAN konsultantų paslaugoms, kas sudarė 50 % visų sąnaudų. Kas buvo pastebėta tyrimo metu, jog mažesnės klinikos su mažesniais resursais patyrė didžiausią naštą įdiegiant LEAN metodą, dėl papildomų kaštų.

Kaip teigia straipsnyje Hanane ir kiti (RIFQI et al., 2020) LEAN metodas turi būti gerai suprasti organizacijos darbuotojų, kad jie būtų efektyviai panaudoti.

LEAN pritaikymas turi iššūkių ir trūkumų (Khan, 2016):

- kad LEAN procesas veiktų, jo metodikos turėtų laikytis visi statybose dalyvaujantys asmenys, pradedant savininku, inžinieriumi ir baigiant darbininkais. Tarp jų turėtų būti vienybė. Jei kas nors iš jų nesilaiko, atsiranda silpnoji grandis, todėl sumažėja našumas;
- nėra lengva įtikinti visus įmonės darbuotojus pritarti šiam procesui, nes kai kurie žmonės gali nepritarti pokyčiams;
- LEAN diegimo metodui reikia laiko, kad jis duotų vaisių, nes tiesioginiai rezultatai būna labai reti. Taikant šį metodą labai dažnai pasitaiko vadovų nusivylimų, dėl kitokio lūkesčio;
- darbuotojų apmokymui reikia daug laiko ir išteklių, susijusių su visomis naujomis taisyklėmis ir procedūromis;
- kiekvienas darbuotojas turi gerai sutarti tarpusavyje, kitaip nebus komandinio darbo, taigi, sumažės našumas;
- jei įmonė vykdo projektą ir pradeda taikyti LEAN metodą, nukenčia dabartinis projektas;
- visi platintojai ir tiekėjai turėtų būti informuoti apie pokyčius, kurie gali sukelti sumaištį;
- dėl politikos pakeitimo sumažės darbuotojų moralė.

2.10. LEAN metodologijos pritaikymas pastatų ūkio valdymui: SSGG analizė

Pirmiausia atliekama analizė, kokią naudą galimą gauti pastatų ūkio valdymo srityje pritaikius LEAN metodologiją. Analizė atliekama SSGG (stiprybių, silpnybių, galimybių, grėsmių) metodu.

2.6 lentelė. SSGG analizė LEAN metodologijos pritaikymui pastatų ūkio valdymo srityje (sudaryta autoriaus)

Stiprybės	Silpnybės
- atsisakoma nereikalingų procesų, darbų; - sunaudojama mažiau medžiagų, resursų; - didesnis darbuotojų įsitraukimas; - lengvai suprantami procesai; - tobulumo siekianti kultūra organizacijoje; - techninė priežiūra vykdoma planuotai ir proaktyviai; - mažesnis atotrūkis komunikacijoje tarp darbuotojų ir darbdavio.	- įdiegimui reikalingi žmogiškieji ištekliai ir investicijos; - reikalingas darbuotojų ir vadovų palaikymas; - darbuotojų pasipriešinimas pokyčiams; - reikalinga LEAN proceso kontrolė.
Galimybės	Grėsmės

- padidintas darbuotojų efektyvumas; - sutaupomi kaštai; - didesnis darbuotojų produktyvumas; - greičiau užkertamas kelias neefektyviems ir neproduktyviems procesams atsirasti; - didesnis pasitikėjimas abipusis pasitikėjimas tarp darbdavio ir darbuotojo; - lengvesnė darbuotojų integracija; - darbuotojai jaučiasi pilnavertiškai įmonėje.	- vadovai ir darbuotojai netikintys principais, sumažins LEAN duodamą naudą; - įdiegimo metu kyla efektyvumo sumažėjimas; - nebus skirto žmogiškojo resurso LEAN metodui prižiūrėti organizacijoje.
---	---

Atlikus SSGG analizę galima išskirti pagrindines LEAN metodo pritaikymo pastatų ūkio valdyme stiprybes:

- taikant LEAN metodą atsisakoma nereikalingų darbų, vertės nekuriančių procesų;
- sunaudojama mažiau medžiagų, resursų. Taip nutinka todėl, jog taikant LEAN, įvertinamas kliento lūkestis prieš pradedant užduotį, o tai leidžia darbuose sutaupyti medžiagų ir atitikti kliento lūkestį;
- didesnis darbuotojų įsitraukimas į organizacijos veiklą, kadangi į LEAN procesą ir proaktyvumo skatinimą įsitraukę visi organizacijos darbuotojai;
- lengvai suprantami procesai, dėl siekio palengvinti integracija pritaikius 5S metodą darbo įrankiai, aplinka standartizuojama, taikant *Kaizen* šalinami procesų nereikalingi veiksmai ir procesas tampa lengvesnis;
- tobulumo siekianti kultūra organizacijoje, visi darbuotojai yra orientuoti į organizacijos tobulėjimą pagal *Kaizen*, SMED, BPP principus;
- techninė priežiūra vykdoma planuotai ir proaktyviai. Tai galima pasiekti taikant LEAN BPP metodą, kuris siekia užtikrinti stabilų procesą, kai darbuotojai yra orientuoti į įrenginių prevencinę priežiūrą;
- mažesnis atotrūkis komunikacijoje tarp darbuotojų ir darbdavio. Pritaikius *Kaizen* principą darbuotojai supranta organizacijos siekius, tikslus, strategiją, bei darbdavys supranta darbuotojo problemas, siekius ir procesus abi šalys geriau gali komunikuoti ir siekti bendro tikslo.

Atlikus SSGG analizę galima išskirti pagrindines LEAN metodo pritaikymo pastatų ūkio valdyme silpnybes:

- įdiegimui reikalingi tiek papildomas darbuotojų įsitraukimas nuo vadovų iki kitų lygių darbuotojų, tiek ir papildomos investicijos konsultantams, spaudai, papildomam inventoriui, prietaisams;
- reikalingas LEAN proceso palaikymas iš darbuotojų ir vadovų, kitu atveju šio proceso sėkmė yra miglota ir nešama nauda smarkiai sumažėja;

- diegiant LEAN metodą darbuotojai linkę pasipriešinti pokyčiams kol nepajaučia jų naudos;
- reikalinga LEAN proceso kontrolė, kad proceso įdiegimas organizacijoje būtų sėkmingas.

Atlikus SSGG analizę galima išskirti pagrindines LEAN metodo pritaikymo pastatų ūkio valdyme galimybes:

- padidintas darbuotojų efektyvumas, dėl lengvesnių procesų organizacijoje, sumažintų darbų kurie nekuria vertės ir nusistatyto aiškaus lūkesčio iš darbuotojo;
- sutaupomi kaštai, dėl atsisakytų nereikalingų darbų, procesų, efektyvesnės komunikacijos tarp darbuotojų;
- didesnis darbuotojų produktyvumas pasiekiamas, kai darbuotojai yra motyvuoti ir įsitraukę į organizacijos veiklą, siekia geriau atlikti savo darbą;
- greičiau užkertamas kelias neefektyviems ir neproduktyviems procesams atsirasti, dėl *Kaizen* principo, siekiančio nuolatinio tobulėjimo. Įdiegus šį procesą visos darbuotojų grandys gali išsakyti problemas ir siūlyti tobulinimus procesams;
- didesnis abipusis pasitikėjimas tarp darbdavio ir darbuotojo, dėl galimybės teikti siūlymus kaip galima tobulinti procesus, kelti problemas darbo aplinkoje ir įvesti pokyčius. LEAN siekia, kad visi darbuotojai galėtų prisidėti prie organizacijos tobulinimo;
- lengvesnė darbuotojų integracija, kai su efektyvinami procesai pritaikius *Kanban*, *Kaizen*, bei *DOJO* principus;
- darbuotojai jaučiasi pilnavertiškai įmonėje, kadangi vertinamas jų indėlis darbų procese ir jaučiamas geresnis ryšys su darbdaviu.

Atlikus SSGG analizę galima išskirti pagrindines LEAN metodo pritaikymo pastatų ūkio valdyme grėsmes:

- vadovai ir darbuotojai netikintys principais, gali sumažinti LEAN duodamą naudą. LEAN be tinkamo vadovavimo ir šių principų palaikymo netenka savo prasmės, nauda smarkiai krenta. Vadovai yra pagrindiniai asmenys organizacijoje, kurie turi skatinti šią mąstyseną;
- įdiegimo metu kyla efektyvumo sumažėjimas esančiuose projektuose. Taip nutinka dėl to, jog įdiegiant metodus darbuotojai negali atlikti projektinės veiklos, ko pasekoje projektai, vykstantys lygiagrečiai su LEAN įdiegimu nukenčia dėl žmogiškojo išteklių trūkumo;
- nebus skirtas žmogiškojo resurso LEAN metodui prižiūrėti organizacijoje. Tai yra didelė grėsmė, kadangi visi principai, patys iš savęs neveikia, jie priklauso nuo organizacijos žmonių sąmoningumo, įsitraukimo ir noro tobulėti. Todėl reikalinga skirti šių procesų paaiškinimui darbuotojams, įdiegiant principus fiziškai objektuose, bei nuolatos ieškant tobulintinų vietų.

2.7 lentelė. SSGG analizės LEAN pritaikymo PŪV pagrindiniai ryšiai (sudaryta autoriaus)

	Galimybės	Grėsmės
Stiprybės	Stiprybių panaudojimas galimybėms įgyvendinti. Vykdoma daugiau techninės priežiūros, kad sumažinti avarijų, įrangos gedimų skaičių ir visa įranga veiklų ilgiau ir ilgalaikėje perspektyvoje būtų sutaupyti kaštai. Taip pat patobulindami procesą, atsisakydami nereikalingos veiklos priežiūros darbuose galima būtų padidinti darbuotojų efektyvumą. Tai leistų atlikti daugiau darbų ir sumažinti išlaidas.	Stiprybių panaudojimas grėsmių sumažinimui. Norint atsisakyti pagrindinių grėsmių reikia palaikymo iš organizacijos vadovų, tam turėtų būti skirtas didesnis resursų kiekis ir keliama tikslai organizacijos lygmeniu pritaikyti LEAN metodą veikloje. Kadangi toks darbo modelis yra efektyvesnis ir taupo kaštus, pradinės investicijos su laiku atsipirks ir atneš didesnę naudą.
Silpnybės	Galimybių panaudojimas silpnybių sumažinimui. LEAN įdiegimas galimas palaipsniui, jog darbuotojai nejaustų didelių pokyčių, tačiau pritaikant LEAN darbuotojai ir darbdaviai pamatytų naudą. Diegiant palaipsniui nereikia tokio didelio darbuotojų resurso, tačiau taip pat galima gauti naudą. Matant rezultatus vadovai būtų labiau linkę investuoti į šią metodiką.	Silpnybes kurias reikia pašalinti norint sumažinti grėsmes. Pirmiausiai reikėtų sumažinti vadovų nepasitikėjimą LEAN metodu, kadangi jie sudaro didelę įtaką tolimesniam darbuotojų pasitikėjimu vykdomiems pokyčiams. Esant tinkamam vadovavimui proceso, galima pasiekti daugiau.

Išnagrinėjus visus keturis aspektus (stiprybes, silpnybes, galimybes ir grėsmes) apibendrinant duomenis galima matyti, kad LEAN metodas organizacijai suteikia pranašumą prieš kitas, dėl darbuotojų įsitraukimo į organizacijos sėkmės siekimą. Vien tik atradus ir panaikinus nereikalingus veiksmus kasdienėje veikloje, įmonės darbuotojai gali daugiau laiko skirti kitiems svarbiems ir vertę kuriantiems

veiksmams, o organizacija gali pasiekti kaštų taupymo. Taip pat, įdiegus LEAN metodus organizacijoje pagerinama komunikacija su vidiniu ir išoriniu klientu.

2.11. LEAN metodo ir statinio informacinio modelio naudojimo lygiagrečiai privalumai

Pastato informacinis modelis - tai 3D informacinis modelis, skirtas eksploatacijai, techninei priežiūrai ir procesų koordinavimui. Pastaraisiais metais daugelyje mokslinių tyrimų daug dėmesio skiriama bendradarbiavimui BIM ir taupumo koncepcijai, tačiau mažai paskelbta apie taupumo koncepcijas ir BIM eksploatacijos ir valdymo srityje (Hassan, 2020).

LEAN ir BIM turi stiprią sinergiją, nes BIM naudojimas atitinka, kai kuriuos LEAN metodo principus ir labai palengvina LEAN įgyvendinimą. Statybose yra daugybė švaistymo priežasčių, atsirandančių dėl to, kaip informacija generuojama, valdoma ir perduodama naudojant brėžinius, pavyzdžiui, projektavimo dokumentų neatitikimai, ribotas projektavimo informacijos srautas didelėmis partijomis ir ilgas informacijos užklausų ciklas. BIM labai padeda pašalinti šias nereikalingas procedūras, tačiau jis taip pat pagerina daugelio statybos proceso dalyvių darbo eigą, net jei jie tiesiogiai nesinaudoja BIM (Rafael Sacks et al., 2018).

Nagrinėdami LEAN ir BIM sąryšį, išvardijo 24 LEAN metodo principus ir 18 BIM funkcijų ir nustatė 56 aiškias tarpusavio sąveikas, iš kurių 52 buvo teigiamos (Rafael Sacks et al., 2010).

3. PASTATŲ ŪKIO VALDYMO MODELIO SUDARYMAS PRITAIKANT BIM TECHNOLOGIJĄ IR LEAN METODUS

Šiame skyriuje bus nagrinėjami BIM technologijos privalumai, LEAN metodo taikymas pastatų ūkio valdyje ir kaip šie du aspektai gali būti sujungti siekiant optimalaus pastatų ūkio valdymo proceso. Taip pat bus analizuojami BIM technologijos ir LEAN metodo pagrindiniai įgyvendinimo žingsniai ir galimi rezultatai, kurie gali būti pasiekti pastatų ūkio valdyje. Šis skyrius padės suprasti, kaip šios pažangios priemonės gali pagerinti pastatų ūkio valdymo veiklą, didinant efektyvumą, mažinant sąnaudas ir užtikrinant aukštą kokybę.

Taip pat bus atliekamas tyrimas, kurio metu siekiama atskleisti kaip LEAN metodas ir BIM technologija praktikoje galėtų spręsti organizacijos problemas, kokia būtų finansinė nauda, kaip organizacijoje LEAN metodą būtų galima pritaikyti pagal PŪV veiklą, kaip paruošti organizaciją BIM technologijos integracijai. Tyrimo metu autorius pateiks savo ar kitų autorių išvalgas apie LEAN metodo ir BIM technologijos įdiegimo naudas pasirinktai organizacijai. Atlikus tyrimą kaip pritaikyti LEAN

metodą ir BIM technologiją Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos operatoriaus Amber Grid, AB pastatų valdyje, bus praktiškai nustatyti privalumai ir trūkumai ir pateiktos detalios išvados.

Sudarant pastatų ūkio valdymo modelį prioritetas skiriamas prevencinei priežiūrai ir įrangos gedimų skaičiaus sumažinimui. Kaip ištirta SSGG analizėje LEAN metodas nurodo, jog darbų planavimas yra efektyvesnis, kai didesnis prioritetas skiriamas numatytos priežiūros darbams. Siekiant didesnės priežiūros kokybės ir geresnio planavimo, reikalinga tiksli informacija apie statinius ir darbų planavimo sistemas. Pastatų priežiūrėtojams darbą su duomenimis palengvina BIM technologija, kadangi visa informacija apie statinį yra vienoje sistemoje.

Tyrimui atlikti pasirinkta organizacija yra Lietuvos gamtinių dujų perdavimo sistemos operatorius Amber Grid, AB (toliau – organizacijos arba AG, arba Amber Grid). Nors šios organizacijos pagrindinė veikla nėra susijusi su pastatų priežiūra ir valdymu, tačiau dėl infrastruktūros masto organizacija turi ne vieną pastatą, kurį reikia priežiūrėti ir eksploatuoti. Žinoma, pagrindiniai remonto darbai atliekami vykdant viešuosius pirkimus, sudarant sutartis su subrangovais bei kitomis paslaugas teikiančiomis įmonėmis. Pastatų ūkio valdymas organizacijoje yra brandaus lygio ir apima visus priežiūros veiklos darbus bei „minkštųjų“ paslaugų valdymą. Tyrimui atlikti bus tiriami 60 administracinės paskirties ir 60 gamybinės-ūkinės paskirties pastatai. Pastatų skaičius paimtas iš Amber Grid reguliavimo apskaitos sistemos aprašo (Amber Grid, AB, 2022).

3.1. Veiksmų plano sudarymas BIM ir LEAN metodologijai įdiegti

Norint įdiegti pasirinktai organizacijai BIM technologiją, pirmiausiai turi būti sudarytas preliminarus veiksmų planas, reikalingas šios technologijos įgyvendinimui. Kadangi organizacijoje pastatų ūkio valdyje nėra procesų ir praktikos BIM technologijos pritaikymui, todėl pateikiamas autoriaus sudarytas idealus modelis. Šio modelio tikslas – sudaryti efektyvų ir kokybe grįstą pastatų eksploatavimo modelį. BIM įdiegimas PŪV veikloje pagerintų duomenų tikslumą ir jų perdavimo efektyvumą. Didesnis duomenų valdymas reikštų ir kokybiškesnį darbų planavimą.

Pastatų ūkio valdyje įdiegiant LEAN metodus, taip pat labai svarbu palaikyti ir LEAN metodų gyvavimą organizacijoje. Svarbiausi metodai organizacijai yra *Kaizen*, procesų schemas, BPP ir 5S. Šie metodai yra pritaikomi PŪV veikloje bei suteikia didesnę procesų ir darbuotojų efektyvumą objekte. Šių procesų įdiegimas turėtų vykti kartu su BIM technologijos įdiegimu, jog didelė dalis procesų galėtų būti sukurta pagal LEAN metodą.

Įdiegimo planą galima išskirti į tris etapus: BIM modelio sudarymas, BIM modelio integracija procesuose ir sistemose bei BIM modelio taikymas pastatų valdyje. Šių etapų eigoje taip pat taikomi bei įdiegiami LEAN metodai.

3.2. BIM technologijos taikymas PŪV veiklai

BIM modelio sudarymas galimas dvejais būdais. Pirmasis būdas - kai statinio projektavimo metu pasitelkiama BIM technologija. Tokiu atveju pastatų valdytojas gauna BIM modelį kartu su visa projekto „Taip pastatyta“ dokumentacija. Antrasis būdas - kai BIM modelio kūrimas reikalingas esamiems statiniams, kurių projektavimo metu nebuvo naudojama BIM technologija. Šiuo atveju reikia iš popierinių, skanuotų ar kitokiose formose esančius duomenis perkelti į BIM modelį, taip pat atlikti matavimus objekte, kad geometrinėje statinio formoje būtų kuo mažesne paklaida. Toliau bus aptariami BIM technologijos įdiegimui Amber Grid būtini reikalavimai.

3.2.1. BIM modelio detalumo lygio nustatymas

Informacijos parengties lygis (angl. Level of Detail, toliau – IPL). Kuo didesnis BIM modelio informacijos detalumas, tuo geriau eksploatacijos metu. Atkreiptinas dėmesys, kad didesnis IPL lygis didina projektavimo trukmę ir kaštus. Pastatų ūkio valdymui minimalus informacijos parengties lygis būtų LOD300, o idealus būtų LOD500. IPL lygis taip pat turėtų būti parenkamas, atsižvelgiant į tai ar projektuojamas naujas statinys, ar kuriamas modelis esamam statiniui.

3.2.2. BIM modelio informacijos reikalavimai

Informacijos kiekis BIM modelyje turi būti pakankamas pastatų ūkio valdymo specialistams. Ruošiant naują BIM modelį, būtina atsižvelgti į informaciją, kurios reikia minimaliam tolesniam įdiegimui ir rekomenduojamą informaciją. Toliau paruošiamas informacijos poreikio suvestinė.

3.8 lentelė. BIM informacijos poreikis pastatų ūkio valdymui (sudaryta autoriaus)

Pagrindinė informacija	Įrangos tipas
	Įrangos pavadinimas
	Įrangos grafinis atvaizdavimas
	Išvaizdos aprašymas
	Išvaizdos vizualizacija
Geometrinė informacija	Matmenys
	Medžiagiškumas
	Įrengimo aukštis
	Išskirtinės modelio detalės (nuotrauka arba tekstas)
Įrangos techninė specifikacija	Įrangos gaminio kodas
	Gamintojas
	Lokacija objekte
	Kaina
	Įsigijimo data

	Atsakingas skyrius
	Atsakingas asmuo
	Įrangos specifikacija
	Įrangos tipas
	Įrangos funkcijos
	Su įranga susiję elementai
	Specifinė įrenginio informacija
Papildoma informacija	Garantiniai terminai
	Sumontavimo instrukcija
	Naudotojo vadovas
	Dvimatis brėžinys
	Įrenginio efektyvumo grafikas
	Gamintojo informacija
Priežiūros informacija	Istoriniai priežiūros įrašai
	Istoriniai duomenys aptarnaujančio personalo
	Instrukcija techniniam aptarnavimui
	Identifikacinis numeris
	Techninio aptarnavimo grafikas

3.2.3. BIM technologijos COBie sąveikos reikalavimai

Diegiant BIM technologiją organizacijoje svarbu, jog informacija, esanti BIM technologijoje, būtų susiejama su kitomis organizacijoje naudojamomis sistemomis. Pats IFC modelis nėra apdorojamas kitų sričių programinės įrangos, todėl šioje vietoje reikalinga organizacijoje įsidiegti COBie sąveiką su BIM technologija. Tam, kad COBie sąveiką būtų galima pritaikyti BIM technologijos taikymo metu būtina laikytis standartizuotų modelio vaizdo apibrėžties (toliau - MVA). Šiuo metu yra trys baziniai MVA, kurie yra IFC įgyvendinimo lygiai: Koordinavimo vaizdas (IFC 4.*), derinimu pagrįstas ataskaitos vaizdas (IFC 4.3), projekto perdavimo eksploatacijai vaizdas (IFC 2x3, IFC 4.*).

3.2.4. BIM technologijos parengimo eiga ir technologijų taikymas

Technologijos parengimo procesas esamiems Amber Grid statiniams. Norint sukurti tikslų esamų statinių modelį, visus matavimus reikia atlikti objekte. Didinant matavimo efektyvumą, turi būti naudojamos išmanios technologijos: skaitmeninė fotogrametrija, žemės pločio lazerio skeneris (TLS) ir į žemę giliai įsiskverbiantis radijo signalas (GPR).

Šių duomenų gavimo technologijų tipinė funkcija yra geometrinės objekto informacijos užfiksavimas. Skaitmeninė fotogrametrija veikia taip, kad fiksuojamos nuotraukos yra konvertuojamos į 3D taškų debesis. Lazeriniai skeneriai naudoja daugybę sustiprintos šviesos taškų, kad išmatuotų atstumą nuo skenerio iki tikslo. Į žemę giliai įsiskverbiantis radijo signalas naudoja aukšto dažnio radijo signalą,

kad nustatytų įsiskverbimo objektų vietą. Atliekamas objekto skanavimas ir sukuriamas objekto taškų debesis.



3.11 pav. 3D taškų debesis vaizdas (ASC Technology Solutions, 2022)

Objekto taškų debesis - dar netinkamas integracijai į BIM modelį. Iš gautų taškų visumos sudaromas 3D grafinis pastato modelis. Sudarant grafinį modelį, jei kontūro elementas yra tiesi atkarpa brėžinyje, tuomet brėžiama tiesi atkarpa pagal koordinates. Esant sudėtingai architektūrai, kai statinio ir kontūro elementas nėra tiesi atkarpa, reikia atlikti apskritimo parametrų skaičiavimus ir brėžiamas netiesinis kontūro elementas. Visų šių kontūrų elementų visuma sudaro esamo pastato 3D grafinį modelį.



3.12 pav. Sudarytas grafinis pastato modelis (ASC Technology Solutions, 2022)

Parengus statinių grafinę dalį turimas modelis yra be informacijos. Šiame modelyje reikia papildyti medžiagų tipus. Tai galima padaryti naudojantis fotofiksaciją iš objekto ar projektinės dokumentacijos. Ruošiant BIM modelį esamam statiniui, daugiausiai laiko reikia skirti surenkant visą informaciją apie statinį, įrangą ir inžinerines sistemas. Visa ši informacija labai svarbi sudarant tikslius priežiūros

grafikus. Tam, kad duomenų pildymas būtų kuo efektyvesnis ir užimtų mažiau laiko darbuotojui, turi būti naudojama COBie duomenų failu, kuris vėliau yra importuojamas į BIM modelį.

COBie duomenų panaudojimas yra platus. Šie duomenys yra lengvai apdorojami ir pagal juos pastatų valdymo specialistas gali atlikti inventORIZACIJĄ, filtruoti elementus pagal parametrus ir lengvai pasidalinti duomenimis su kitomis suinteresuotomis šalimis.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType	Manufacturer	ModelNumber
227	Pre-planted vegetation blanket	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_45_57_91_65 : Pre-planted vegetation	Pre-planted vegetation blankets			
228	Rootball securing assembly	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_45_63_64_72 : Rootball securing frames	Rootball securing asse	enquiries@greenleafrees.co.uk	SASDMA	
229	Stakes	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_45_63_64_84 : Stakes	Stakes	sales@jacksons-fencing.co.uk	Tree Stakes	
230	Tree grilles	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_45_63_64_87 : Tree grilles	Tree grilles	msf.sales@marshalls.co.uk	OLTG204, Oll	
231	Tree guards	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_45_63_64_88 : Tree guards	Tree guards	msf.sales@mcshalls.co.uk	OLTR301, Oll	
232	Corrosion inhibitor chemicals for	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_55_96_15 : Corrosion inhibitor chem	Corrosion inhibitor che	Submit proposals.		
233	Scale inhibitor chemicals for op	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_55_96_77 : Scale inhibitor chemicals	Scale inhibitor chemi	Submit proposals.		
234	Dosing pots	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_55_97_07 : Biocide dosing pots ; Pr	Dosing pots	Submit proposals.		
235	Gas fired condensing boilers	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_60_08_34 : Gas fired condensing bo	Gas fired condensing b	Submit proposals.		
236	Storage water heaters, gas fired	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_60_96_34 : Gas-fired storage water	Storage water heaters	Submit proposals.		
237	Immersion heaters	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_60_96_42 : Immersion heaters	Immersion heaters	Submit proposals.		
238	Low temperature hot water hea	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_60_65_37_47 : Low temperature hot wa	Low temperature hot w	Submit proposals.		
239	PVC-U solid wall below ground	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_65_52_07_88 : Unplasticized polyvinyl	PVC-U solid wall below	Submit proposals.		
240	Covers and gratings for floor gu	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_65_52_24_30 : Floor gully covers and gr	Covers and gratings fo	Submit proposals.		
241	Floor gullies	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_65_52_24_31 : Floor gullies	Floor gullies	Submit proposals.		
242	Freestanding grease traps and c	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_65_52_25_32 : Free-standing grease tra	Freestanding grease tr	WPL Ltd Sewage Treatment & Rail	WPL Grease C	
243	Pressure gauges	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_65_52_34_66 : Pressure gauges	Pressure gauges	Contractor's choice.		
244	Temperature gauges	info@ABCArchitecture.com	2017-04-05	Pr_65_52_34_88 : Temperature gauges	Temperature gauges	Contractor's choice.		

3.13 pav. COBie duomenų atvaizdavimas iš BIM modelio (Hamil, 2018)

3.3. Pastatų ūkio valdymo modelis paremtas BIM technologija

Pastatų ūkio valdymo srityje dažnu atveju planiniai priežiūros darbai yra planuojami pagal minimalius reikalavimus, o visą likusį laiką yra atliekami reaktyviosios techninės priežiūros darbai. Taip yra todėl, kad didelė dalis PŪV specialistų neturi lengvai prieinamos duombazės apie valdomus objektus. Atsižvelgiant į tai, sudaryti tikslingus ir duomenimis grįstus prevencinės priežiūros grafikus yra sudėtinga ar išvis neįmanoma. Norint pasiekti tobulesnį PŪV veiklos modelį, siūloma integruoti BIM technologiją kartu su kitomis informacinėmis sistemomis, bei papildomai įrengti monitoringo daviklius objektuose, kad būtų matomi sistemų parametrai realiu laiku.

Siekiant sukurti efektyvų ir kokybiškos priežiūros modelį pastatų ūkio valdymo sričiai svarbu užtikrinti šiuos principus:

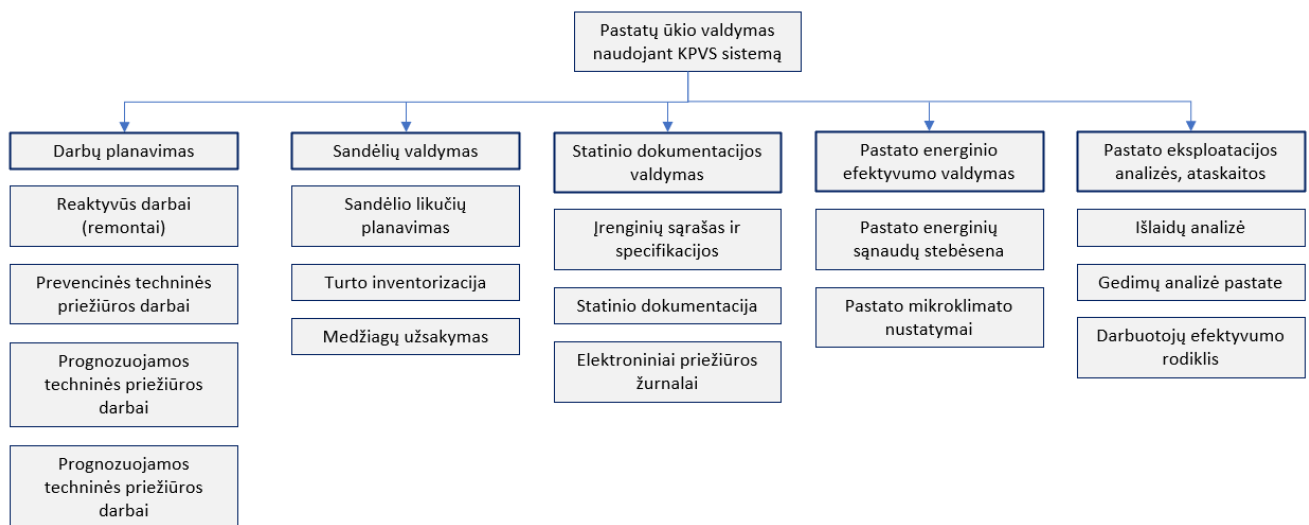
- duomenys apie statinius yra nuolat atnaujinami ir lengvai pasiekiami visiems;
- nuolatinis statinio įrengimų ir statinio sistemų veikimo stebėjimas;
- objekto valdymui pasitelkta kompiuterizuota priežiūros programinė įranga;

- planuojama prevencinė ir prognozuojama techninė priežiūra;
- vykdoma nuolatinė pastato naudojimo analizė;
- siekiama užtikrinti efektyvų pastato naudojimo režimą;
- užtikrinama tvarkinga dokumentacija objekte.

Turint tikslų statinio grafinį modelį su visa informacija apie statinį BIM modelyje, toliau turi būti įdiegiamos programinės įrangos, kurios sąveikautų tarpusavyje ir būtų maksimaliai išnaudota BIM modelio suteikiama informacija. Norint padidinti PŪV veiklos efektyvumą įdiegiama kompiuterizuota priežiūros valdymo sistema (toliau – KPVS).

3.3.1. BIM technologijos kartu su kompiuterizuotos priežiūros valdymo sistemos integracija į PŪV

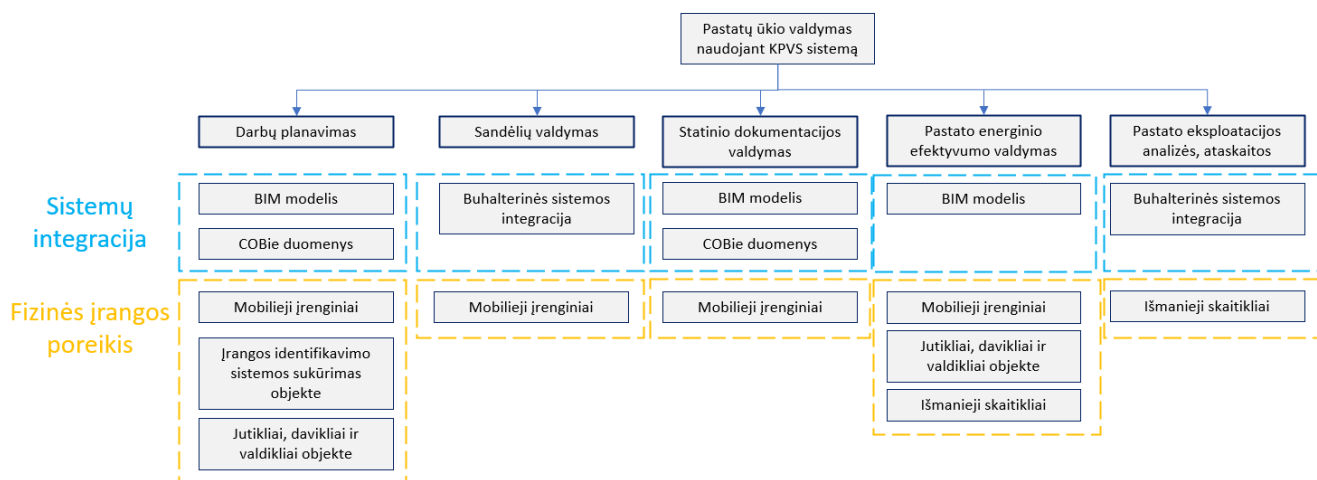
Siekiant didesnio darbų planavimo efektyvumo PŪV veikloje reikalinga informacinė sistema, kurioje būtų galima efektyviau planuoti darbus objekte bei valdyti žmogiškųjų išteklių resursus. Programinę įrangą pasirinkti reikėtų atsižvelgiant į tai, kaip plačiai įranga gali būti panaudota ir kiek turi veiklos sričių įskiepių. Pasitelkiant KPVS sistemą siekiama pastatų ūkio valdymo srityje apjungti keletą procesų į bendrą visumą, valdyti procesus per vieną sistemą. Toks valdymo modelis atitiktų ir LEAN metodą, kadangi mažiau laiko truktų atlikti veiksmus vienoje sistemoje. Pagal siūlomų KPVS sistemų galimybes ir PŪV poreikius sudaroma veiklos sričių schema.



3.14 pav. KPVS sistemos panaudojimo pastatų ūkio valdymui (sudaryta autoriaus)

Sudarius KPVS sistemos panaudojimo sritis, matoma, jog ši sistema be papildomų integracijų į kitas sistemas neveiks. Tad kiekvienai veiklos grupei sudaroma papildomų įrenginių, sistemų integracijos poreikio schema. Sudarius integracijos žemėlapi galima matyti, kokias papildomas sistemas,

įrenginius sudarant projektinį PŪV modelį dar reikia įdiegti. Atliekant šį žingsnį nustatytas poreikis: buhalterinės įrangos integracija, mobilieji įrenginiai, įrangos identifikavimo sistemos sukūrimas objekte, jutiklių, daviklių, valdiklių ir išmaniųjų skaitiklių įrengimas objekte. Atkreiptinas dėmesys, kad daugelyje sričių BIM modelis yra panaudotinas ir suteikiantis svarbią informaciją.



3.15 pav. KPVS sistemos įdiegimui reikalingos integracijos tarp sistemų ir įrenginių (sudaryta autoriaus)

BIM ir COBie

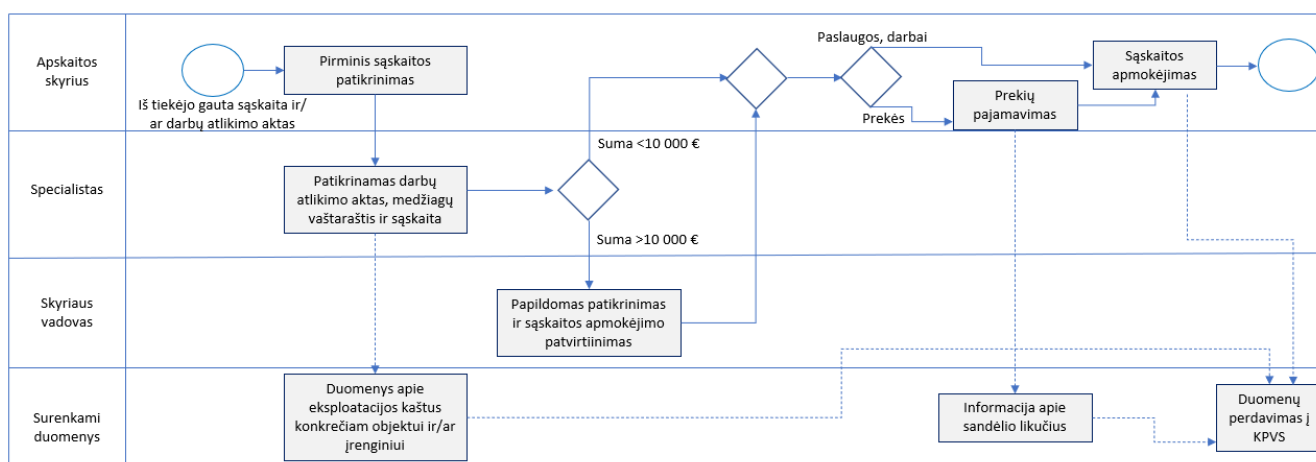
Integruojant BIM technologiją į KPVS sunkumų neįkyla, kadangi yra naudojamas IFC failas, o taip pat daugelis sistemų turi integraciją su BIM modelio failu. Siekiant susieti KPVS ir BIM talpinamus duomenis, o ne tik grafinį vaizdą, reikėtų naudoti COBie duomenis. Perdavimui iš BIM modelio į kitas sistemas, COBie duomenų išvestis ir įvesties forma turi būti standartizuota, tam, kad duomenys būtų tinkamai perduodami. Daugelis didžiausių KPVS sistemų jau turi integraciją su BIM technologija ar planuoja artimiausiu metu tai įgyvendinti. Keletas pavyzdžių sistemų, kurios gali integruoti BIM technologiją: IBM Maximo, Fiix, Siemens Desigo CC, Maintenance Connection.

3.3.2. Išteklių planavimo sistemos integracija į pastatų ūkio valdymo veiklą

Išteklių planavimo sistema.

Dirbant įprastu modeliu, kai Amber Grid yra buhalterinė sistema ir sąskaitos perduodamos apskaitos skyriui, nėra efektyvu ir prarandama didelė dalis informacijos. Siekiant efektyvaus proceso organizacijai taikoma įmonių išteklių planavimo sistema (angl. Enterprise Resource Planning, toliau – IPS) apskaitai valdyti. Taip pat IPS gali būti integruota į KPVS. Šios sistemos leidžia visiems darbuotojams pasiekti tuos pačius duomenis, dėl to visi dirba su naujausia dokumento versija. Taip pat

pastatų ūkio valdytojams aktualu yra atliktų darbų aktų ir sąskaitų patikra, todėl naudodami IPS sistemą, procesas vyksta kartu su apskaitos skyriumi. Įdiegus šią sistemą organizacijoje atkrenta nenaudingas darbas: spausdinti, skanuoti, ranka pasirašinėti ir vaikščioti pas kolegas dėl sąskaitų patvirtinimo. Rekomenduojamas sąskaitų tvirtinimo būdas PŪV veikloje pateikiamas žemiau. Pagrindiniai privalumai tokio darbo modelio: mažesnė tikimybė suklysti, nėra galimybės pamesti sąskaitos, didesnis skaidrumas organizacijoje, mažesnis rankinis darbas, bei didesnis naudingų duomenų kiekis.



3.16 pav. IPS sistemos taikymo procesas organizacijoje ir duomenų ryšys su KPVS sistema (sudaryta autoriaus)

3.3.3. Įrangos identifikavimo sistemos sukūrimas pastatų ūkio valdymo srityje

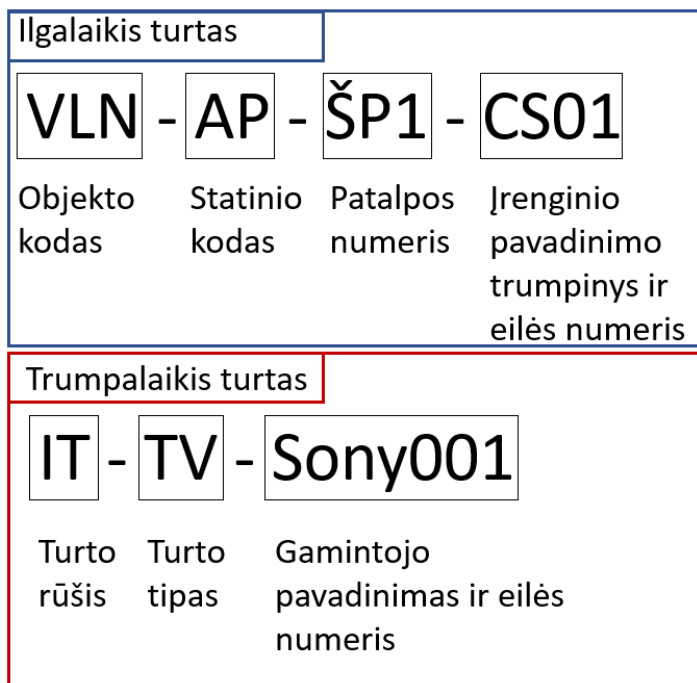
Įrangos identifikavimo sistema:

Optimizuojant visą pastatų ūkio valdymo procesą reikia nepamiršti, kad didesnė dalis laiko švaistymo gali susidaryti objekte. Naudodami KPVS sistemą technikas gali prieiti prie duomenų apie statinyje esančias inžinerines sistemas ir įrengimus, tačiau dėl didelio kiekio įrenginių gali būti sunku nustatyti būtent tą įrenginį kurio ieškoma. Norint šią problemą išspręsti reikėtų taikyti LEAN 5S metodą (surūšiavimas, sutvarkymas, spindėjimas, standartizavimas, savikontrolė).

Pirmasis žingsnis sudaryti turto kategorijas, kadangi laikomasi apskaitos taisyklių. Taigi, išskiriamos dvi kategorijos: ilgalaikis turtas ir trumpalaikis turtas. Toliau sudaromi šių kategorijų pogrupiai:

- Trumpalaikis turtas: IT įrenginiai, baldai, mobilūs įrenginiai, stacionarūs įrenginiai, įrengimai, įrankiai;
- Ilgalaikis turtas: inžinerinės sistemos ir jų komponentai, statiniai, įrenginiai, inžineriniai statiniai.

Turtui sukuriamas unikalūs numeriai, pagal kuriuos bus galima identifikuoti turtą ir kitą naudingą informaciją. Klasifikatorius, kurio be sistemos neįmanoma iššifruoti, yra nenaudingas PŪV veikloje, kadangi technikai, esant objekte, svarbu greitis ir kokybė. Pateikiamas klasifikatoriaus sudarymo modelis, kuris lengvai skaitomas dirbančiam personalui ir kurį galima lengvai plėsti. Unikalus numeriai turi galybę variacijų galimybių.



3.17 pav. Turto identifikavimo koduotės taisyklės (sudaryta autoriaus)

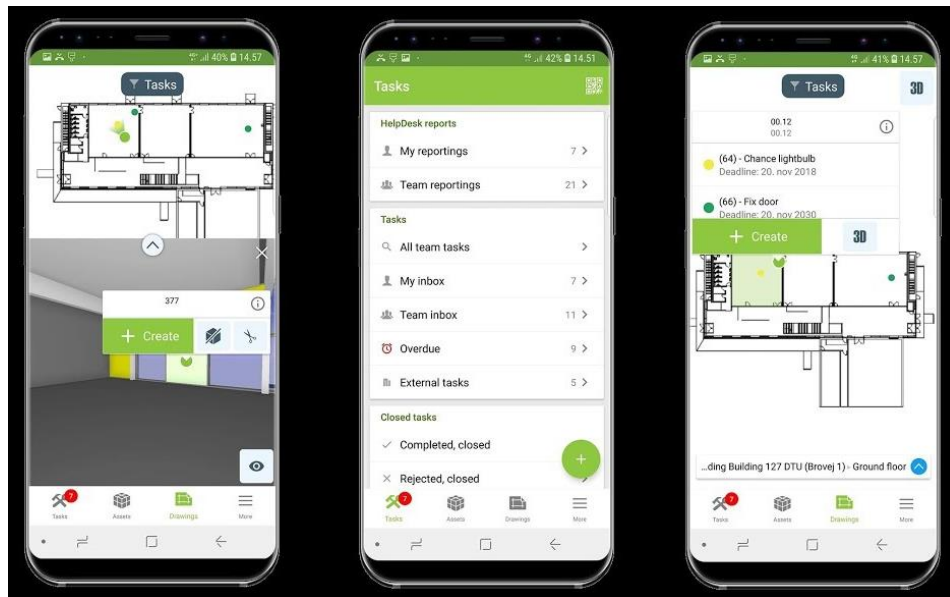
Sudarius taisyklės lengva atpažinti ir nustatyti turto vietą ar koks tai yra turtas. Pavyzdžiui „VLN-AP-ŠP1-CS01“ identifikacinis kodas iššifruoja į Vilniaus objekto, administracinio pastato, šilumos punkto Nr. 1, cirkuliacinis siurblys Nr. 01. „IT-TV-Sony001“ nurodo jog tai yra informacinių technologijų skyriaus televizorius Sony gamintojo Nr. 1.

Sudarius turto identifikavimo koduotės taisyklės, toliau atliekamas įdiegimas šių identifikavimo koduočių objekte IPS sistemoje. Papildomai, šie kodai turi būti įvesti į BIM modelį. Tai rekomenduojama atlikti taikant COBie duomenis. Įdiegus koduotę į BIM integracijos būdu, galima šiuos duomenis perkelti ir į KPVS sistemą. Objekte ši koduotė turi būti spausdinama ir klijuojama ant įrangos gerai matomoje vietoje taip, jog netrukdytų įrenginių naudojimui. Papildomai sudarius kodus įrangai gali būti sugeneruotas bar kodas, kurį galima nuskaityti su išmaniaisiais įrenginiais.

3.3.4. Išmaniųjų įrenginių ir jutiklių panaudojimas kartu su kompiuterizuota priežiūros valdymo sistema

Išmanieji įrenginiai:

Pastatų priežiūros srityje yra nusistovėję standartai: atlikus darbus registruoti popieriniuose žurnaluose, darbų atlikimo aktuose. Įdiegus KPVS sistemą į šią veiklą, nebelineka poreikio turėti popierinių dokumentų objekte ir jų pildyti. Visi darbuotojai objekte naudodami išmaniuosius telefonus, planšetes, gali tas pačias užduotis atlikti greičiau ir jos iškart yra perduodamos paslaugos teikėjui ir užsakovui. Būtina užtikrinti, jog visi darbuotojai mokėtų naudotis šiomis technologijomis, tad diegiant KPVS sistemas būtina vykdyti nuolatinis ir įvadinius mokymus darbuotojams. Nuolatinis tobulėjimas leidžia operatoriui greičiau naviguoti sistemoje ir iš sistemos pasiimti didesnę naudą. Šiuo metu išmanieji įrenginiai integracijoje yra pažengę iki tokio lygio, kad visas procedūras, kurias atliekame stacionarioje darbo vietoje prie kompiuterio, galime atlikti ir per mobilų įrenginį.



3.18 pav. KPVS sistemos atvaizdavimas su BIM modelio informacija išmaniam įrenginyje (Dalux, 2018)

Dėl didelio informacinių technologijų progreso ateityje šios technologijos galėtų suteikti dar didesnę naudą PŪV veikloje. Šiuo metu yra kuriamos papildytos realybės sistemos, kuriomis būtų galima išmaniuoju įrenginiu objekte palyginti esamą situaciją su BIM modeliu. Tai suteiktų didelę naudą, kadangi būtų galima matyti pakitimus objekte, inžinerinės sistemos, kurios yra už atitvarų, elementus ar greičiau lokalizuoti įrangos gedimo šaltinį.

Išmanieji jutikliai

Pastatų ūkio valdymui gali būti naudojami daugelio tipų išmanieji jutikliai, pavyzdžiui, davikliai, sensoriai, skaitikliai ar netgi valdikliai (toliau – išmanieji jutikliai), kurie gali būti susieti su KPVS sistema ir iš gaunamų duomenų daromi darbo veiklos pakeitimai, atliekamos pastato naudojimo analizės.

Pastatuose siūloma įdiegti šiuos išmaniuosius jutiklius:

- temperatūros jutikliai;
- drėgmės jutikliai;
- oro kokybės jutikliai;
- energijos naudojimo jutikliai;
- judesio jutikliai;
- apšvietimo jutikliai;
- vandens jutikliai.

Dauguma išmaniųjų jutiklių veikia nuo vidinių baterijų, sąveikaujant su sistemomis, pasitelkiant belaidžio interneto ryšio technologijas (toliau – BIRT). Atsižvelgiant į šiuos aspektus pastatų valdytojo užduotis yra užtikrinti, kad vietos, kuriose montuojami išmanieji jutikliai bus prieiga prie BIRT. Išmanieji jutikliai turi būti montuojami vietose, kuriose yra svarbu užtikrinti tinkamą mikroklimatą, pavyzdžiui, pastato techninėse patalpose, darbo vietose, pavojingose zonose. Išmanieji jutikliai montuojami atviroje erdvėje arba patalpoje, integruojant į inžinerines sistemas ar įrenginius. Integravimas išmaniųjų jutiklių į įrenginius gali parodyti veikimo darbo nuokrypius, dėl ko vėliau gali susidaryti įrenginio gedimas ar neefektyvus darbas, todėl išmaniųjų jutiklių įrengimas yra svarbi visos prevencinės priežiūros modelio dalis.

Išmaniųjų jutiklių panaudojimo vietos ir teikiama nauda:

- Temperatūros jutikliai: jie gali matuoti vidinę ir išorinę temperatūrą pastate, įrenginyje. Šie išmanieji jutikliai gali būti įrengti kiekviename kambario ar patalpos taške ir leisti stebėti temperatūros pokyčius bei valdyti šilumos tiekimą, oro kondicionavimą. Įrengiant šiuos išmaniuosius jutiklius įrenginiuose, galima stebėti jų darbinę temperatūrą ir laiku reaguoti į padidėjusią temperatūrą, kas rodytų įrangos perkrovimą ar gedimą.

- Drėgmės jutikliai: jie gali matuoti drėgmės lygį pastate. Šie išmanieji jutikliai yra naudingi tam, kad būtų galima išvengti drėgmės sukeltų problemų, pavyzdžiui, pelėsių formavimosi ir efektyviau valdyti oro kondicionavimo sistemą.

- Oro kokybės jutikliai: šie išmanieji jutikliai gali matuoti skirtingus parametrus, tokius kaip CO₂ lygis, dujų koncentracija, dulkių lygis ir kt. Jie padeda stebėti ir užtikrinti geros kokybės oro tiekimą pastate, poreikį vykdyti oro filtrų pakeitimus arba atlikti papildomą vėdinimą.

- Energijos naudojimo jutikliai: šie išmanieji jutikliai gali matuoti elektros energijos, šilumos ar vandens naudojimą pastate. Jie leidžia stebėti energijos sąnaudas ir nustatyti efektyvesnius energijos vartojimo būdus. Tai padeda nustatyti galimus energijos taupymo šaltinius ir sumažinti sąnaudas.

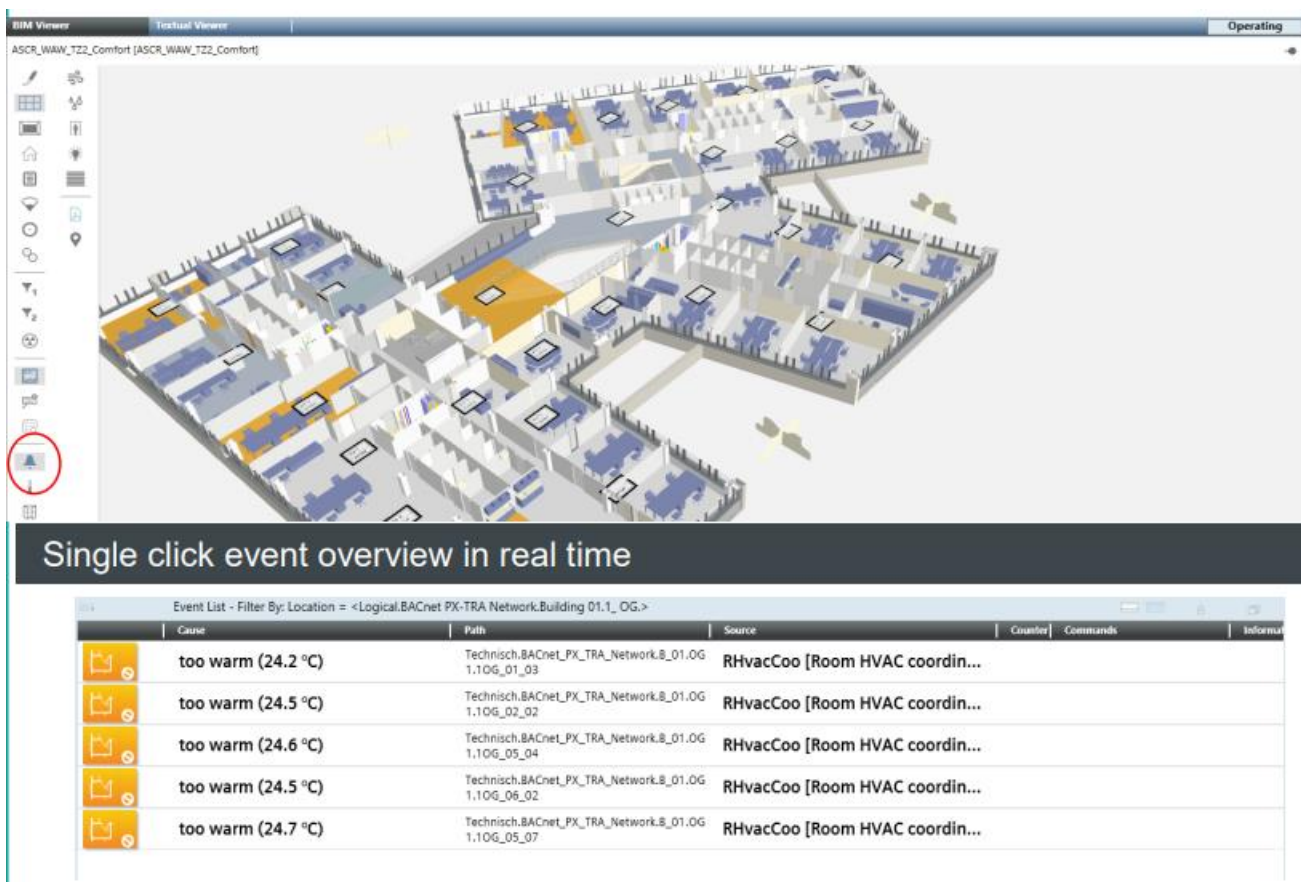
- Judesio jutikliai: šie išmanieji jutikliai gali aptikti judesį pastato viduje ar išorėje. Juos galima naudoti tam, kad pastatas automatiškai įjungtų arba išjungtų prietaisus ar pagal judėjimo dažnumą reguliuotų mikroklimato sistemų darbą.

- Apšvietimo jutikliai: Šie išmanieji jutikliai gali matuoti šviesos intensyvumą pastato viduje arba išorėje. Jie aptinka šviesos lygį ir gali būti naudojami valdyti apšvietimo sistemas tam, kad prisitaikytų prie esamos šviesos sąlygų. Pavyzdžiui, jei pastate yra pakankamai natūralios šviesos, apšvietimo jutikliai gali nuspręsti sumažinti dirbtinio apšvietimo intensyvumą, taupant energiją.

- Vandens jutikliai: Šie išmanieji jutikliai gali matuoti vandens lygį, srovę arba nuotekį pastato vandens sistemose. Jie naudingi siekiant aptikti nuotėkius arba nereguliuojamus vandens naudojimo modelius. Vandens jutikliai gali padėti nustatyti vandens šaltinius, kurie gali sukelti energijos nuostolius arba vandens švaistymą pastate. Be to, jie taip pat gali būti naudojami vandens filtrų ir kitų vandens aparatūros priežiūrai ir valdymui.

Renkantis išmaniuosius jutiklius rekomenduotina rinktis iš geriausiai žinomų gamintojų, dėl jų tikslumo ir patikimumo, bei dėl to, jog integracija šių daviklių galima į didesnę kiekį sistemų. Rekomenduotini gamintojai: Bosch, Honeywell, Siemens, Schneider Electric, ABB.

Jutikliai, integruoti į KVPS sistemą, turi būti susieti su patalpomis ar įranga, kurioje yra sumontuoti. Tai galima atlikti pasitelkiant anksčiau sudarytą identifikavimo sistemą. Atlikus įdiegimą, KVPS sistema mums leidžia vizualiai atvaizduoti, kur yra nukrypimai nuo nustatytų norminių ribų.



3.19 pav. Realio laiko jutiklių rodiklių atvaizdavimas BIM vaizde (Siemens, 2021)

3.4. Pastatų ūkio valdymo modelio sudarymas pritaikant BIM technologiją

Paruošus KVPS sistemą ir integravus BIM duomenis, toliau lieka sudaryti PŪV modelį. Pastarasis galėtų pasinaudoti prieinamais įrankiais tam, kad darbo efektyvumas ir kokybė būtų maksimizuota. Techninės priežiūros planavimas didinant prevencinę ir numatytą priežiūrą – tai priežiūra grįsta duomenimis apie įrangos darbo laiką, istorinius įrangos gedimų duomenis ir realius parametrus. Įdiegtoje KVPS sistemoje turime visus reikalingus duomenis paruošti priežiūros planą. Norint sukurti sklandų, efektyvų ir kokybišką pastatų ūkio valdymo modelį reikia užtikrinti šiuos kriterijus: priežiūros darbų planavimą, pastato sistemų darbo režimo valdymą, rizikų modeliavimą.

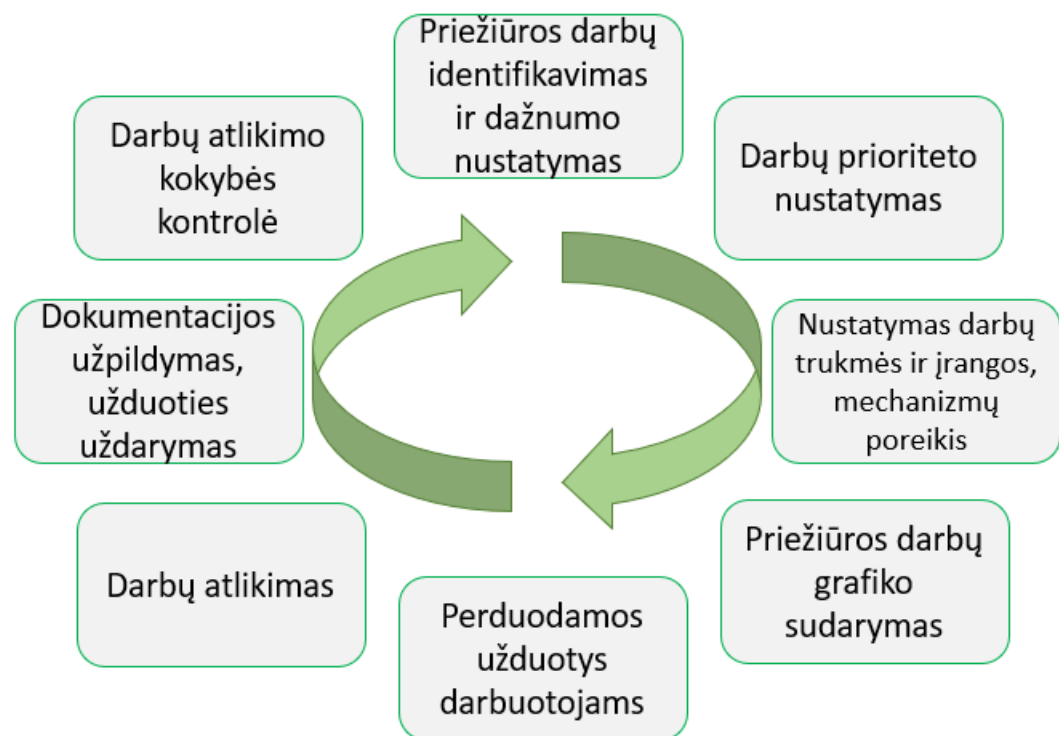
Priežiūros darbų planavimas

Pagrindinis tikslas, planuojant statinių priežiūros darbus, planuoti darbus taip, kad jų atlikimas nebūtų per daug dažnas, o atlikimo kokybė būtų aukščiausia. Norint sudaryti efektyvius ir kokybiškus grafikus būtina atsižvelgti į prieinamus duomenis:

- įrenginių gamintojų nurodymus;
- sezoniškumą;

- įrangos gedimų dažnį ir priežastis;
- esamą įrangos ir statinių būklę;
- klimato sąlygas;
- darbo aplinkoje vykstančius procesus.

Planavimo darbai neapsiriboja tik reikalingų darbų dažnumo sudarymu objektui, kadangi organizacija dažnu atveju prižiūri ne vieną objektą. Sekantis žingsnis - KPVS sistemoje turi būti užtikrinamas pakankamas darbo jėgos pajėgumas atlikti darbus, įrangos ir mechanizmų prieinamumas nustatytais terminais. Jei nėra išteklių darbams atlikti, turi būti organizuojama išorinių rangovų pagalba atlikti darbus arba keitimas esamų darbų prioritetų. Visos užduotys ir grafikai turi būti planuojami vienoje sistemoje siekiant lengvesnio darbų proceso valdymo, todėl pasitelkiama KPVS sistema. Atlikus darbus darbuotojai privalo užpildyti KPVS sistemoje atliktų darbų aprašymą ir kokios dalys buvo pakeistos šių darbų metu. Šis žingsnis leidžia lengviau atlikti kokybės kontrolę bei planuoti sekančius darbus, o kartais net diagnozuoti įrangos gedimus.



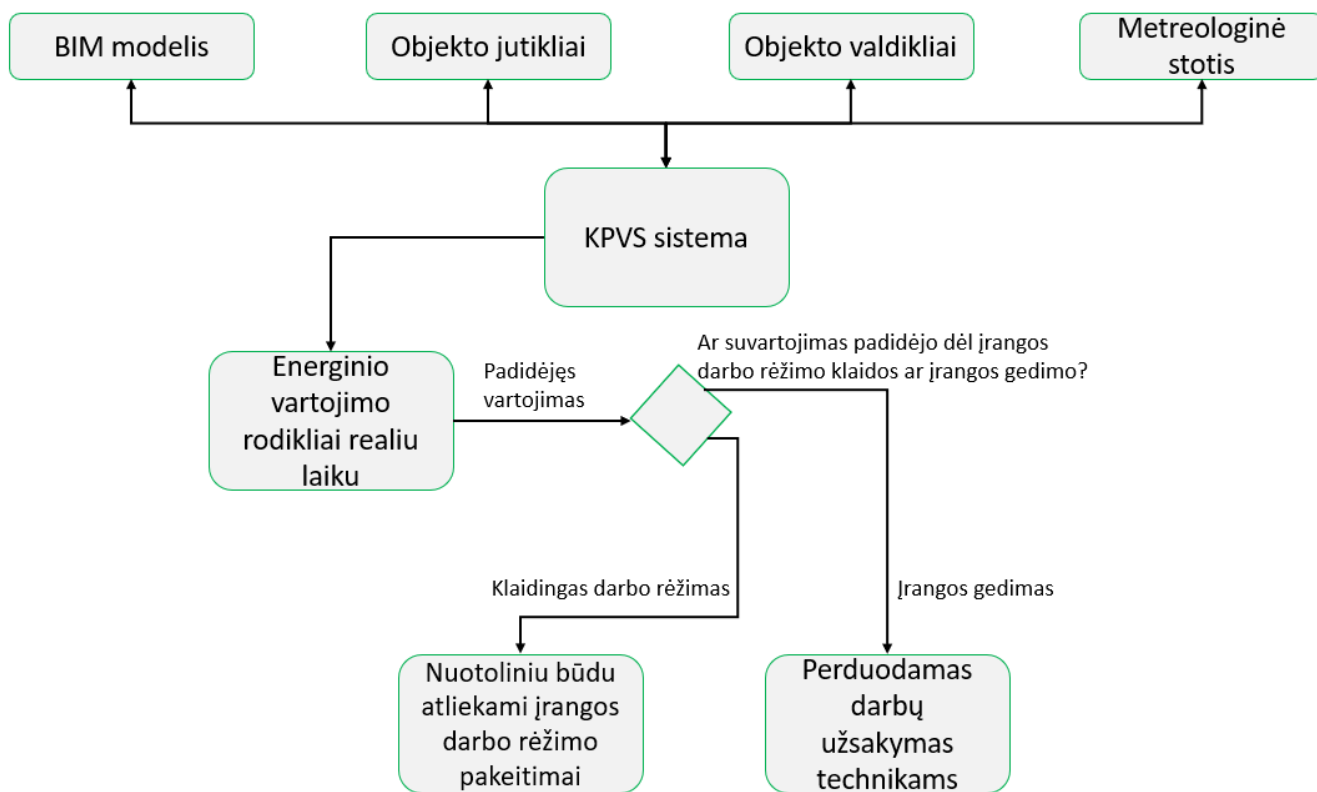
3.20 pav. Priežiūros darbų sudarymo eiga (sudaryta autoriaus)

Pastato sistemų darbo režimo valdymas

Pastato sistemų darbo režimo valdymas užtikrina, jog organizacijos pastatai yra naudojami efektyviausiai. Taikant statinio BIM technologiją, išmaniuosius jutiklius objekte bei pasitelkiant KPVS sistemą galima suprogramuoti statinio sistemų veikimą. Pagal nustatytas taisykles darbo režimas būtų

koreguojamas pagal: vidaus ir lauko temperatūrų skirtumus, oro kokybės rodiklius, patalpų užimtumą, darbų procesus patalpose, lankytojų skaičių ar netgi atsinaujinančios energijos gamybos pajėgumus.

Pastato vartojimo rodmenys gali leisti organizacijoms užkirsti kelią resursų eikvojimui, kai įranga dirba pagal netinkamą darbo režimą ar yra sugedusi ir jos suvartojimas yra padidėjęs. Pagal sudarytą schemą naudodami KPVS sistemą ir turimus duomenis iš objekto ir statinio informacinio modelio galime priimti sprendimus pastato efektyvumui padidinti.



3.21 pav. Energinio monitoringo sistemos naudojimas pastatų ūkio valdymo veikloje (sudaryta autoriaus)

Sudarytas pastato energinio naudojimo monitoringas, užtikrintų efektyvų energinių išteklių panaudojimą, sumažintų kaštus, padidintų įrangos tarnavimo laiką, padidintų klientų pasitenkinimą ir padidintų defektų šalinimo laiką, pastatuose.

Rizikų modeliavimas

Prižiūrint statinius, kuriuose vyksta įvairūs darbo procesai, dirba žmonės, tai yra svarbi organizacijos dalis. Be statinių veikla organizacijoje negalėtų tęstis. Tam reikalinga organizacijoje valdyti įvairias rizikas susijusias su pastatų ūkio valdymo veikla.

Rizikų modeliavimas ir valdymas organizacijoje atliekamas atsižvelgiant į įrangos kritiškumą organizacijai, gedimo ir defektų galimas pasekmes, organizacijos veiklos tęstinumą, esant galimai rizikai. Rizikų valdymą organizacijoje galima išskirti į penkis pagrindinius žingsnius: pavojaus ir rizikos

identifikavimas, rizikos įvertinimas, prevenciniai veiksmai, veiksmų įdiegimas, pakartotinis rizikos vertinimas ir prevencinių priemonių efektyvumo vertinimas.

- Pavojų ir rizikos vertinimu nustatoma, koks galimas pavojus ir rizika atliekant tam tikras užduotis. Taip pat būtina nustatyti, kokiems asmenims kyla rizika šių darbu metu.
- Įvertinamos rizikos dviem aspektais: kokia tikimybė ir kokiomis sąlygomis gali atsitikti incidentas ir kokio dydžio žala būtų padaryta incidento metu. Atsakius į šiuos klausimus būtų galima suprasti rizikos tikimybės dydį ir jos galimą žalą organizacijai ar aplinkiniams.
- Prevencinių veiksmų prioritetinėms rizikoms sumažinti sudarymas. Kadangi rizikų pilnai pašalinti nėra įmanoma, todėl siekiama šias rizikas kiek įmanoma sumažinti pasitelkiant šiuos būdus: fiziškai pašalinamas pavojus, pakeičiama pavojinga dalis, apsaugoti žmones nuo pavojaus, pakeisti darbų modelį, jog būtų sumažinta rizika, suteikti darbuotojams apsaugos priemonės dirbant pavojingoje aplinkoje.
- Prevencinių veiksmų įdiegimas ir pakartotinis vertinimas organizacijoje. Įdiegus prevencinius veiksmus organizacijoje, toliau turėtų sekti pakartotinis pavojų ir rizikos vertinimas, nustatant ar nekilo naujų pavojų ir ar esamas pavojaus ir rizikos lygis yra pakankamai mažas. Visos priemonės, kurios buvo įdiegtos įvertinamos pagal jų efektyvumą, kiek jos prisidėjo prie pavojaus sumažinimo. Toks nuolatinis tobulinimas darbo procesų ir saugos darbe sumažina incidentų kiekį organizacijoje.

3.5. LEAN metodo principų įdiegimas į PŪV veiklą

Amber Grid turėtų būti atliekamas LEAN metodų teorinis naudos apskaičiavimas, pateikiamos įdiegimo gairės ir apibendrintai pateikti rezultatai. Pasirenkami artimiausi PŪV veiklai pritaikomi LEAN metodai, kurie ir bus nagrinėjami detaliau:

- *Kaizen*;
- 5S metodas;
- Procesų schemas;
- Visuotinė gamybos priežiūra.

3.5.1. KAIZEN principo įdiegimas organizacijoje

Sudaromas veiksmų planas įdiegti *Kaizen* mąstyseną PŪV veikloje:

- esamų procesų stebėjimas, tvarkų peržiūrėjimas, darbuotojų veiklos stebėjimas;
- problemų veikloje nustatymas ar potencialių tobulintinų sričių suradimas;
- dabartinio veiklos modelio, kurį norime patobulinti, išanalizavimas;

- idėjų, techninių sprendimų proceso pagerinimui sudarymas;
- plano įgyvendinamam sprendimui paruošimas;
- po įdiegimo peržiūrimi rezultatai ir ieškoma, kaip būtų galima dar pagerinti veiklos modelį.

Taigi, pirmas žingsnis organizacijoje yra stebėjimas. Vadovams, skiriant savo laiką ir stebint procesus organizacijoje, gali kilti klausimai, kurie veda prie tobulėjimo. Norint nustatyti pasikartojančias problemas, susijusias su atliekamais darbais ar organizacijos procedūromis, reikia sudaryti darbuotojams galimybę išsakyti problemas. Sekantis žingsnis - padidinti organizacijos darbuotojų įsitraukimą. Tai galima pasiekti įdiegiant *Kaizen* pasiūlymų sistemą. Toliau aprašomas šios sistemos įdiegimo etapas ir jos veiklos procesas organizacijoje.

Kuriant tokią sistemą, pirmiausiai turi būti suburtą komanda darbuotojų, kurie būtų atsakingi už *Kaizen* idėjų įdiegimo valdymą. Šiai komandai Amber Grid turėtų paskirti biudžetą ir įgalinti priimti tam tikrą dalį sprendimų. Sekantis žingsnis būtų sukurti sistemą, per kurią visi darbuotojai galėtų teikti pasiūlymus, iškelti problemas. Dėl patogesnio valdymo sukuriamą kompiuterinę apklausos formą, kurioje pildoma tik pagrindinė informacija. Kuriant apklausos formą būtina suformuoti aiškius klausimus ir sumažinti klausimų skaičių kaip įmanoma, kad užpildymas truktų ne ilgiau kaip 5 minutes.

Veiklos gerinimo idėjų pateikimas

Vardas Pavardė *

Vardas
Pavardė

Aprašyti identifikuo-tą problemą *

Pateikti siūlymą veiklos pagerinimui *

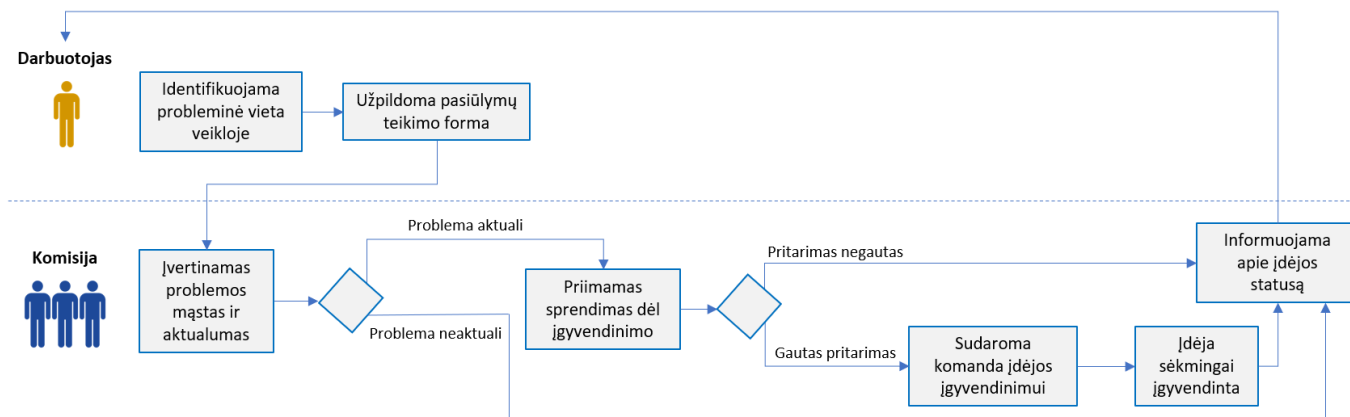
Failo įkėlimo vieta

Jei aktualu įkelti identifik-uotos problemos nuotrauką ar vaizdo įrašą

Pateikti

3.22 pav. Veiklos gerinimo idėjų pateikimo forma (sudaryta autoriaus)

Visas gautas idėjas paskirta komanda turi peržiūrėti ir sugrupuoti pagal tris kategorijas: labai aktualus, aktualus, neaktualus. Komanda prioritetiškai pirmiausia įgyvendintų labai aktualias idėjas, o vėliau - aktualias idėjas. Pateikiamas proceso pavyzdys, kaip galėtų būti vykdoma *Kaizen* idėjų įgyvendinimas organizacijoje.



3.23 pav. Procesas *Kaizen* metodo veiklos organizacijoje (sudaryta autoriaus)

Įdiegtas *Kaizen* metodas organizacijoje paskatina gerinti procesus, atsižvelgti į darbuotojų problemas ir didinti darbų efektyvumą. *Kaizen* metodo naudą parodo atlikta analizė kitų autorių, kurie atliko detalius tyrimus ir apskaičiavo šio metodo teikiamas naudas.

3.9 lentelė. *Kaizen* metodo tyrimų rezultatai literatūroje (sudaryta autoriaus)

Eil. Nr.	Pritaikymo objektas	Pritaikyti metodai	Rezultatas	Šaltinis
1.	Medicinos įrangos gamybos efektyvumas	<i>Gemba Kaizen</i>	23,1 % didesnis proceso efektyvumas	(Maryani, et al., 2020)
2.	Aliuminio produkcijos gamybos įmonėje	<i>Kaizen Event</i>	7,5 % gamybos įrenginių prieinamumas padidintas 22,73 % gamybos pajėgumai padidinti	(Al-shehhi & Jamaludin, 2017)

Eil. Nr.	Pritaikymo objektas	Pritaikyti metodai	Rezultatas	Šaltinis
3.	Pastatų ūkio valdymo sritis	LEAN 4,0 ir <i>Kaizen</i>	100 % medžiagų pasiekiamumas 85% sumažintas apėjimų laikas 50 % sumažintas techninio įrangos gedimo sprendimo laiko Sumažinta pakartotinių įrangos gedimų tvarkymas ir padidinta atliktų darbų kokybė	(Hanane, Souda, Zamma, & Kassami, 2020)
4.	Gamybos įmonėje	<i>Kaizen</i>	13,8 % sumažintas pavojingų atliekų sudarymas veikloje	(Goyal, Agrawal, Chokhani, & Saha, 2019)
5.	Automobilių dalių gamybos įmonėje	LEAN - <i>Kaizen</i>	65,85 % sumažintas gamybos įrenginio parengimo laikas 40 % sumažintas poreikis darbo jėgai 69,47 % sumažintas gamybos procesas 75,25 % sumažintas vertę kuriančio laiko poreikis.	(Kumar, Dhingra, & Singh, 2018)
6.	Klientų aptarnavimo kokybės gerinimas tabako gamybos įmonėje	<i>Kaizen</i>	4.42 % padidinta produkcijos išeiga 1.5 % padidintas produkcijos kokybės reitingas	(Debnath, 2019)

Vertinant kitų autorių atliktus tyrimus organizacijose, galime matyti, kad *Kaizen* organizacijoms suteikia pranašumą prieš konkurentus, dėl sumažintos procesų trukmės, sumažintų atliekų atsiradimo, sumažinto darbo jėgos poreikio. Beveik visi rasti tyrimai parodė, jog *Kaizen* suteikia didesnę efektyvumą

veikloje ar didesnę procesų optimizavimą. Apibendrinant galima teigti, kad daugiausiai pritaikymo yra gamybos įmonėse, tačiau pavyzdys pritaikytas PŪV veikloje parodo, jog principai yra pritaikomi ir pastarajai veiklai. Taikant *Kaizen* metodą pasiektas rezultatas tarp visų įmonių gali būti skirtingas. Tai galima sieti su tuo, jog sukurta pridėtinė vertė priklauso nuo organizacijos efektyvumo tuo metu, esančios situacijos ir darbuotojų įsitraukimo. Organizacijos, kurios turėjo gerą rezultatą su produkcijos kokybe ir efektyvumu, nėra taip lengva pritaikyti dar naujų idėjų, kurios drastiškai padidintų šiuos rodiklius.

Pritaikius *Kaizen* metodą organizacijoje ir PŪV veikloje numatoma, jog darbuotojų įsitraukimas paskatintų įmonėje padidinti efektyvumą, produktyvumą ir pagerinti darbo sąlygas. Pastarasis metodas gali būti įdiegtas be pradinių investicijų ar labai minimaliai kaštais.

3.5.2. LEAN 5S metodo pritaikymas organizacijoje

Pastatų priežiūros darbuose galima pritaikyti LEAN metodą, kadangi darbai yra pasikartojantys ir juose veiksmai vyksta ne vieną kartą. LEAN metodo pritaikymas skirstomas į tris dalis: darbai objekte, vadybinis darbas, subrangovų darbai. Norint padidinti darbuotojų našumą objekte, siūloma įdiegti 5S metodą. Įdiegimo metu atliekami toliau išvardinti veiksmai:

- įvertinama, ar visi daiktai, esantys patalpoje, yra reikalingi ar nereikalingi. Tai atliekama klijuojant ant visų daiktų, įrangos ar įrankių lipdukus. Jei prietaisas panaudojamas lipdukas yra nuklijuojamas. Po mėnesio atliekamas patikrinimas ir nereikalingi prietaisai yra pašalinami iš patalpos. Identiškai atliekama ir su dokumentacija patalpose, kuri yra nereikalinga, nenaudojama pašalinama iš patalpos į archyvą.

- iš patalpų pašalinami nereikalingi įrankiai, medžiagos ir atliekos;
- atlaisvinus patalpą atliekamas patalpos valymas;
- dokumentacija visuose pastatuose ir patalpose standartizuotai laikoma vienoje vietoje, kad visiems darbuotojams būtų lengva ją rasti. Patalpoje gali būti įrengti papildomi stovai, laikikliai, skirti dokumentacijai. Įrankiams ir medžiagoms išskiriamos konkrečios vietos patalpose. Vietos pažymimos, kad būtų lengva identifikuoti įrankių ir medžiagų laikymo vietą. Prie šių vietų užklijuojamos etiketės, patalpos raktams paruošiama standartizuota etiketė;

- įgyvendinus LEAN metodą, toliau atliekamas tvarkos palaikymas ir 5S metodo įdiegimo auditai.

Pagal pateiktus veiksmus, buvo atlikti skaičiavimai AG objekte. Skaičiavimams vertinta standartinė patalpa, kurios dydis yra 30 m², o darbus atlieka vienas asmuo. Apskaičiavus veiksmų įdiegimo trukmę patalpai, galima apskaičiuoti įdiegimo trukmę vienam patalpos kvadratiniam metrui.

3.10 lentelė. LEAN 5S metodo įdiegimo trukmės apskaičiavimas (sudaryta autoriaus)

Veiksmo pavadinimas	Atlikimo trukmė
Lipdukų klįjavimas ant patalpoje esančių daiktų	5–15 min.
Pašalinami visi nereikalingi daiktai iš patalpos	30–60 min.
Reikalingos dokumentų peržiūrėjimas ir archyavimas	30–60 min.
Patalpos valymas	10–20 min.
Standartizuojama dokumentacija	10–20 min.
Standartizuojama įranga	15–30 min.
Standartizuojami įrankiai ir medžiagos	30–60 min.
Iš viso:	3 val. 45 min. (vidurkis)

Įdiegimo trukmei apskaičiuoti paimama preliminarai darbų atlikimo trukmė. Pagal patalpos įdiegimo trukmę apskaičiuojamas įdiegimas visiems Amber Grid objektams ir visoms patalpoms. Iš viso objektuose yra 360 patalpų, kurioms įdiegti metodą reikėtų 1245 valandų.

Toliau apskaičiuojamas darbų atlikimo trukmės pokytis įdiegus 5S metodą. Atliekami matavimai tris kartus ir išvedamas darbo laiko trukmės vidurkis, prieš ir po įdiegimo 5S metodo. Vertinimui pasirinkti tik dažnai PŪV veikloje pasikartojantys veiksmai, kuriuos galima lengvai pamatuoti. Atliekant matavimus buvo nuspręsta techninio aptarnavimo darbų trukmės ir remonto darbų trukmės nevertinti, nes apskaičiuoti šių darbų trukmės prieš ir po objektyviai galimybės nėra, dėl darbų užsakymo unikalumo.

3.11 lentelė. Skaičiuojamoji PŪV veikloje vykdomų darbų trukmė po 5S įdiegimo (sudaryta autoriaus)

Veiksmo trukmė	Proceso trukmė prieš 5S, min.	Proceso trukmė po 5S, min.	Darbų kiekis per mėnesį	Pokytis įdiegus metodą, %	Sutaupyta laikas per visus objektus	Pastabos
Defektinio akto surašymas	2	1,5	69	25 %	34,50	Tik pildymo trukmė darbo vietoje
Patalpos identifikavimas objekte	4,8	3	30	38 %	54,00	Vertinama tik pagal darbų užduotį surasti, kuriame pastate yra defektas
Raktų nuo pastatų ir patalpų paieška	5	3,1	150	38 %	285,00	Skaičiuojama tik nuolatinės priežiūros ir remonto darbų metu

Veiksmo trukmė	Proceso trukmė prieš 5S, min.	Proceso trukmė po 5S, min.	Darbų kiekis per mėnesį	Pokytis įdiegus metodą, %	Sutaupytas laikas per visus objektus	Pastabos
Įrenginio ar sistemos paieška objekte	3,07	2,4	396	22 %	264,00	Pagal gautą darbų užsakymą surandama įrengimo vieta
Patalpų valymo trukmė	4,65	4,17	5280	10 %	2552,00	patalpos valymo trukmė vidutinė per visus objektus, išskyrus technologinius pastatus
Valymo priemonių papildymas patalpose	3,5	2,5	159	29 %	159,00	Tualetuose ir virtuvėlėse higienos ir valymo priemonių papildymas
Kavos aparato paruošimas valymui trukmė	2,17	1,83	60	15 %	20,00	Tik valymo programos paleidimo trukmė
Pagrindinių įrankių paieška atliekant remonto darbus	7	2,5	30	64 %	135,00	Atliekant remonto darbus (kopėčių, pastolių, kastuvo, pjūklo ar kitų) įrankių paieška objekte.
					3503,50	Sutaupomas laikas, min./mėnesį
					58,39	Sutaupomas laikas, val./mėnesį
					13 %	Bendras pokyčio rodiklis, %

Atlikus skaičiavimus galime matyti, kad procesuose, kuriuose reikalingi įrankiai ar paieška tam tikro elemento, efektyvumas padidėjo labiausiai. Bendrai per visas ištirtas sritis buvo apskaičiuotas 13% sumažinta darbų trukmė. Tai yra geras rezultatas vertinant Amber Grid dydį, nes bendrai per visus objektus sutaupoma 58 valandos. Apskaičiavus įdiegimo laiką ir darbo valandų sutaupymą galime apskaičiuoti, po kiek laiko mūsų darbo indėlis atsipirks. 5S metodo atsipirkimo laikas, skaičiuojant tik darbo valandas, lygus 21 mėnesiui. Atsipirkamumo laikas, įdiegus 5S metodą, dar kistų, dėl anksčiau minėtų neįvertintų sričių. Vis dėlto, galima daryti prielaidą, kad darbų trukmė taip pat būtų sumažinta.

3.5.3. LEAN Procesų schemų metodo pritaikymas organizacijoje

Procesų schemų metodo (toliau – PSM) esmė - atvaizduoti organizacijoje vykstančius procesus vizualiai, siekiant įvesti procesų aiškumą ir paskatinti diskusiją tarp darbuotojų, kaip galėtų būti padidintas proceso efektyvumas. Organizacijoms, diegiančioms šį metodą, reikėtų atsakyti į tokius klausimus:

- Kuri organizacijos veikla trunka ilgiau nei norėtųsi?
- Ar procesai vyksta taip, kaip aprašyta organizacijos dokumentuose?
- Kaip procesas atrodo dabar?
- Ar šis proceso žingsnis tikrai reikalingas?
- Kaip galėtume užkirsti kelią problemai atsirasti?
- Kodėl neatliekame proceso taip, kaip reiktų?

Pritaikant PSM metodo principus Amber Grid pirmiausiai turi būti peržiūrėti procesai. Toliau tiriamas periodinis statinių priežiūros darbų atlikimo procesas. Šiame procese dalyvauja trys šalys: pastatų valdytojas, organizacijos techninis darbuotojas ir rangovas, atliekantis remonto darbus. Pirmasis žingsnis būtų parengti proceso žemėlapi, kuriame būtų nurodyta darbų trukmė ir/ arba laukimo laikas. Sekantis žingsnis peržiūrėti kiekvieną proceso žingsnį ir nustatyti galimas tobulintinas sritis.

3.12 lentelė. Statinių priežiūros proceso žemėlapis (sudaryta autoriaus)

Veiksmas	Atlieka	Trukmė, val.	Laukimo laikas, d.	Ar veiksmas vertė, kuriantis?	Ar jo galima atsisakyti ar minimizuoti trukmę?	Kylančios problemos
Apžiūros grafiko parengimas	PŪV specialistas	0,25	1	Ne	Taip	Sudaromas grafikas tiksliais datomis, atsiradus vėlavimui reikalingos korekcijos
Apžiūros grafiko peržiūrėjimas ir patvirtinimas	Techninis darbuotojas	0,1	1	Ne	Taip	Dėl netinkamų datų reikalingos korekcijos grafiko
Objekto apžiūra	Techninis darbuotojas	1,5		Taip	Ne	
Defektų fiksacija ir žurnalų pildymas	Techninis darbuotojas	0,5		Taip	Ne	Ranka pildomas popierinis žurnalas
Defektų perdavimas pašalinimui	PŪV specialistas	0,5		Ne	Taip	Rankiniu būdu perkeliamas darbų užsakymas rangovui tarp skirtingų sistemų

Veiksmas	Atlieka	Trukmė, val.	Laukimo laikas, d.	Ar veiksmas vertė, kuriantis?	Ar jo galima atsisakyti ar minimizuoti trukmę?	Kylančios problemos
Reikalingos dokumentacijos surinkimas ir perdavimas	PŪV specialistas	1	1	Ne	Taip	Dokumentacijos paieška archyve ar kompiuteryje trumpa ilgai
Vykdoma apžiūra objekte, darbų apimtis apskaičiuoti	Rangovas ir Techninis darbuotojas	1	5	Ne	Ne	
Rengiama darbų sąmata, pateikiama užsakovui	Rangovas	-	2	Ne	Ne	Darbų apimtis yra didelė ir reikalinga iš anksto pasitvirtinti sąmatą
Atliekama darbų kainų analizė, išrenkamas laimėtojas	PŪV specialistas	2	3	Taip	Taip	
Patvirtinamas darbų užsakymas	PŪV specialistas	0,5		Ne	Ne	
Užsakomos medžiagos	Rangovas	-	1	Ne	Ne	
Darbų vykdymas	Rangovas	-	2	Taip	Ne	
Atliktų darbų kokybės patikra	Techninis darbuotojas	0,5	-	Taip	Ne	Reikalingas perdarymas, dėl broko
Užduoties uždarymas informacinėje sistemoje	Techninis darbuotojas	0,25	1	Ne	Taip	
Sąskaitos pateikimas	Rangovas	-	5	Ne	Ne	
Dokumentacijos pateikimas užsakovui	Rangovas	-	10	Ne	Ne	Laiku nepateikiami dokumentai
Dokumentacijos atnaujinimas archyve	PŪV specialistas	1	-	Taip	Taip	
Bendra proceso trukmė	-	9,1	32	-	-	-

Paruošus proceso žemėlapi buvo nustatytos šios tobulintinos proceso vietos:

- Apžiūros grafiko rengimas ir tvirtinimas. Siūloma nustatyti grafiko datas periodui. Sudarius tokį grafiką, reikėtų mažiau koreguoti grafiką, jei technikas nespėtų ar negalėtų konkrečią dieną atlikti darbų. Taip pat nebelieka grafiko tvirtinimo darbų technikui.
- Defektų fiksacijos ir popierinių žurnalų pildymas. Organizacijai su BIM technologija įdiegus KPVS sistemą siūloma šį procesą optimizuoti ir naudotis šia sistema defektų fiksacijai ir kompiuterizuotam defektinio akto parengimui.
- Reikalingos dokumentacijos surinkimas ir perdavimas. Įdiegus BIM technologiją organizacijoje nebereikėtų ieškoti dokumentų kompiuterinėse duombazėse, fiziniuose archyvuose ar priežiūros žurnaluose. Visa reikiama informacija laikyti KPVS sistemoje.
- Defektų perdavimas pašalinimui. Šis darbas nekuria pridėtinės vertės ir jis galėtų būti automatizuotai perduodamas KPVS sistemai rangovui.
- Dokumentacijos tvarkymas atlikus darbus. Visa atnaujinta statinio dokumentacija turėtų būti pateikiama su sąskaita, kad ši informacija nepasimestu „kelyje“. Taip pat informaciją reikėtų įkelti ir atnaujinti duomenis KPVS sistemoje.

Atsižvelgus į iškeltas proceso problemines vietas, galime pateikti patobulintą proceso žemėlapi ir palyginti rezultatus.

3.13 lentelė. Statinių priežiūros proceso žemėlapis po atliktų korekcijų (sudaryta autoriaus)

Veiksmas	Atlieka	Trukmė, val.	Laukimo laikas, d.
Apžiūros grafiko parengimas	PŪV specialistas	0,25	-
Objekto apžiūra	Techninis darbuotojas	1,5	-
Defektų fiksacija KPVS sistemoje	Techninis darbuotojas	0,5	-
Reikalingos dokumentacijos surinkimas ir perdavimas naudojant BIM duomenis	PŪV specialistas	0,25	1
Vykdoma apžiūra objekte, darbų apimtis apskaičiuoti	Rangovas ir Techninis darbuotojas	1	5
Rengiama darbų sąmata, pateikiama užsakovui	Rangovas	-	2
Atliekama darbų kainų analizė, išrenkamas laimėtojas	PŪV specialistas	2	3
Patvirtinamas darbų užsakymas	PŪV specialistas	0,5	

Veiksmas	Atlieka	Trukmė, val.	Laukimo laikas, d.
Užsakomos medžiagos	Rangovas	-	1
Darbų vykdymas	Rangovas	-	2
Atliktų darbų kokybės patikra	Techninis darbuotojas	0,5	-
Užduoties uždarymas informacinėje sistemoje	Techninis darbuotojas	0,25	1
Sąskaitos pateikimas kartu su papildoma dokumentacija	Rangovas	-	10
Dokumentacijos atnaujinimas KVPS sistemoje	PŪV specialistas	0,5	-
Bendra proceso trukmė	-	7,25	25

Šiuo atveju pateiktame pavyzdyje skaičiuojama, kad proceso trukmė nuo 32 dienų sutrumpėjo iki 25 dienų įskaitant laukimo laiką. Visas proceso laikas buvo sutrumpintas 22%. Skaičiuojama, kad Amber Grid, taikydama siūlomą procesą sutaupytų 1,85 valandos. Šie rezultatai apskaičiuoti vienam objektui, tiriamoje AG yra 60 objektų, tad taikant visur vienodą darbų modelį darbo valandų sutaupymas per mėnesį būtų 111 valandų.

Pagal pakoreguotą procesų žemėlapi, toliau atliekamas statinių apžiūrų proceso schemos braižymas.

BPP metodas siūlo įdiegti autonominę techninę priežiūrą, kuri suprantama, kaip dalies vizualinės ar techninės priežiūros atidavimas operatoriui, naudotojui. Gamybos organizacijoje šį metodą galima įdiegti, kadangi asmenys, dirbantys su mechanizmais, gali atlikti priežiūrą tepimo taškams ar atlikti vizualinę mechanizmo patikrą. Pastatų ūkio valdymo srityje naudotojams atiduoti techninę priežiūrą, būtų sudėtinga, kadangi vartotojai neturi tinkamo išsilavinimo. Tačiau, norint greičiau nustatyti atsiradusius defektus ar problemines vietas, galima paskirti patalpų naudotojams periodiškai atlikti vizualines patikras:

- vizualiai apžiūrėti eksploatuojamas patalpos sienas, stogą;
- periodiškai įvertinti patalpų švarą ir patikrinti, ar paslaugų kokybė tenkina organizacijos keliamus reikalavimus;
- vizualiai patikrinti priešgaisrines priemones, esančias patalpose;
- vizualiai patikrinti šildymo ir vėsinimo sistemas.

Šis nuolatinis stebėjimas leistų techniniams darbuotojams vykdyti kitas techninės priežiūros užduotis ir gavus pranešimus apie atsiradusius pakitimus ar trūkumus atlikti pilną patikrą ir remontą.

Siekiant tikslingo techninės priežiūros tobulėjimo organizacijoje, reikia nustatyti dažniausias įrangos gedimų priežastis. Stebint kasdienę veiklą PŪV veikloje galima išskirti tokias kliūtis tinkamai, greitai atlikti priežiūros darbus ir užtikrinti tinkamą įrangos veikimą:

- nenumatyti įrangos gedimai;
- įrangos paleidimo darbai;
- įrangos darbo režimų nustatymo darbai;
- pakartotinis defekto tvarkymas;
- nepakankama kvalifikacija užbaigti darbams;
- nepakankamai medžiagų ar įrankių darbams atlikti;
- įrangos gedimas netinkamai diagnozuotas;
- ilgas dalių laukimo terminas;
- ilgas reagavimo laikas;
- priežiūros metu nepastebėti defektai.

Nustačius nuostolingą priežiūros veiklą reikėtų rasti būdus šiems veiksams sumažinti ar išvis pašalinti. Norint sumažinti nuostolius rekomenduojama taikyti „penki kodėl“ principą. Šio principo tikslas - į kylančią problemą iškelti klausimą „kodėl?“ penkis kartus, kol pasiekama problemos kilmė. Toks nuostolingų veiksmų nagrinėjimas padeda kiekvienai organizacijai surasti vietas kuriose dirbama

ne efektyviai ar reikėtų skirti didesnę dėmesį tobulėjimui. Šis principas pritaikomas įvairių sričių organizacijoms tarp jų ir PUV.

Tikslinė techninė priežiūra

Organizacijoje, vykdamas techninę priežiūrą, per didesnę laiko tarpą galima pastebėti pasikartojančias, vertės nekuriančias situacijas, kai dėl vartotojo klaidos ar netinkamos techninės priežiūros yra reikalingas pakartotinis darbų atlikimas. Tikslinės techninės priežiūros tikslas - šiuos atvejus pastebėti ir nustatyti jų pašalinimo metodą dar jiems nesusidarius. Tai organizacijoje gali padėti atlikti komanda iš labiausiai patyrusių, kvalifikuotų darbuotojų, technikų, inžinierių. Siekiant sudaryti tikslinės techninės priežiūros grafiką reikia organizacijoje didinti darbuotojų įsitraukimą ir proaktyvų organizacijos veiklos tobulinimą. Siekiant atrasti pasikartojančias situacijas turi būti apdorojami duomenys, suteikiami iš KPVS sistemų, klientų ir darbuotojų grįžtamojo ryšio.

Planinė techninė priežiūra

Dažniausiai defektai atsiranda dėl nepakankamos priežiūros ar nesureagavimo laiku į atsiradusius gedimus. Tačiau pasitaiko atveju, kad nebuvo įvertintos įrangos darbo valandos, planuojant techninę priežiūrą. Gamintojai ne visada nurodo įrangos mazgų tarnavimo laiką (jei tai nėra pramoninis įrenginys). Vis dėlto, turint didesnę kiekį įrangos organizacijos viduje galima paruošti techninės priežiūros grafiką pagal įrangos darbo valandas. Ruošiant priežiūros planinį grafiką reikėtų turėti tikslus istorinius duomenis apie šio tipo įrangos gedimus, jų priežastis, darbo valandas ir kitas sąlygas. Turint duomenis galima numatyti, kokių dažnumu gedimai pasikartoja. Pavyzdžiui, turint serverinės kondicionierių sistemą, kuri sudaryta iš trijų tokio pat tipo oro kondicionierių, galima numatyti, kokių dažnumu turėtų būti keičiami ventiliatoriaus guoliai vidiniame ir išoriniame blokuose. Laiku neatlikus remonto gali atsirasti oro kondicionierių gedimas, ilgesnė prastova ir didelė tikimybė užsikirtus guoliui pažeisti ir kitas dalis.

Organizacijai, norint sudaryti tikslinį įrangos techninės priežiūros grafikui, reikėtų turėti tokius duomenis:

- įrangos pavadinimas ir modelis;
- serijinis numeris;
- vieta;
- techniniai duomenys;
- naudojimo paskirtis;
- darbo laikas;
- reikalingos dalys aptarnavimui;

- silpnosios vietos, pagal istorinius duomenis;
- gamintojo rekomendacijos eksploatacijos metu.

Visi istoriniai duomenys išanalizuojami ir sudaromas aptarnavimo darbų grafikas, mazgų priežiūros ar keitimo grafikas pagal įrangos darbo valandas ar sezoniškumą. Norint tai atlikti, geriausia naudoti programinę įrangą tam, kad būtų galima valdyti visą įrangą gyvais duomenimis ir vienoje vietoje. Toks įrangos priežiūros planavimas gali būti atliekamas programomis vadinamomis „CMMS“ - Debesija pagrįsta techninės priežiūros valdymo programine įranga (angl. cloud based maintenance management software). Įdiegus anksčiau paminėtus procesus organizacijoje svarbu užtikrinti, kad procesai vyktų teisingai ir laikantis sudarytų priežiūros darbų grafikų. Kontrolės procesas kuria vertę tuomet, kai organizacijoje sumažėja defektų skaičius ir pagerėja atliktų darbų kokybė.

Kokybės priežiūra

Planinė priežiūra yra svarbi pastatų ūkio valdymo dalis. Norint užtikrinti, kad priežiūros darbai vyktų efektyviai, reikia užtikrinti, kad visi darbuotojai darbus atliktų vienodai kokybiškai. Kokybė gali būti išmatuota planinių darbų atlikimo kruopštumu, instrukcijų laikymusi ir iniciatyvumo parodymu. Sudarant kokybės kontrolę priežiūros srityje, visų pirma turi būti parengtos aiškos ir suprantamos instrukcijos darbuotojams. Šiose instrukcijose turėtų būti nurodyta, visi pagrindiniai žingsniai aptarnavimui atlikti, tokie kaip:

- detalizuotas procesas;
- pateikiamos iliustruotos įrangos schemas;
- nurodomas detalių keitimo periodiškumas;
- keičiamų detalių instrukcija;
- vizualinei patikrai nurodyti įrangos mazgai į kuriuos atkreipiamas dėmesys;
- bandymų rezultatų normos (tenkinama, netenkinama);
- įrangos vietos objekte.

Darbų kokybe turi rūpintis visi priežiūros srities darbuotojai. Esant prastai darbų kokybei, organizacija patiria nuostolius, o darbuotojams didėja darbo krūvis šalinant defektus.

Tobulėjimas ir mokymai

Siekiant padidinti darbų efektyvumą ir kokybę priežiūros darbuose, reikia nuolatinio darbuotojų ir naudotojų švietimo ir kvalifikacijos kėlimo. Organizacijoje, norint pagerinti efektyvumą PŪV veikloje, reikia turėti darbuotojų, kurie yra kvalifikuoti ir įgudę dirbti keliose pastatų ir inžinerinių sistemų srityse. Pavyzdžiui, technikas, dirbantis tik su oro kondicionavimo sistema, turi didžiausią apkrautumą vasaros sezonu, o žiemos sezonu toks darbuotojo krūvis yra mažesnis, dėl ko visos organizacijos darbuotojų

efektyvumas krenta. Norint pasiekti geresni visų darbuotojų valdymą ir darbo laiko planavimą, reikia apmokyti darbuotojus dirbti ir su kitomis inžinerinėmis sistemomis, atlikti ir kitus techninius darbus.

Organizacijoje galimos dvi opcijos siekiant darbuotojų įgūdžių gerinimo ir diversifikavimo. Pirmoji būtų pirkti darbuotojams mokymus į profesines mokyklas, specializuotus kursus, norint, kad daruotojai išmoktų teorinių ir praktinių įgūdžių. Antroji galimybė atrasti organizacijoje stipriausius savo srities darbuotojus ir periodiškai rotuoti darbuotojų komandas, taip kad vienas darbuotojas galėtų savo ilgametę patirtį perleisti ir kitiems darbuotojams. Toks darbo modelis pradžioje gali sukelti nepatogumų, dėl pastoviai besikeičiančių komandų, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje organizacija užsiaugintų daugiau plataus profilio darbuotojų.

Aplinkosauga ir darbų sauga

Sauga darbe yra pirmas darbdavio prioritetas. Tam, kad tai pasiekti PŪV veikloje reikėtų atlikti pagrindinius veiksmus: reguliariai instrukuoti darbuotojus apie darbų saugą ir galimus pavojus, sukurti rizikų ir incidentų registravimo sistemą organizacijoje, atlikti objektų auditus, esamas pavojingas vietas pažymėti atitinkamais ženklais, aptverti pavojingas darbo zonas ir suteikti darbuotojams reikiamas apsaugos priemones.

Saugos didinimui organizacijoje galima pritaikyti jau aptartą 5S metodą, kadangi standartizavimas ir sutvarkymas darbo zonos sumažina nenumatytas rizikas. Pasitelkimas sukurtos platformos, taip pat gali būti pritaikytas priimti pranešimus apie rizikas, pavojus darbe. Šių pranešimų sprendimas būtų perduotas atsakingiems asmenims spręsti. Proaktyvus darbuotojų įsitraukimas į procesus yra naudingas organizacijai, kadangi organizacijos reakcijos laikas į galimas rizikas ar kilusias problemas yra greitesnis, nei dirbant standartiniais metodais.

Biuro visuotinė gamybos priežiūra

PŪV veikloje siekiant didesnio biuro darbuotojų efektyvumo taip pat siūloma įdiegti 5S metodą, padidinti bendradarbiavimo efektyvumą su klientais ar kitų skyrių kolegomis bei sumažinti procedūrų skaičių.

Kad būtų padidintas efektyvus bendravimas tarp darbuotojų, organizacijoje turi būti:

- sukurti aiškūs pareigybių aprašymai;
- siekiama bendro tikslo;
- orientuojamasi į rezultatą;
- aiškūs procesai, aprašyti ir lengvai pasiekiami;
- teikiama abipusė pagarba.

Siekiant sumažinti procesų trukmę ar atsisakyti dalies procesų reikėtų taikyti jau išanalizuotą procesų schemų metodą. Šis procesas gali būti pritaikytas tiek biuro darbuotojams, tiek techniniam personalui. Taupydami biuro darbuotojų procesų laiką, galime ženkliai sumažinti visą darbų atlikimo trukmę. Atliekant užduotį, remonto ar priežiūros darbams, prieš tai yra pasiruošimo etapai (planavimas darbų, medžiagų užsakymas, komunikacija darbuotojams), vėliau - darbai po įgyvendinimo (aktų paruošimas ir tvirtinimas, biudžeto panaudojimas, atliktų darbų kokybės užtikrinimas, duomenų atnaujinimas). Šio principo tikslas - sumažinti procesų trukmę, kad būtų padidintas efektyvumas ir daugiau laiko liktų vertę kuriantiems procesams.

LEAN visuotinės gamybos priežiūros metodo stiprybės:

- techninės priežiūros tikslas atsisakyti gedimų ir defektų skaičiaus;
- tiksliniai aptarnavimai atliekami pagal turimus duomenis apie įrangos tarnavimo laiką ir gedimų skaičių;
- problema sprendžiama, pašalinant problemos susidarymo šaltinį;
- siekiama sumažinti techninio personalo darbo krūvį;
- pokyčiai palaikomi vadovų;
- organizacijos darbuotojai skatinami tobulėti ir mokytis;
- darbuotojų specializacijos plėtimas, vienas darbuotojas gali atlikti platesnį spektrą darbų;
- daugiau planinių, nei avarinių darbų.

LEAN visuotinės gamybos priežiūros metodo silpnybės:

- reikalingas visų PŪV veiklos darbuotojų įsitraukimas;
- proceso įgyvendinimo skatinimas turi kilti iš vadovų;
- įgyvendinimas nėra greitas;
- nauda yra teorinė, tačiau įvertinti prieš įdiegimą sunku.

Metodo pritaikomumas

BPP LEAN metodas yra pritaikomas PŪV veikloje ir siekia geresnio techninės priežiūros supratimo, įrangos veikimo analizės, geresnio darbo su prieinamais duomenimis organizacijoje. Metodo pagrindinis privalumas - didesnis pasiruošimas netikėtumams ir kelio užkirtimas galimiems defektams. Dažnai organizacijose PŪV veikloje planiniai darbai nėra prioretizuojami ir daug laiko užtrunka avarinių darbų tvarkymas. Tačiau taip nutinka dėl netinkamai ar nepakankamai atliekamos techninės priežiūros. Sudarius pastatų eksploatacijos darbus pagal BPP siūlomą modelį, gali būti užtikrinta, jog objektų eksploatacija vyktų siekiant mažesnių defektų skaičiaus, kokybiškos techninės priežiūros, kuri užkirstų kelią numatomiems ir išvengiamiesiems defektams atsirasti.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Atlikus mokslinės literatūros analizę buvo nustatyta pastatų ūkio valdymo veiklos organizavimo metodai, principai ir atskleista kylanti problematika. Nustatyta, jog pastatų ūkio valdymo sričiai priskiriamos atsakomybės, per pastaruosius kelis dešimtmečius, sparčiai padidėjo. Pabrėžiama, jog atsiradusioms papildomoms veikloms valdyti, pastatų valdytojai patiria informacinių sistemų stygių, kurios galėtų padidinti darbų efektyvumą, nes nėra aiškių standartų pastatų ūkio valdymo kokybės nustatymui.

Atlikus BIM ir LEAN metodų vertinimą SSGG analizės rėmuose buvo atskleistos BIM ir LEAN metodologijos stiprybės ir silpnybės pastatų ūkio valdymo pritaikymo srityje. Taikant BIM technologiją ir LEAN metodą pastatų eksploatacijoje nustatyti šie privalumai: padidintas eksploatacijos procesų efektyvumas, efektyvesnis duomenų valdymas, padidinta kokybės kontrolė. Vertinimo metu, buvo nustatyti BIM technologijos ir LEAN metodo taikymo eksploatacijos procese trūkumai: LEAN metodikos panaudojimas priklauso nuo darbuotojų įsitraukimo, BIM modelio parengimo procesas yra ilgai trunkantis ir reikalaujantis papildomų investicijų.

Atlikto tiriamojo darbo metu, buvo nustatytas informacinių sistemų integracijos ir išmaniųjų įrenginių poreikis. Nustatyta, jog diegiant BIM technologiją, reikėtų įdiegti: kompiuterizuotos priežiūros valdymo sistemą, išteklių planavimo sistemą. Šių pastatų ūkio valdymo sistemų integracija su BIM technologija galima naudojant COBie duomenis. Tyrimo metu nustatyti privalumai kompiuterizuotos priežiūros valdymo sistemoje, integravus BIM duomenimis: visa informacija apie įrangą, statinius yra pasiekama per vieną sistemą, kurioje galima planuoti žmogiškuosius ir mechanizmų resursus, stebėti ir valdyti pastato inžinerines sistemas ir atlikti pastatų eksploatacijos kaštų analizę.

Tyrimo metu nustatyta, jog siekiant padidinti pastatų priežiūros efektyvumą, reikalinga įdiegti išmaniuosius jutiklius objektuose, kurių panaudojimas pastatų ūkio valdymo veikloje sukuria didesnę naudingų duomenų srautą, tikslesnę prevencinės priežiūros planavimą, efektyvesnę energinių išteklių panaudojimą ir efektyvesnę darbų planavimą.

LEAN metodo įdiegimui buvo ištirta keturių metodų integracija į pastatų ūkio valdymo sritį: *Kaizen*, 5S, procesų schemas, visuotinė gamybos priežiūra. Tyrimo metu buvo sudarytos įdiegimo schemas pastatų ūkio valdymo sričiai. Atliekant LEAN metodo įdiegimo tyrimą apskaičiuotas Amber Grid veiklos procesų efektyvumo pagerinimo rodiklis, kuris lygus 13% 5S principo įdiegimui, 22% procesų schemų principo metodui. LEAN metodų analizė parodė, jog pastarieji metodai pritaikomi pastatų ūkio valdymo veikloje ir gali padidinti veiklos efektyvumą, sumažinti defektų skaičių, padidinti darbuotojų įsitraukimą ir darbų kokybę. Nustatyta, kad pritaikius *Kaizen* metodą būtų sumažinta procesų

trukmė organizacijoje, padidintas veiklos efektyvumas, greičiau atrastos ir išspręstos organizacijos veiklos problemos. Ištyrus visuotinės gamybos priežiūros metodo pritaikymą, buvo sudarytas pritaikymo sritys pastatų ūkio valdymo veikloje. Šio metodo suteikiamos naudos: mažesnis defektų skaičius, problemos, sprendžiamos pašalinant problemos susidarymo šaltinį, aukštesnė darbuotojų kvalifikacija, sudaromas duomenimis remtas priežiūros grafikas.

Sudarytas pastatų ūkio valdymo modelis, pritaikius BIM technologiją ir LEAN metodą, sprendžia organizacijose procesų efektyvumo, žmogiškųjų resursų, darbų planavimo, kokybės kontrolės bei kaštų planavimo problemas. Siekiant didinti efektyvumą ir kokybę priežiūros veiklos objekte, sudaromas pastatų ūkio valdymo modelis, kuris paremtas informacinių technologijų naudojimu, BIM technologija, išmaniaisiais jutikliais ir išmaniaisiais įrenginiais. Pagrindinis modelio pranašumas lyginant su standartiniu valdymo modeliu, jog dėmesys skiriamas į prevencinius veiksmus, rizikos valdymą ir nuolatinį statinio stebėjimą.

Sukūrus pastatų ūkio valdymo modelį, taikant BIM technologiją ir LEAN metoda, nustatyta, kad tiriamasis darbas yra tęstinis, kadangi sukurtas veiklos modelis gali būti tobulintinas papildomai, įdiegiant naujausias inovatyvias technologijas, t.y. dirbtinio intelekto panaudojimą pastatų ūkio valdymui, papildytos ir virtualios realybės technologijos panaudojimą pastatų eksploatavimo darbams atlikti.

LITERATŪRA

- Adjibolosoo, S. (2017). *The Human Factor Approach to Managerial and Organizational Efficiency and Effectiveness*. Kalifornija: Palgrave macmillan.
- Aizul Nahar Harun, S. A. (2016). Existing Practices of Building Information Modeling (BIM) Implementation in the Public Sector. *International Journal of Supply Chain and Inventory Management*, 166-177.
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., Sabah, S. A., Rafindadi, A. D., & Mikic, M. (2020). BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 1013-1019.
- Albrice, D. (2015 m. Sausio 28 d.). Prieiga per internetą: <https://www.rdh.com/blog/long-buildings-last/>
- Al-shehhi, N., & Jamaludin, K. R. (2017). Kaizen event applied to aluminum manufacturing –Case study. *Journal of Advanced Research in Business and Management Studies*, 45-49.
- Amber Grid, AB. (2022 m. Balandžio 4 d.). AB „Amber Grid“ Gamtinių dujų reguliavimo apskaitos sistemos aprašas. Prieiga per internetą: https://www.ambergrid.lt/uploads/documents/Versija%20paskelbimui%202022_04_04.pdf
- Arthur, J. M. (2015). A building information management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction* (p. 1105-1111). Toronto: Elsevier.
- ASC Technology Solutions. (2022 m. kovo 3 d.). Youtube. Scan to BIM Services: 3D Laser Scanning. Prieiga per internetą: https://www.youtube.com/watch?v=xtG1jhHe_VE&t=74s&ab_channel=ASCTechnologySolutionsLLC
- Ashworth, S., Druhmman, C., & Streeter, T. (2019). The benefits of building information modelling (BIM) to facility management (FM) over built assets whole lifecycle. *Conference: European Facility Management Conference (EFMC)* (p. 1-13). Dublin: n. d.. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/334045744_The_benefits_of_building_information_modelling_BIM_to_facility_management_FM_over_built_assets_whole_lifecycle
- Assen, M. F. (2018). The moderating effect of management behavior for Lean and process. *Operations Management Research*, 1-13. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12063-018-0129-8>
- Berrie Chanter, P. S. (2007). *Building Maintenance Management*. Blackwell.
- Biedermann, H. (2016). *Lean Smart Maintenance*. Leobenas: Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Biedermann, H. (2016). *Lean Smart Maintenance*. Springer Gabler Wiesbaden.
- Blanco, J. G., & Dederichs, T. (2018). *Lean Maintenance A Practical, Step-by-Step Guide for Increasing Efficiency*. Boca Raton: CRC Press.
- Blanco, J. G., & Dederichs, T. (2018). *Lean Maintenance: A practical, step-by-step guide for increasing efficiency*. Boca Raton: Taylor & Fancis.
- Braun, H.-P. (2007). *FacilityManagement*. Bèblingenas: Springer.
- Brian Ward, A., Jr., M. B., & Rushforth, D. (2014 m. liepos 10 d.). BIM – understanding the process. Prieiga per internetą: <https://www.slideserve.com/zasha/bim-understanding-the-process-the-state-of-the-art-tool-in-design-and-construction>
- buildingSMART International. (2023 m. balandžio 23 d.). *Model View Definition (MVD) - An Introduction*. buildingSMART International. Prieiga per internetą: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/?sfw=pass1682964898>
- Chan, F., Lau, H., Ip, R., Chan, H., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 71-94. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527303003293>
- Construction Placements. (2023 m. Sausio 13 d.). *15 BEST BIM software [2023 Updated BIM Software List]*. Prieiga per internetą: <https://www.constructionplacements.com/bim-software/#gsc.tab=0>
- Dalux. (2018 m. gruodžio 18 d.). *Facility Management on mobile with BIM system | DaluxFM App*. Prieiga per internetą: https://www.youtube.com/watch?v=veaj1gySUQI&ab_channel=Dalux
- Debnath, R. M. (2019). Enhancing customer satisfaction using Kaizen: a case study of Imperial Tobacco Company (ITC). *Journal of Advances in Management Research*, 277-293. Prieiga per internetą: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JAMR-01-2018-0009/full/html>
- European Facility Management Network. (2006). *FM in the World*. Paimta 2023 m. Vasario 20 d. iš EuroFM: <https://eurofm.org/about-fm/>
- Fouladgar, M. M.-C. (2012). Maintenance strategy selection using AHP and COPRAS under fuzzy environment. *International Journal of Strategic Property Management*, 85-104.
- General Services Administration. (2007 m. Kovo 15 d.). *BIM Guide Overview*. Prieiga per internetą: https://www.gsa.gov/cdnstatic/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.pdf
- Goyal, A., Agrawal, R., Chokhani, R. K., & Saha, C. (2019). Waste reduction through Kaizen approach: A case study of a company in India. *Waste Management & Research*, 102-107. Prieiga per internetą: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0734242X18796205>

- Hamil, S. (2018 m. spalio 29 d.). What is COBie? Prieiga per internetą: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>
- Hanane, R., Souda, S. B., Zamma, A., & Kassami, S. (2020). Lean Facility Management 4.0: A Case Study. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2347-3983. Prieiga per internetą: <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter1138102020.pdf>
- Hassan, M. N. (2020). Effect of applying lean maintenance in oil and gas fields. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (p. 1-13). Prieiga per internetą: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/973/1/012045/pdf>
- Hoang, G. V. (2020). Benefits and challenges of BIM implementation for facility management in operation and maintenance face of buildings in Vietnam. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (p. 1-15). Ha Noi: National Civil Engineering.
- Hossain, M. A., & Yeoh, J. K. (2018). BIM for Existing Buildings: Potential Opportunities and Barriers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (p. 1-9). Vietnam.
- Inamdar, T. (2021 m. gruodžio 3 d.). Building Management Systems and Building Information Modelling. Prieiga per internetą: https://www.linkedin.com/pulse/building-management-systems-information-modelling-inamdar-/?trk=articles_directory
- International Facility Management Association. (2003). *IFMA redefines facilities management*. Prieiga per internetą: <https://www.fmlink.com/articles/ifma-redefines-facilities-management/>
- International Facility Management Association. (2017). *What is FM*. Prieiga per internetą: <https://www.ifma.org/about/what-is-fm/>
- International Facility Management Association. (n. d.). *IFMA redefines facilities management*. Paimta 2023 m. Vasario 20 d. iš FMLink: <https://www.fmlink.com/articles/ifma-redefines-facilities-management/>
- Khan, M. (2016 m. Balandžio 19 d.). Advantages & Disadvantages of Lean Project Delivery. Prieiga per internetą: <https://www.linkedin.com/pulse/advantages-disadvantages-lean-project-delivery-khan/>
- Khazraei, K., & Deuse, J. (2011). A strategic standpoint on maintenance taxonomy. *Journal of Facilities Management*, 96-113.
- Kumar, S., Dhingra, A. K., & Singh, B. (2018). Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2687–2698. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-018-1684-8>

- Kvalitetas, UAB. (2023). *LEAN projektų parengimas ir įgyvendinimo organizavimas*. Prieiga per internetą: <https://www.kvalitetas.lt/lean>
- LEAN profesionalų asociacija. (2023). *Apie LEAN*. Prieiga per internetą: <https://leanasociacija.lt/apie-lean/#>
- Lepkova, N. (2012). *Pastatų ūkio valdymo pagrindai*. Vilnius: Technika.
- Lepkova, N., & Ūselis, R. (2013). Development of a Quality Criteria System for Facilities Management. *11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013*. Vilnius: Procedia Engineering.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2016 m. gruodžio 30 d.). Įsakymas dėl statybos techninio reglamento STR 1.07.03:2017 „Statinių techninės ir naudojimo priežiūros tvarka. Naujų nekilnojamojo turto kadastro objektų formavimo tvarka“. Nr. D1-971. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/a7502172ce7911e6a476d5908abd2210>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2016). STR 1.07.03:2017 „Statinių techninės ir naudojimo priežiūros tvarka. Naujų nekilnojamojo turto kadastro objektų formavimo tvarka“. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/a7502172ce7911e6a476d5908abd2210>
- Maryani, E., Purwanto, A., Kartika, H., Haris, M., Ihsan, N., Fatah, K. M., & Pramono, R. (2020). DO GEMBA KAIZEN AND 5S REINFORCE MEDICAL EQUIPMENT MANUFACTURING PERFORMANCE ? *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 41-57.
- Márquez, A. C. (2007). *The Maintenance Management Framework Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Seville: Springer.
- Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras. (n. d.). Paimta 2023 m. vasario 24 d. iš Visuotinė lietuvių enciklopedija: <https://www.vle.lt/straipsnis/efektyvumas/>
- Mostafa, S., Sang-Heon, L., Dumrak, J., Chileshe, N., & Soltan, H. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal*, 236-272.
- Mustapa, S. A., & Adnan, H. (2008). Facility Management Challenges and Opportunities in the Malaysian Property Sector. *Journal of Sustainable Development*, 79-85.
- National Institute of Building Sciences. (2022 m. Rugpjūčio 17 d.). *Building Information Modeling (BIM)*. Prieiga per internetą: <https://www.wbdg.org/bim>
- Nortus, UAB. (2023). *LEAN sistema*. Prieiga per internetą: <https://www.nortus.eu/ka-darome/lean-sistema/>

- Olapade, D. T., & Ekemode, B. G. (2018). *Awareness and utilisation of building information modelling (BIM) for facility management (FM) in a developing economy*. Nigeria: Emerald Publishing Limited.
- Puķīte, I., & Geipele, I. (2017). Different Approaches to Building Management and Maintenance Meaning Explanation. *Procedia Engineering*, 905-912.
- Rafael Sacks, C. E. (2018). *BIM Handbook*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Redlein, A. (2020). *Modern Facility and Workplace Management Processes, Implementation and Digitalisation*. Austria: Springer.
- Rifqi, H., Souda, S. B., Zamma, A., & Kassami, S. (2020 m. Spalis). Lean Maintenance 4.0: An application of the IoT Technology in the facility management industry. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9064-9070.
- Roper, K. O., & Payant, R. P. (2014). *The facility management handbook: Fourth edition*. New York: AMACOM.
- Sari, N., Rotter, T., Goodridge, D., Harrison, L., & Kinsman, L. (2017 m. rugpjūčio 3 d.). An economic analysis of a system wide Lean approach: cost estimations for the implementation of Lean in the Saskatchewan healthcare system for 2012–2014. Prieiga per internetą: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5543735/>
- SelectHub. (2023 m. gegužės 5 d.). *Best CMMS Software*. Prieiga per internetą: <https://www.selecthub.com/c/cmms-software/>
- Sherif Mostafa, S.-H. L. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal*, 236-272.
- Siemens. (2021). *Desigo CC V4.2 BIM Viewer*. Prieiga per internetą: <https://sid.siemens.com/v/u/A6V12014658>
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean maintenance: Reduce costs, improve quality, and increase market share*. Oxford: Elsevier inc.
- South African Facilities Management Association. (n. d.). *Wwat is FM?* Paimta 2023 m. Vasario 19 d. iš SAFMA: <https://www.safma.co.za/About>
- Sprang, H. v., & Drion, B. (2020). *Introduction to Facility Management*. Utrecht: Noordhoff.
- Stephen, H. (2018 m. spalio 29 d.). *What is COBie?* Prieiga per internetą: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>
- Teicholz, P. (2013). *BIM for facility managers*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

UAB "AGA CAD". (n. d.). *BIMLINK tinklaraštis – tiems, kurie daro BIM projektus*. Prieiga per internetą: <http://blog.bimlink.lt/bim-taikymas/>

Waeyenbergh, G. &. (2004). Maintenance concept development: A case study. *International Journal of Production Economics*, 395-405.