



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

Pavel Akimov

**KOMERCINĖS PASKIRTIES PASTATŲ NUOTOLINIO VALDYMO IR
STEBĖJIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ
COMMERCIAL BUILDINGS REMOTE CONTROL AND MONITORING
POSSIBILITIES ANALYSIS**

Baigiamasis magistro darbas

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211LX059
Vadybos studijų kryptis

Vilnius, 2023

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

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Artūras Kaklauskas

(Vardas, pavardė)

(Data)

Pavel Akimov

**KOMERCINĖS PASKIRTIES PASTATŲ NUOTOLINIO VALDYMO IR
STEBĖJIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ**
**COMMERCIAL BUILDINGS REMOTE CONTROL AND MONITORING
POSSIBILITIES ANALYSIS**

Baigiamasis magistro darbas

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211LX059

Vadybos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Natalija Lepkova

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

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas dr. Lina Rutkienė

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

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2023

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

Vadybos studijų kryptis

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211LX059

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)
Artūras Kaklauskas
(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

2021-10-10 Nr.
Vilnius

Studentui Pavel Akimov.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Komerinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo galimybių analizė.....

patvirtinta 202...m. d. dekanų potvarkiu Nr.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2023 m. sausio 2 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

1. Remiantis moksline literatūra, išanalizuoti komercinės paskirties pastatų sampratą, rinką, priežiūros rūšis, nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemas;
2. Išanalizuoti komercinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo patirtį Lietuvoje ir užsienio šalyse
3. Atlikti ekspertų interviu apie nuotolinio valdymo ir stebėjimo priemonių naudojimo tendencijas komercinės paskirties pastatuose;
4. Remiantis ekspertų interviu, išanalizuotais moksliniais šaltiniais, atlikti nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo galimybių SSGG analizę;
5. Išanalizuoti praktinį pastato valdymo sistemų, programų ir dirbtinio intelekto pritaikymo galimybių komercinės paskirties pastate pavyzdį. Parinkti pastato priežiūros strategiją.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai: dr. Lina Rutkienė

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

Vadovas
(Parašas)

....doc. dr. Natalija Lepkova.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau 
.....
(Parašas)
.....Pavel Akimov.....
(Vardas, pavardė)
.....2021-10-10.....
(Data)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

	Pavel Akimov, 20063000	
	(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)	
	Statybos fakultetas	
	(Fakultetas)	
	Nekilnojamojo turto valdymas, NTVfm-21	
	(Studijų programa, akademinė grupė)	

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2022 m. gruodžio 30 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Komerinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo galimybių analizė“ yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: docentas daktaras Natalija Lepkova. Mano darbo vadovas docentas daktaras Natalija Lepkova.

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

		Pavel Akimov
	(Parašas)	(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas		ISBN	ISSN
Statybos fakultetas		Egz. sk.	
Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedra		Data-.....-.....	

Antrosios pakopos studijų Nekilnojamojo turto valdymo programos magistro baigiamasis darbas	
Pavadinimas	Komercinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo galimybių analizė
Autorius	Pavel Akimov
Vadovas	Natalija Lepkova

	Kalba: lietuvių
--	------------------------

Anotacija
Baigiamąjį darbą sudaro trys pagrindiniai skyriai. Pirmoje darbo dalyje, remiantis aktualiomis mokslo publikacijomis, analizuojama komercinės paskirties pastatų samprata, lyginama Lietuvos ir užsienio šalių komercinių pastatų rinka, pastatų priežiūros reikalavimai, nagrinėjama pastatų priežiūros atsiradimo istorija ir jos rūšys. Antrame skyriuje analizuojamos pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų – turto priežiūros programų, pastatų valdymo sistemų bei dirbtinio intelekto taikymo galimybės komercinių pastatų valdymui. Trečiame skyriuje, remiantis ekspertų interviu atsakymais, atliekama nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo galimybių SSGG analizė, nagrinėjamas praktinis sistemų naudojimo pavyzdys ir parenkama pastatų priežiūros strategija. Darbo pabaigoje pateikiamos apibendrintos išvados ir siūlymai.

Prasminiai žodžiai: Komercinės paskirties pastatai, pastatų priežiūra, pastatų valdymo sistema, dirbtinis intelektas, pastatų priežiūros strategija
--

Vilnius Gediminas Technical University		ISBN	ISSN
Faculty of Civil Engineering		Copies No.	
Department of Construction Management and Real Estate		Date-.....-.....	

Master Degree Studies Real Estate Management study programme Master Graduation Thesis	
Title	Commercial Buildings Remote Control and Monitoring Possibilities Analysis
Author	Pavel Akimov
Academic supervisor	Natalija Lepkova

	Thesis language: Lithuanian
--	------------------------------------

Annotation The thesis consists of three main chapters. The first part of the work, based on relevant scientific publications, analyzes the concept of commercial buildings, compares the market of commercial buildings in Lithuania and foreign countries, building maintenance requirements, examines the history of building maintenance and its types. The second chapter analyzes the possibilities of application of building remote control and monitoring systems - asset maintenance programs, building management systems and artificial intelligence for the management of commercial buildings. In the third chapter, a SWOT analysis of remote building management and monitoring options is carried out, a practical example of the use of the systems is examined, and a building maintenance strategy is selected, based on the answers of expert interviews. At the end of the work, summarized conclusions and suggestions are presented.

Keywords: Commercial buildings, building maintenance, building management system, artificial intelligence, building maintenance strategy

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
ĮVADAS.....	11
1. Komercinės paskirties pastatų literatūros analizė	13
1.1. Komercinės paskirties pastatų samprata.....	13
1.2. Komercinių pastatų rinkos Lietuvoje ir užsienyje analizė	14
1.3. Pastatų priežiūros reikalavimai Lietuvoje ir užsienyje.....	16
1.4. Pastatų inžinerinių sistemų priežiūros atsiradimo istorija	19
1.5. Priežiūros vykdymo rūšys ir jų skirtumai.....	22
1.5.1. Pastatų priežiūros rūšys Lietuvoje.....	22
1.5.2. Pastatų priežiūros rūšys užsienyje.....	23
1.5.3. Pastatų priežiūros rūšių palyginimas	26
2. Nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemos.....	29
2.1. Turto valdymo programos	29
2.1.1. Turto valdymo programų tipai	30
2.1.2. Turto valdymo programų taikymas komercinės paskirties pastatuose Lietuvoje ir užsienyje	34
2.1.3. Lietuvos ir užsienio turto valdymo sistemų palyginimas	37
2.2. Pastatų valdymo sistemos.....	41
2.2.1. Pastato valdymo sistemų funkcijos ir galimybės.....	42
2.2.2. Pastatų valdymo sistemos pranašumai	46
2.2.3. Pastato valdymo sistemos evoliucija.....	49
2.3. Dirbtinis intelektas	52
2.3.1. Dirbtinio intelekto atsiradimo poreikis.....	54
2.3.2. Dirbtinio intelekto pritaikymo galimybės	55
2.3.3. Dirbtinio intelekto taikymas Lietuvoje ir užsienyje	57
2.3.4. Išmaniųjų pastatų statistika	59
3. Nuotolinio pastato valdymo ir stebėjimo sistemų taikymo praktikoje analizė.....	61
3.1. Ekspertų interviu rezultatų apibendrinimas.....	61
3.2. Nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo SSGG analizė.....	66
3.3. Praktinė pastato nuotolinio stebėjimo ir valdymo taikymo analizė.....	69
3.3.1. Projekto ir objekto aprašymas	69
3.3.2. Pastato charakteristikos ir priežiūrai keliami tikslai.....	70
3.3.3. Tikslų įgyvendinimo eiga.....	71
3.3.4. Nuotolinio stebėjimo ir valdymo rezultatai	76
3.4. Pastato priežiūros strategijos parinkimas	78
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	80
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	82
PRIEDAI	89

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Administracinės paskirties pastatai pagal plotą, m ² (Registrų centras, 2022).....	14
2 pav. Administracinės paskirties pastatai pagal kiekį, vnt. (Registrų centras, 2022).....	15
3 pav. Modernių biurų paskirties pastatų kiekis Lietuvos rinkoje nuo 2015 iki 2023 m., m ² (Newsec, 2022).....	16
4 pav. Priežiūros metodų evoliucija (Deighton, 2016)	21
5 pav. Būkle pagrįstos priežiūros FP kreivė (Hupje, 2021)	24
6 pav. Pastatų priežiūros tipai (Arbour, 2019).....	26
7 pav. Priežiūros kaina ir įtakos (Hupje, 2021)	27
8 pav. Priežiūros strategijų pasiskirstymas pasaulio rinkose (Deighton, 2016).....	27
9 pav. Pastatų valdymo programų hierarchija, rodanti tarpusavio ryšį (The changing..., 2022)	30
10 pav. „K29“ pastato nuotrauka (K29, n.d.)	35
11 pav. „Circle K“ degalinių tinklas pasaulyje, kur naudojama „Nuvolo“ programa (Circle K, n.d.)	36
12 pav. IDC kompanijos tyrimo rezultatai (Revell, 2021).....	39
13 pav. J. Balčikonio g. 7 pastato aliarmų langas (sudaryta autoriaus)	41
14 pav. Vėdinimo įrenginio principinė valdymo schema (sudaryta autoriaus)	43
15 pav. Garų sistemos PVS pavyzdys (Young, n.d.).....	43
16 pav. Garo gesinimo sistemų atvaizdavimas PVS (sudaryta autoriaus).....	44
17 pav. „3 burių“ pastatas, tvarios statybos pavyzdys naudojant PVS (Statybų naujienos, 2020).....	47
18 pav. UAB „Technopolis Ozas“ kompanijos valdomo pastato PVS sistemos pagrindinis langas (sudaryta autoriaus).....	47
19 pav. PVS sistemos evoliucija (Bajer, 2018).....	50
20 pav. Pagrindiniai skaitmeninio dvynio komponentai (Khajavi, n.d.)	51
21 pav. Mašininio ir gilaus mokymosi skirtumai (Hyper Sense, n.d.).....	53
22 pav. DI, MM ir GM evoliucija (Das, 2020).....	54
23 pav. Gilaus mokymosi poreikio pokytis laike pastatų priežiūroje (Sanzana et al., 2022)	55
24 pav. Pastato sistemos, kuriose gali būti panaudotas dirbtinis intelektas (Gohil, 2018)	56
25 pav. Ispanijos banko būstinė Madride (Strother, 2020).....	57
26 pav. „Burj Khalifa“ pastatas JAE (Aireavu by..., 2022)	58
27 pav. „Technopolis Delta“ pastatas Vilniuje (Made in Vilnius, 2022)	58
28 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos dydis 2021 m. ir prognozė (Precedence Research, n.d.).....	59
29 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos palyginimas pagal segmentą (Precedence Research, n.d.).....	59
30 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų 2017 ir 2022 m. rinkos palyginimas pagal kontinentą (Aerospace Manufacturing..., 2020).....	60
31 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos palyginimas pagal pastatų tipą (Aerospace Manufacturing..., 2020)	60
32 pav. „Technopolis Delta“ pastato nuotrauka (Citify..., 2022).....	69

33 pav. Duomenų surinkimo dokumento fragmentas (sudaryta autoriaus)	72
34 pav. Dirbtinio intelekto schema analizuojamame pastate (sudaryta autoriaus)	72
35 pav. Energijos valdymo automatinė ataskaita su nustatytais rodikliais (sudaryta autoriaus)	74
36 pav. Energijos vartojimo palyginamoji ataskaita (sudaryta autoriaus)	75
37 pav. Techninės įrangos veikimo analizės ataskaita (sudaryta autoriaus)	75
38 pav. “Nuvolo“ sistemoje vaizduojamas priežiūros darbų atlikimo faktas (sudaryta autoriaus)	76
39 pav. “Service” (“PowerBI”) sistemoje vaizduojamas priežiūros ir remonto darbų atlikimo faktas (sudaryta autoriaus)	76
40 pav. Elektros energijos suvartojimo grafikas, 2020-2022 m. (sudaryta autoriaus)	77
41 pav. Sistemose (“Nuvolo” ir “eCSE”) užregistruotų incidentų kiekis (sudaryta autoriaus)	77

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Baltijos šalių sostinių nuomojamų komercinės paskirties pastatų kiekiai (parengta autoriaus, remiantis „Ober Haus“ ataskaita)	15
2 lentelė. Pastato šildymo ir karšto vandens priežiūros techninių veiksmų struktūra (Lietuvos Respublikos..., 2009)	22
3 lentelė. Priežiūros strategijų palyginimas (Arbour, 2022)	27
4 lentelė. Turto valdymo programų privalumai ir trūkumai (sudaryta autoriaus).....	37
5 lentelė. Turto valdymo programų palyginimas pagal kriterijus (sudaryta autoriaus)	38
6 lentelė. Ekspertų sąrašas (sudaryta autoriaus)	61
7 lentelė. Ekspertų interviu rezultatai (sudaryta autoriaus).....	63
8 lentelė. Komercinės paskirties turto valdyme ir priežiūroje naudojamų nuotolinio stebėjimo ir valdymo ir stebėjimo SSGG analizė (sudaryta remiantis ekspertu apklausa interviu būdu)	66
9 lentelė. Nustatyti gedimai ir korekcijų poreikis (sudaryta autoriaus)	73
10 lentelė. Strategijos ir įtakos (sudaryta autoriaus).....	78
11 lentelė. Įtakų kriterijų balų suvestinė (sudaryta autoriaus)	79

IVADAS

Didžiuosiuose miestuose komercinės paskirties pastatai yra pagrindinė žmonių darbo, poilsio ir laisvalaikio praleidimo vieta. Pastaruoju metu senos statybos pastatai užleidžia savo vietą moderniems pastatams. Lietuvos ir užsienio kapitalo kompanijos pasirenka šiuolaikiškus biurus arba prekybos vietas dėl mažesnių komunalinių mokesčių, geresnių komforto sąlygų, lanksčių darbo vietų ir kitų pridėtinę vertę kuriančių savybių. Norėdami užtikrinti keliamus reikalavimus ir išlikti rinkoje, pastatų savininkai ir valdytojai turi ieškoti veiklos procesų optimizavimo, kaštų mažinimo sprendimų. Vienas jų – technologijų taikymas pastatų priežiūroje ir valdyme, dalį darbų atliekant nuotoliniu būdu, automatizuojant procesus.

Modernių technologijų naudojimas įgavo dar didesnę pagreitį dėl paskelbto COVID-19 ligos pandemijos pasaulyje – apriboto bendravimo, kuris persikėlė į virtualią erdvę, taip pat dėl prasidėjusio karo tarp Ukrainos ir Rusijos sukeltų padarinių – padidėjusių energijos išteklių, medžiagų kainų ir sumažėjusios darbo jėgos pasiūlos.

Atsižvelgdami į nuolat vykstančius pokyčius, verslo atstovai taip pat turi prisitaikyti prie karantino reikalavimų, atsiradusių karo grėsmių, pasaulio organizacijų tvarumo reikalavimų arba tiesiog prie besikeičiančio visuomenės požiūrio į sveikatą ir saugumą. Komercinės paskirties pastatų rinkoje nuotolinio valdymo ir stebėjimo sprendimų taikymas yra būtina šių laikų išlikimo, konkurencijos sąlyga.

Tyrimo objektas – komercinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo sprendiniai.

Darbo tikslas – išanalizuoti nuotolinio valdymo ir stebėjimo sprendimų raidą, tendencijas bei praktinį pritaikymą komercinės paskirties pastatuose.

Tyrimo uždaviniai:

- remiantis moksliniais straipsniais, išanalizuoti komercinės paskirties pastatų sampratą, rinką, priežiūros rūšis, nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemas;
- išanalizuoti Lietuvos ir užsienio šalių patirtį;
- atlikti ekspertų interviu apie nuotolinio valdymo ir stebėjimo priemonių naudojimo tendencijas komercinės paskirties pastatuose;
- remiantis ekspertų interviu, atlikti nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo galimybių SSGG analizę;
- išnagrinėti praktinį pastato valdymo sistemų, programų ir dirbtinio intelekto pritaikymo galimybes komercinės paskirties pastate, jomis remiantis, parinkti pastato priežiūros strategiją.

Tyrimo metodai:

- mokslinės literatūros analizė;
- ekspertų interviu apklausa;

- SSGG analizė;
- Praktinio atvejo analizė.

Baigiamąjį darbą sudaro trys pagrindiniai skyriai. Pirmoje darbo dalyje, remiantis aktualiomis mokslo publikacijomis, analizuojama komercinės paskirties pastatų samprata, lyginama Lietuvos ir užsienio šalių komercinių pastatų rinka, pastatų priežiūros reikalavimai, nagrinėjama pastatų priežiūros atsiradimo istorija ir jos rūšys. Antrame skyriuje analizuojamos pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų – turto priežiūros programų, pastatų valdymo sistemų bei dirbtinio intelekto taikymo galimybės komercinių pastatų valdymui. Trečiame skyriuje, remiantis ekspertų interviu atsakymais, atliekama nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo galimybių SSGG analizė, nagrinėjamas praktinis sistemų naudojimo pavyzdys ir parenkama pastatų priežiūros strategija. Darbo pabaigoje pateikiamos apibendrintos išvados ir siūlymai.

1. KOMERCINĖS PASKIRTIES PASTATŲ LITERATŪROS ANALIZĖ

Šiame skyriuje, remiantis moksliniais straipsniais, įstatymais, normomis ir statistikos duomenimis, analizuojama komercinės paskirties pastatų samprata, Lietuvos ir užsienio šalių komercinių pastatų rinka, pastatų priežiūros reikalavimai, pastatų priežiūros atsiradimo istorija ir jos rūšys.

1.1. Komercinės paskirties pastatų samprata

Komercinis nekilnojamas turtas yra turtas, naudojamas su verslu susijusiems tikslams arba darbo vietai, o ne gyvenamajai patalpai suteikti. Dažniausiai komerciniai pastatai išnuomojami nuomininkams pajamas generuojančiai veiklai vykdyti. Komercinis nekilnojamas turtas apima kelias kategorijas: biurų patalpas, viešbučius ir kurortus, prekybos centrus, restoranus ir sveikatos priežiūros įstaigas. Apibrėžimas gali būti naudojamas vienos parduotuvės arba viso biurų miestelio apibūdinimui (Chen, 2022).

Lietuvos Respublikos statybos techniniame reglamente STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ yra išskiriamos dvi pagrindinės statinių rūšys:

1. **Pastatai.** Pagal paskirtį pastatai yra skirstomi į dvi pagrindines grupes:
 - gyvenamuosius pastatus;
 - negyvenamuosius pastatus.
2. **Inžineriniai statiniai.** Inžineriniai statiniai pagal paskirtį skirstomi į grupes:
 - susisiekimo komunikacijas;
 - inžinerinius tinklus;
 - kitus statinius.

Negyvenamieji pastatai skirstomi į 22 pogrupius. Vienas jų, ir dažniausiai nagrinėjamas šiame darbe yra administracinės paskirties pastatai – pastatai ar jų grupės (bankai, paštas, valstybės ir savivaldybės įstaigos, ambasados, teismai, biurai, kontoros, kiti įstaigų ir organizacijų administraciniai pastatai), skirti administravimo veiklai, kuria užtikrinamas valstybės, vietos savivaldos ar įmonės konkrečios institucijos, įstaigos, tarnybos ar organizacijos savarankiškas funkcionavimas (struktūros tvarkymas, personalo valdymas, turimų materialinių-finansinių išteklių valdymas ir naudojimas, projektų rengimas, raštvedybos tvarkymas ir pan.), kad jos galėtų tinkamai vykdyti joms priskirtus administravimo ar kitos veiklos uždavinius (Dėl statybos techninio..., 2017).

Jungtinės Karalystės teisės aktuose iki 2020 m. naudojimo klasės buvo suskirstytos pagal 1987 m. „Miestų ir apskričių planavimo naudojimo klasių įsakymą“ (The Town and Country Planning (Use Classes) Order 1987) į keturias A-D klases su pogrupiais. 2020 m rugsėjį įvykus pastatų naudojimo klasės tvarkos reformai, buvo įvestos naujos E, F.1 ir F.2 klasės. Komercinės paskirties pastatai Jungtinėje Karalystėje priklauso E klasei (The National Archives..., 2022).

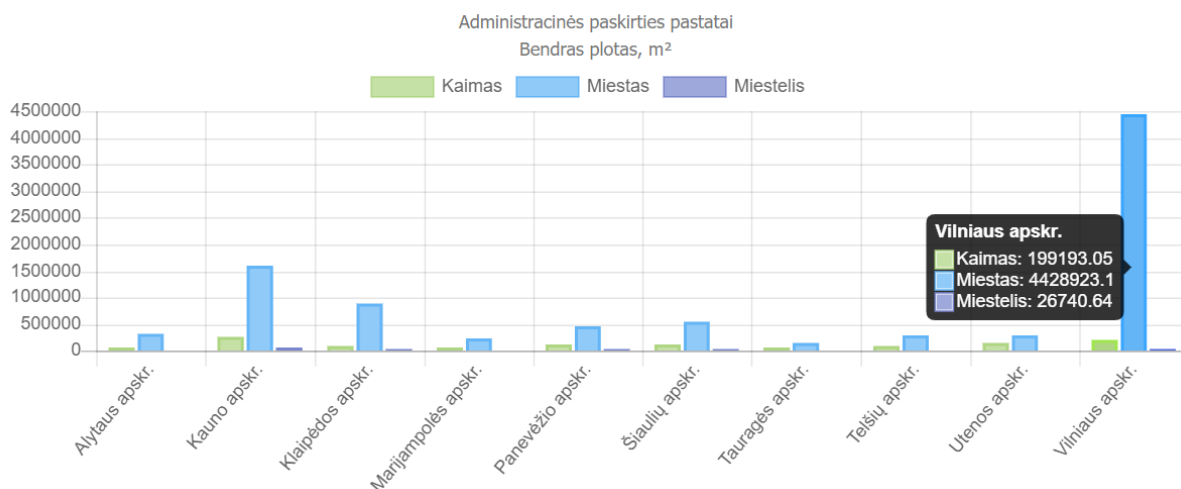
Suomijos statistikos departamento interneto svetainėje rašoma, kad pastatų naudojimo paskirtis nustatoma pagal tikslą, kuriam naudojama didžiausia pastato bendrojo ploto dalis. Išskiriama 15 skirtingų grupių ir pogrupių. Sąvoka „komerciniai pastatai“ naudojama prekybos centrams, parduotuvėms, didmeninės prekybos pastatams ir priskiriama 03 grupei. Biurų pastatai priskiriami atskirai 04 grupei (Statistics Finland, 2022)

Šiuolaikiniams pastatams tampa labai svarbus energijos taupymas ir efektyvus jos naudojimas, poveikis aplinkai. Kadangi visos Europos mastu siekiama taupyti ir kuo efektyviau naudoti energiją, vis dažniau projektuojami tokie pastatai, kurie suvartoja labai mažai energijos arba beveik jos nevartoja. Įvertinus pastato energinį efektyvumą, pastatai klasifikuojami į mažai energijos naudojančius pastatus, ekologinius pastatus, darniuosius pastatus ir žaliuosius pastatus (Klaipėdos statybos..., 2019).

1.2. Komercinių pastatų rinkos Lietuvoje ir užsienyje analizė

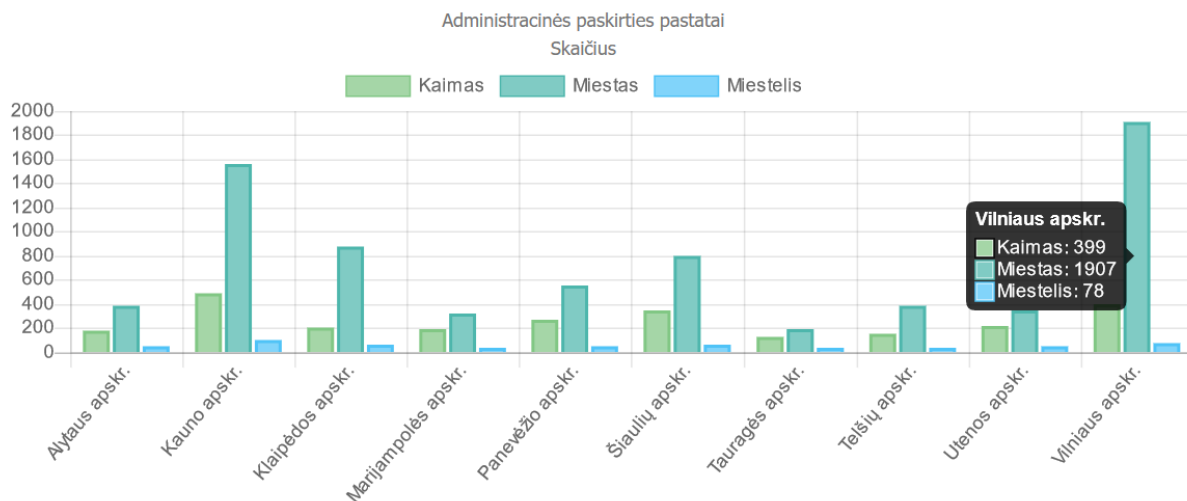
Kadangi šiame darbe nagrinėjami komercinės paskirties pastatai, būtina nustatyti jų rinkos dydį, vadovaujantis skirtingų šaltinių duomenimis.

Remiantis Registrų centro teikiamais duomenimis, analizuojama administracinės paskirties pastatų statistika.



1 pav. Administracinės paskirties pastatai pagal plotą, m² (Registrų centras, 2022)

1 pav. nurodomi pastatų kiekiai Lietuvos Respublikos apskričių kaimuose, miestuose ir miesteliuose, matuojant pagal plotą, m². Didžioji dalis pastatų atitenka šioms apskritims – Vilniaus, Kauno, Klaipėdos. Vilniaus mieste esančių administracinių pastatų kiekis yra 2,75 karto didesnis, lyginant su Kaunu, atitinkamai 4 428 923 m² ir 1 596 119 m². Svarbu paminėti, kad Vilniaus plotas yra 401 km², o Kauno plotas 157 km², skirtumas yra 2,55 karto, o tai reiškia, kad 1 km² atitenka panašus administracinių pastatų kiekis, vertinant jį m².



2 pav. Administracinės paskirties pastatai pagal kiekį, vnt. (Registrų centras, 2022)

2 pav. parodyti pastatų kiekiai Lietuvos Respublikos apskričių kaimuose, miestuose ir miesteliuose, matuojant pagal kiekį, vnt. Didžioji dalis pastatų taip pat atitenka šioms apskritims – Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos. Tačiau Vilniaus mieste esančių administracinių pastatų kiekis yra tik 22% didesnis, atitinkamai 1907 vnt. ir 1562 vnt., o tai reiškia, kad Vilniaus mieste administraciniai pastatai yra didesni (Registrų centras, 2022).

Tiriama komercinės paskirties pastatų rinka Lietuvoje bei užsienio šalyse. Šiam tikslui pasitelkiama „Metinė Baltijos šalių NT rinkos apžvalga 2022“, parengta įmonės „Ober Haus“. Nagrinėjama imtis – Vilniaus (Lietuva), Rygos (Latvija), Talino (Estija) biurų, mažmeninės prekybos bei pramonės paskirties pastatai. 1 lentelėje pateikiami pastatų kiekiai pagal tipą bei vienam gyventojui tenkantis plotas (Ober Haus, 2022).

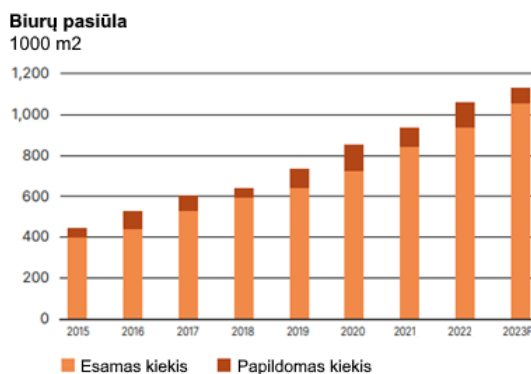
1 lentelė. Baltijos šalių sostinių nuomojamų komercinės paskirties pastatų kiekiai (parengta autoriaus, remiantis „Ober Haus“ ataskaita)

	Pastatų tipai bei kiekiai						
Miestas (Šalis)	Gyventojų kiekis, vnt.	Biurai, m ²	Biurai, m ² /gyventojui	Prekybos, m ²	Prekybos, m ² /gyventojui	Gamybos ir sandėliavimo, m ²	Gamybos ir sandėliavimo, m ² /gyventojui
Vilnius (Lietuva)	560 100	984 700	1,76	512 700	0,92	717 400	1,28
Ryga (Latvija)	614 618	644 800	1,05	837 900	1,36	1 017 400	1,66
Talinas (Estija)	438 500	1 051 600	2,40	678 300	1,55	1 367 600	3,12

Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų daroma išvada, kad didžiausias komercinės paskirties plotas tenka vienam Talino miesto gyventojui – biurų 2,40 m², prekybos 1,55 m², gamybos ir sandėliavimo 3,12

m². Vilnius užima antrą vietą pagal biurų kiekį vienam gyventojui, tačiau pagal gamybos ir sandėliavimo patalpų kiekį vienam gyventojui atsilieka nuo Rygos, kuri yra antroje vietoje po Talino.

Vadovaujantis „Newsec“ teikiamais duomenimis, pavaizduotais 3 pav., modernių biurų pasiūla nuo 2015 metų iki 2023 metų padidės beveik tris kartus, t. y. nuo 400 000 m² iki 1 100 000 m², o tai reiškia, kad rinkoje bus daugiau pastatų su šiuolaikine įranga, turinčia galimybę diegti ir naudoti nuotolinio valdymo sprendinius.



3 pav. Modernių biurų paskirties pastatų kiekis Lietuvos rinkoje nuo 2015 iki 2023 m., m² (Newsec, 2022)

1.3. Pastatų priežiūros reikalavimai Lietuvoje ir užsienyje

Šiame poskyryje analizuojami privalomieji statinio priežiūros reikalavimai Lietuvoje, užsienio valstybėse bei nustatoma kurie būtinieji darbai gali būti atlikti nuotoliniu būdu. Taip pat siekiama išnagrinėti pastatų priežiūros atsiradimo istoriją bei dabartines tendencijas, išskirti bei aprašyti labiausiai paplitusias pastatų priežiūros rūšis.

Pastatų valdymas ir priežiūra yra organizuota ir efektyvi patalpų bei sistemų priežiūros operacijų sistema. Pagrindinis priežiūros tikslas – užtikrinti, kad objekto būklė nekeltų pavojaus statinyje ir šalia jo dirbančių žmonių sveikatai ir gyvybei bei išlaikyti turto vertę. Pastato priežiūra yra brangi paslauga (eksploatacinės išlaidos, nekilnojamojo turto valdymas, administravimas, darbas su skolininkais, teisinės paslaugos ir kt.) ir aplinkosaugos aspektu (klimato kaita, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas ir energijos vartojimo efektyvumo priemonės). Įmonės siekia sumažinti pastatų eksploataavimo išlaidas, sukurdamos veiksmingesnę ir tvaresnę infrastruktūrą. Priežiūra dažnai apibrėžiama kaip veiksmų, kurių imamasi siekiant rūpintis pastato konstrukcijomis ir inžinerinėmis sistemomis, siekiant užtikrinti numatytas funkcijas ir optimalų pastato gyvavimo ciklą, visuma. Pastatų ūkio valdymo skyrius yra atsakingas už patalpų aplinkos kokybės gerinimą teikiant paslaugas ir už nuomininkų produktyvumo ir pasitenkinimo didinimą (Pukite & Greipele, 2017).

Tradicinės pastatų priežiūros organizacijos didelėse institucijose kuriamos kaip šių padalinių. Šiuos padalinius sudaro dailidės, dažytojai, elektrikai, vandentiekio specialistai, šildymo, ventiliacijos ir oro kondicionavimo sistemų aptarnaujantys specialistai. Čia taip pat turi būti įtraukti

ir šaltkalviai, tinkuotojai, stogdengiai, elektroninius prietaisus prižiūrintys specialistai. Administravimo paslaugos, sklypo priežiūra, privažiavimo kelių priežiūra, autotransporto priežiūra dažniausiai įtraukiami į pastatų ūkio valdymo organizacijos padalinį (Lepkova, 2012)

Statinio techninė priežiūra – tai statinio techninių, organizacinių priemonių visuma, užtikrinanti nustatytus esminius reikalavimus per visą statinio ekonomiškai pagrįstą naudojimo trukmę (Kiwa, 2022).

Statinio priežiūra – Statybos įstatymo ir kitų teisės aktų nustatytų techninių, organizacinių ir viešojo administravimo priemonių visuma vykdant statinio techninę priežiūrą ir statinio naudojimo priežiūrą. Nustatyta tvarka organizuoti ir (ar) atlikti pabaigto statyti ir naudojamo statinio techninę priežiūrą yra šio statinio naudotojų pareiga. Statinio techninis prižiūrėtojas, atlikdamas konkretaus statinio techninę priežiūrą, vykdo organizacines ir technines priemones statinio techninei būklei palaikyti, kad būtų užtikrinti Reglamente (ES) Nr. 305/2011 nustatyti esminiai statinių reikalavimai per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę.

Statinio techninę priežiūrą sudaro:

- nuolatinis statinio būklės stebėjimas, kurio tikslas – nustatyti vizualiai pastebimus statinio būklės pokyčius statinio naudojimo metu;
- statinio periodinės ir specializuotos apžiūros, kurių tikslas – nustatyti statinio techninės būklės pokyčius per tam tikrą laiką arba kitais atvejais, jeigu tokios apžiūros numatytos šio įstatymo 48 straipsnio 4 dalyje nurodytose taisyklėse;
- pastebėtų statinio būklės defektų šalinimas;
- remonto (paprastojo arba kapitalinio) organizavimas (STR 1.07.03:2017).

Sistemos, kurioms turi būti įsakymu paskirtas atsakingas asmuo ir kurias privaloma prižiūrėti Lietuvoje:

- Šildymo ir karšto vandens sistemos. Remiantis „Pastato šildymo ir karšto vandens sistemos priežiūros tvarka“ (Lietuvos Respublikos..., 2009);
- Dujų sistema. Remiantis „Gamtinių dujų skirstymo ir vartotojų sistemų eksploatavimo taisyklėmis“ (Lietuvos Respublikos..., 2012);
- Priešgaisrinės sistemos. Remiantis „Bendrosiomis gaisrinės saugos taisyklėmis“ (Lietuvos Respublikos..., 2005);
- Pastato konstrukcijos. Remiantis STR 1.07.03:2017 „Statinių techninės ir naudojimo priežiūros tvarka. Naujų nekilnojamojo turto kadastro objektų formavimo tvarka“ (Lietuvos Respublikos..., 2016);
- Elektros sistemos. Remiantis „Elektrinių ir elektros tinklų eksploatavimo taisyklėmis“ (Lietuvos Respublikos..., 2012).

Užsienio privalomųjų darbų palyginimui ištirtos Didžioji Britanija ir Suomija. Išnagrinėjus Didžiosios Britanijos oficialų „Patalpų valdymo ir priežiūros standartą“, pateikiamas privalomųjų sistemų sąrašas:

- Oro kondicionavimo ir vėdinimo sistemos;
- Dujų sistema;
- Priešgaisrinės sistemos;
- Elektros ūkis (UK Government, n.d.).

Suomijoje pastatų priežiūros taisyklės aprašytos „Suomijos Nacionaliniame Pastatų Kodekse“. Esminiai techniniai reikalavimai yra susiję su:

- Konstrukcijomis ir pastatų elementais, jų tvirtinu ir stabilumu;
- Priešgaisrine sauga;
- Vėdinimu ir šildymu;
- Šildymu;
- Elektra (Finland Ministry..., n.d.).

Atlikus palyginimą, nustatyta, kad Lietuvoje, Didžiojoje Britanijoje ir Suomijoje privalomos priešgaisrinių bei elektros sistemų priežiūra. Lietuvoje skiriamas didelis dėmesys konstrukcijų priežiūrai, Didžiojoje Britanijoje nagrinėtuose šaltiniuose išskiriami medžiagų, turinčių asbestą, privalomieji patikrinimai, o Suomijos šaltiniuose daugiausia informacijos sistemos, susijusios su patalpų mikroklimatu – šildymas, šaldymas, vėdinimas.

Apibendrinant pateiktus duomenis, daroma išvada, kad kiekviena valstybė bei institucija yra suinteresuota priežiūra tų nuolatinių sistemų, kurios gali sukelti pavojų žmonių sveikatai arba turtui. Nagrinėjant įstatymus taip pat pastebima tendencija įteisinti energiją vartojančių įrenginių naudojimo bei priežiūros taisykles, siekiant skatinti efektyviai naudoti resursus. Pateikiami keli pavyzdžiai su paaiškinimais, kaip Lietuvos Respublikos energetikos ministerija reguliuoja pastatų savininkų arba naudotojų priežiūros įpročius:

- Įstatymai;
- Strateginiai dokumentai, tokie kaip „Energijos vartojimo efektyvumo didinimo veiksmų planas“;
- Privalomieji pastatų atnaujinimai, įgyvendinant ES Direktyvos 2012/27/ES 5 straipsnį;
- Efektyvumo tikrinimo reikalavimai, įgyvendinant ES Direktyvą 2010/31/ES;
- Energijos vartojimo auditai;
- Energijos vartojimo stebėseną;

- Kiti Lietuvos ir Europos sąjungos teisės aktai, tokie kaip Direktyva dėl energijos vartojimo efektyvumo arba pastatų energinio naudingumo (Lietuvos Respublikos..., 2022).
- Europos sąjungos Taksonomijos reikalavimai.

Visi išvardinti reikalavimai yra tiesiogiai susiję su pastatų priežiūra bei įpareigoja atlikti periodinius įrenginių patikrinimus, stebėti energijos suvartojimą.

Kiekvienas pastato savininkas arba naudotojas pats išsirenka priežiūros būdą, nustato eksploatacinių darbų apimtį. Tačiau yra reglamentai, taisyklės, kuriuose aprašyti privalomieji inžinerinių sistemų ir konstrukcijų priežiūros darbai.

Daugelis inžinerinių sistemų, tokios kaip šildymas, vėdinimas, oro kondicionavimas, apšvietimas, gali būti kontroliuojamos nuotoliniu būdu.

1.4. Pastatų inžinerinių sistemų priežiūros atsiradimo istorija

Siekiant išnagrinėti nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo poreikio atsiradimą dabartiniu laikotarpiu, apžvelgiama šios paslaugos evoliucija. Istoriskai į techninę priežiūrą buvo žiūrima kaip į būtinybę, kuri, nors ir vertinga, įmonei kainuoja. Nors kai kurios organizacijos vis dar gali manyti, kad ši idėja yra teisinga, daugelis įmonių šiandien priežiūrą laiko esmine verslo operacijų dalimi, kuri turi įtakos rezultatams.

Kaip rašo „FasTrak SoftWorks“ įmonės atstovai, priežiūros istoriją galima padalinti į 6 etapus:

1. Pirmoji pramonės revoliucija

XVII a. JAV ir Europoje gamybai pradėta naudoti garo energija, o mašinos pamažu pakeitė žmogaus darbą gamyboje ir žemės ūkyje. Mašinos buvo tvirtos, turėjo pagrindinius valdiklius ir buvo gana patikimos. Gamybos poreikiai nebuvo tokie dideli kaip šiandien, todėl prastovų išvengimas nebuvo esminis rūpestis. Gamyklos taikė „naudok, kol sugenda“ požiūrį ir daugiausia dėmesio skyrė korekcinei priežiūrai, kurią pirmiausia atliko mašinų operatoriai. Mašinos, kurių nepavyko pataisyti, buvo keičiamos.

2. Antroji pramonės revoliucija

XIX a. viduryje elektros atradimas reiškė, kad gamyklos galėjo likti atidarytos ilgiau, o elektra varomos mašinos galėjo gaminti daug didesniu mastu. Techninės priežiūros komandos tapo šiek tiek aktyvesnės ir naudojo pagrindinę laiku pagrįstos priežiūros strategiją, kuri apėmė dalių keitimą tam tikrais laiko intervalais, nesvarbu, ar to reikia, ar ne.

3. Karo gamyba ir Antrasis pasaulinis karas

Prasidėjus karui, gamyklos Jungtinėse Valstijose buvo pertvarkytos iš plataus vartojimo prekių gamybos į karinių medžiagų gamybą, siekiant paremti Didžiąją Britaniją ir kitus Amerikos sąjungininkus. Karinių transporto priemonių ir gamybinės įrangos priežiūros ir remonto poreikiams tapus prioritetu, techninė priežiūra ėmė tapti savaime suprantama funkcija. Jungtinių Valstijų karo departamentas netgi darbino kvalifikuotus mechanikus ir technikus iš mašinų gamintojų, tokių kaip „John Deere“, kad jie veiktų kaip karinės priežiūros padaliniai, palaikantys veikiančią kovinę įrangą.

4. Laikotarpis po antrojo pasaulinio karo

Po Antrojo pasaulinio karo produkcija vėl buvo paversta vidaus prekėmis, o gamintojai siekdami pralenkti savo konkurentus, didino gamybą, dėl to didėjo ir priežiūros išlaidos. Reaguodamos į tai, gamyklos pradėjo skirti daugiau dėmesio prevencinei priežiūrai.

1960 m. dėl didelio lėktuvų avarių skaičiaus Federalinė aviacijos administracija (FAA) ir „United Airlines“ ištyrė prevencinės priežiūros praktikos veiksmingumą oro linijų pramonėje. Šis tyrimas paneigė ilgalaikius įsitikinimus, kad turtas ir komponentai turėjo tam tikrą „eksploatavimo laiką“, kol juos reikėjo pakeisti. Taikant į patikimumą orientuotą priežiūrą, daugiau dėmesio buvo skiriama turto gedimo supratimui ir prioritetų nustatymui bei planų kūrimui, kaip geriau valdyti tuos gedimus. Šią koncepciją netrukus perėmė ir kitos daug turto reikalaujančios pramonės šakos bei didelės korporacijos, kurioms reikėjo maksimalaus veikimo laiko.

5. Trečioji pramonės revoliucija

Elektronikos vystymasis XX a. antroje pusėje pradėjo naują pramonės automatizavimo erą. Dėl programuojamų loginių valdiklių ir robotų gamybos, procesai tapo labiau automatizuoti. Darbuotojų sauga tapo priežiūros rūpesčiu, nes labai naši įranga kėlė didesnę nelaimingų atsitikimų riziką. Perforacinėmis kortelėmis pagrįstos kompiuterizuotos priežiūros valdymo sistemos buvo naudojamos didelėse įmonėse, kad primintų technikams atlikti paprastas priežiūros užduotis. Vėliau technikai užpildydavo popierines formas, kurios buvo įteikiamos duomenų įvedimo tarnautojams, kad suvedę duomenis į pagrindinius kompiuterius galėtų stebėti kiekvieno turto priežiūros darbus.

1990 m. techninės priežiūros srityje pradėta vartoti rizikos sąvoka. Rizika pagrįstos priežiūros tikslas buvo optimizuoti priežiūros išteklius, pirmenybę teikiant gedimo rizikai, didelės rizikos turtui taikant intensyvesnes priežiūros programas.

Dešimtojo dešimtmečio pradžioje taip pat plėtėsi asmeninių kompiuterių naudojimas, todėl kompiuterizuoto valdymo sprendiniai tapo prieinami ir vidutinėms įmonėms. „Microsoft Access“ ir „Excel“ pagrįstas priežiūros valdymas tapo įprastas. Nors daugelis įmonių vis dar naudoja šiomis sistemomis, šiandien yra ir galingesnių variantų.

6. Nuo 2000 m. iki dabar

2000 m. kompiuterinių ir informacinių technologijų pažanga dar labiau paveikė techninės priežiūros atlikimą ir valdymą. Kompiuterizuotos sistemos šiuo metu gali būti talpinamos debesyje ir pasiekiamos internetu (FasTrak SoftWorks, 2019).

Dėl pigių programinės įrangos paslaugų ir minimalių IT reikalavimų, debesies pagrindu sukurtos kompiuterizuotos sistemos tapo patraukliomis ir labiau prieinamos mažoms įmonėms. Patobulintos belaidės ir mobiliosios technologijos leido organizacijoms pasiekti savo sistemas per prie interneto prijungtus išmaniuosius telefonus, planšetinius ir nešiojamuosius kompiuterius (FasTrak SoftWorks, 2019).

Priežiūros funkcija per pastaruosius 50 metų labai pasikeitė nuo reaktyvios „pataisyk, kai sugenda“ į iniciatyvų ir duomenimis pagrįstą, kurią sudaro sistemos ir techninę priežiūrą koordinuojantys inžinieriai. Remiantis 4 pav., galima stebėti besikeičiantį požiūrį į techninę priežiūrą. Ankstyvosios kartos techninė priežiūra dažniausiai buvo korekcinė, t. y. reagavimas į įrangos gedimą, atliekant pagrindines priežiūros procedūras, o tai yra labai neefektyvus ir brangus metodas (Deighton, 2016).



4 pav. Priežiūros metodų evoliucija (Deighton, 2016)

Įvertinus planuojamos priežiūros naudą, pereita prie laiku pagrįstos priežiūros, kuri vykdoma pagal suplanuotą tvarką bei taisykles. Tobulėjant naujoms technologijoms ir procesams, buvo pradėti taikyti nuspėjamosios priežiūros metodai. Su šiomis naujomis priežiūros ideologijomis ir technologijomis atsirado naujų priežiūros strategijų, skirtų techninės priežiūros optimizavimui (Deighton, 2016).

1.5. Priežiūros vykdymo rūšys ir jų skirtumai

Nagrinėjamuose šaltiniuose vartojama skirtinga pastatų priežiūros terminija. Šiame poskyryje apžvelgiamos Lietuvos ir užsienio šalių institucijų pastatų priežiūros vykdymo rūšys, išskiriami dažniausiai vartojami pavadinimai ir nustatomi jų skirtumai.

1.5.1. Pastatų priežiūros rūšys Lietuvoje

Lietuvos Respublikos reglamentuose priežiūros rūšys nėra aiškiai išskirtos, tačiau „Pastato šildymo ir karšto vandens sistemos priežiūros tvarkos apraše“ nurodomi 3 vadinamieji lygiai, tai yra prevencinė priežiūra, korekcinė priežiūra bei avarijų likvidavimas. Dokumente randamas 2 lygių aprašymas.

Prevencinė priežiūra – tai priežiūra, kurios techninės veiklos pagrindą sudaro komponento (įrenginio) pakeitimas, kapitalinis remontas ar modernizavimas fiksuotais laiko intervalais, atsižvelgiant į jo normatyvinį tarnavimo laiką. Čia įeina ir priežiūros veiksmai, atliekami defektams (potencialiems gedimams) nustatyti ar išvengti (Lietuvos Respublikos..., 2009).

Korekcinė priežiūra – tai priežiūra, kurios techninės veiklos pagrindą sudaro taisymas pasireiškusių ar pasireiškimo procese esančių gedimų. Šią veiklą gali sudaryti komponentų remontas, restauravimas ar pakeitimas (Lietuvos Respublikos..., 2009).

2 lentelėje pateikiama pastato šildymo ir karšto vandens priežiūros techninių veiksmų struktūra.

2 lentelė. Pastato šildymo ir karšto vandens priežiūros techninių veiksmų struktūra (Lietuvos Respublikos..., 2009)

Eil. Nr.	Priežiūros lygis	Šildymo ir karšto vandens sistemos kontrolė ir parametrų reguliavimas	Techninė apžiūra		Būsenos atkūrimas
			Stebėjimas	Priežiūra	
1.	Prevencinė priežiūra	Parametrų kontrolė ir valdymas, efektyvus sistemos veikimas	Kasmetinė, sezoninė, neeilinė apžiūra	Pagal gamintojo ir projektuotojo instrukcijas, kitas taisykles (tepimas, plovimas, hidrauliniai ir šiluminiai bandymai ir pan.)	Planinis keitimas, taisymas (smulkus remontas)
2.	Korekcinė priežiūra	Parametrų atkūrimas	Periodinis, nuolatinis ar priežastinis stebėjimas	Kaip ir prevencinės priežiūros atveju, bet gedimui pasireiškus (jį pastebėjus, nustačius, nurodžius)	Keitimas dėl netinkamumo, remontas
3.	Avarijų likvidavimas	4-as veiksmas. Parametrų atkūrimas	3-as veiksmas. Stebėjimas	2-as veiksmas. Paleidimas, derinimas, priežiūra	1-as veiksmas. Lokalizavimas, remontas, keitimas

UAB „Caverion Lietuva“ straipsnyje teigiama, kad statiniuose pastatų priežiūra paprastai būna reaktyvi. Komponentai remontuojami arba keičiami šiems sugedus arba pagal iš anksto nustatytą techninės priežiūros darbų grafiką (Caverion Lietuva, n.d.).

Išmaniuosiuose pastatuose techninės priežiūros darbai, vykdomi nuotoliniu būdu, visų pirma yra prevenciniai, o idealiu atveju ir patariamieji. Atliekant priežiūros darbus naudinga nuodugniai išanalizuoti pastato duomenis, kaupiamus skaitmeninėje platformoje.

Išskiriamos 4 išmaniosios priežiūros rūšys:

1. Aprašomoji priežiūra leidžia išsiaiškinti, kas nutiko. Teikiant tokios priežiūros paslaugas surenkama informacija ir įžvalgos, gautos remiantis anksčiau jau atliktais techninės priežiūros darbais.
2. Prevencinė priežiūra vykdoma pasitelkiant dirbtinį intelektą, kurio paskirtis – ieškoti nepastebėtų pastato technologijų signalų dar iki randantis problemai, pavyzdžiui, stebint nedidelius patalpų oro kokybės pokyčius ir apskaičiuojant, kada reikia keisti vėdinimo sistemos filtrus.
3. Patariamoji priežiūra – tai tokia priežiūra, kurią atliekant ne tik numatoma, kada reikia atlikti priežiūros darbus, bet ir pajėgiama sušvelninti situaciją. Pavyzdžiui, dirbtinis intelektas gali pateikti pasiūlymą, kad tam tikromis valandomis sumažinus tam tikrų patalpų vėdinimą, filtrai galėtų būti tinkami naudoti ilgiau.
4. Naudojimu grindžiama priežiūra – tai tokia priežiūra, kurią atliekant vertinamas faktinis patalpų ir pastato technologijų naudojimas, siekiant nustatyti, kada atliktini priežiūros darbai. Panašius algoritmus galima naudoti ir administruojant valymo darbus (Caverion Lietuva, n.d.).

1.5.2. Pastatų priežiūros rūšys užsienyje

Užsienio literatūroje dažniausiai išskiriami šie 4 pastatų priežiūros tipai:

1. Prevencinė priežiūra, pagrįsta laiku (*angl. preventive, time based maintenance*)

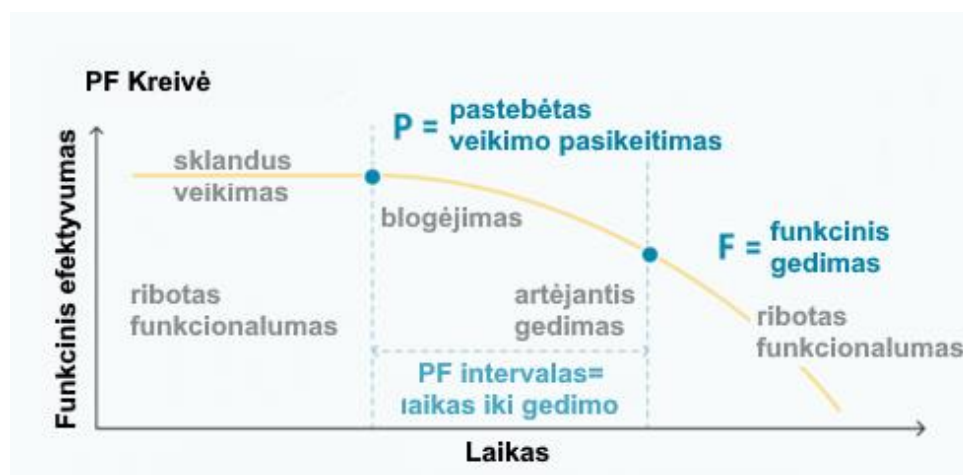
Prevencinė priežiūra yra svarbi priežiūros procedūros dalis. Tai gyvybiškai svarbus aspektas, siekiant sumažinti priežiūros išlaidas ir prastovų laiką. Tai taip pat gali padėti sukurti saugią aplinką darbuotojams, prailginti turto naudojimo trukmę ir produktyvumą. Teisingas profilaktinių darbų planas apima apžiūros, priežiūros įrašų tvarkymą. Prevencinė priežiūra reiškia įprastą ir reguliarią, suplanuotą techninę priežiūrą, kuri padeda įrangai veikti, užkertant kelią bet kokiems įrangos gedimams (tikėtinam ar netikėtam). Prevencinė priežiūra gali būti suplanuota laiku arba atsižvelgiant į naudojimą. Laiku pagrįsta priežiūra – priežiūra, kuri suplanuota pagal laiką, pvz., kasdien, kas

savaite, kas mėnesį ir pan. Naudojimu pagrįsta priežiūra – techninė priežiūra, suplanuota atsižvelgiant į įrangos naudojimą. Pavyzdžiui, siurblius reikia sutepti kas 1000 valandų (Asset Infinity, 2021).

2. Prevencinė, būkle pagrįsta priežiūra (*angl. preventive, condition based maintenance*)

Tai priežiūros strategija, kuri stebi tikrąją turto būklę, kad nuspręstų, kokią priežiūrą reikia atlikti. Šis tipas reikalauja, kad techninė priežiūra turėtų būti atliekama tik tada, kai tam tikri rodikliai rodo prastėjančio veikimo ar artėjančio gedimo požymius. Įrangos tikrinimas dėl šių rodiklių gali apimti neinvazinius matavimus, vizualinį patikrinimą, veikimo duomenis ir suplanuotus bandymus. Tada duomenys apie būklę gali būti renkami tam tikrais intervalais arba nuolat (kaip daroma, kai mašina turi vidinius jutiklius). Sąlygomis pagrįsta priežiūra gali būti taikoma svarbiam ir ne itin svarbiam turtui (Arbour, 2022).

Būkle pagrįstos priežiūros (BPP) koncepcija yra PF kreivė, pavaizduota 5 pav.



5 pav. Būkle pagrįstos priežiūros PF kreivė (Hupje, 2021)

Kreivė rodo, kad pradėjus reikštis gedimui, įranga pablogėja iki tos ribos, kai gedimą galima aptikti (taškas „P“). Jei gedimas neaptinkamas ir nepašalinamas, jis tęsiasi tol, kol atsiranda funkcinis gedimas (taškas „F“). Laiko intervalas tarp P ir F, paprastai vadinamas PF intervalu ir yra galimybių langas, per kurį galima pastebėti gresiantį gedimą ir laiku jį išspręsti.

Svarbu suvokti, kad BPP yra priežiūros strategija, skirta įsikišti prieš įvykstant gedimui, o tai yra ekonomiškiau, nes išvengiama gedimo poveikio įrangai. Būklės stebėjimas nesutvarko įrenginių ir nesustabdo gedimų, tačiau leidžia rasti problemas, kol jos netampa gedimu.

Kad BPP būtų veiksminga kaip strategija, būtina ankstyva intervencija. Tam reikalingas efektyvus duomenų rinkimo, duomenų analizės, sprendimų priėmimo ir galiausiai įsikišimo procesas. Gedimo režimams, kai PF intervalas rodo didelį kintamumą, būklės stebėjimas nėra veiksminga strategija (Hupje, 2021).

3. Reaktyvi arba avarinė priežiūra (*angl. reactive or emergency maintenance*)

Tai paprasčiausia priežiūros strategija, kai turtas eksploatuojamas iki tol, kol sugenda. Iš tikrųjų turtui netaikoma jokia priežiūra, kol neįvyksta gedimas. Sugedus įrenginiui, jis pataisomas. Naudojant šį metodą labai svarbu turėti atsargines dalis ir patikimus darbuotojus, kurie galėtų laiku pakeisti sugedusias dalis. Ši strategija dažniausiai taikoma turtui, kuris nekelia pavojaus saugai ir turi minimalų poveikį gamybai.

Reaktyvios priežiūros privalumai:

- Paprasta ir lengvai suprantama;
- Nereikalingas planavimas;
- Reikalingi mažesnį žmonių resursai.

Reaktyvios priežiūros trūkumai:

- Nenuspėjama ir nesaugi strategija;
- Gali atsirasti netikėti brangiai kainuojantys gedimai;
- Sudėtinga planuoti personalo darbą (Mri, n.d.).

4. Nuspėjamoji priežiūra (*angl. predictive maintenance*)

Nuspėjamoji priežiūra orientuota į įrangos stebėjimą ir gedimų aptikimą ar bet kokios rūšies problemos požymių fiksavimą. Tai vienas iš ekonomiškai efektyvių priežiūros būdų. Vienas didžiausių nuspėjamosios priežiūros iššūkių, kad jai reikalingi aukštos kvalifikacijos ir išmanantys techninės priežiūros specialistai, kadangi yra naudojami ir analizuojami didelės apimties ir sudėtingi duomenys. Nuspėjama priežiūra padidina turto eksploatavimo laiką, našumą ir sumažina turto gedimo tikimybę bei padidina investicijų grąžą (Asset Infinity, 2021).

Nuspėjamoji techninė priežiūra pagal būsenos stebėjimą, išsamesnius patikrinimus ir duomenų analizę, padeda nuspėti galimą komponento ar įrangos gedimą.

Naudojant nuspėjamosios techninės priežiūros strategiją, išskiriami šie privalumai:

- techninės priežiūros veiksmų optimizavimas;
- neplanuotų prastovų sumažinimas;
- įrangos saugumo padidinimas;
- įrangos našumo padidinimas;
- įrangos vertės padidinimas.

Nuotolinis stebėjimas renka informaciją apie įrangos būklę bei naudojimo duomenis ir kartu su apžiūros ir techninės priežiūros informacija padeda susidaryti tikslesnį vaizdą ir atlikti tikslesnę įrangos būsenos, techninės priežiūros ir darbo analizę (Konecranes, n.d.).

Pastatų priežiūros tipų schema pavaizduota 6 pav. Paaiškinama, kaip keitėsi požiūris ir samprata, priklausomai nuo metų bei naudojamų įrankių.



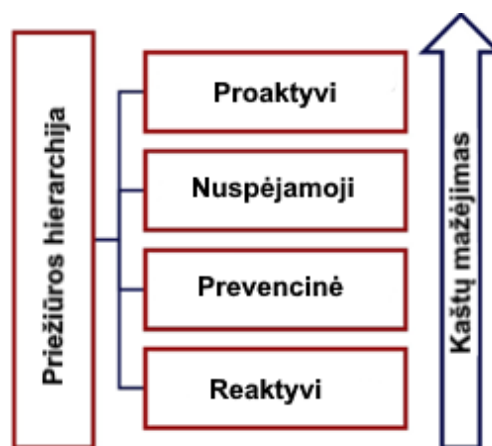
6 pav. Pastatų priežiūros tipai (Arbour, 2019)

Pastatų valdymui ir stebėjimui vis dažniau naudojamas daiktų interneto (IoT) nuspėjamoji priežiūra ir dirbtinis intelektas (DI). DI gali pritaikyti priežiūros procedūras pagal kiekvienos atskiros įrangos poreikius, gali būti išmokytas vizualiai nustatyti įrangos trūkumus ir modelius, gali vadovautis kompiuterinio projektavimo instrukcijomis be papildomo sistemos programavimo ir gali naudoti algoritmus tiekimo grandinėms optimizuoti. Automatinis sutrikimų aptikimas sumažina neplanuotos prastovos laiką ir išlaidas, nes greitai pateikia įvertinimą, kada įranga suges. Nuspėjamosios priežiūros programos diegimo veiksmams paprastai apima: svarbiausio turto nustatymą, istorinių duomenų bazės sukūrimą, gedimų režimų analizę, gedimų prognozes, nuspėjamosios priežiūros technologijos diegimą bandomosios įrangos grupei, kad programa būtų patvirtinta (Heavy.ai HQ, n.d).

1.5.3. Pastatų priežiūros rūšių palyginimas

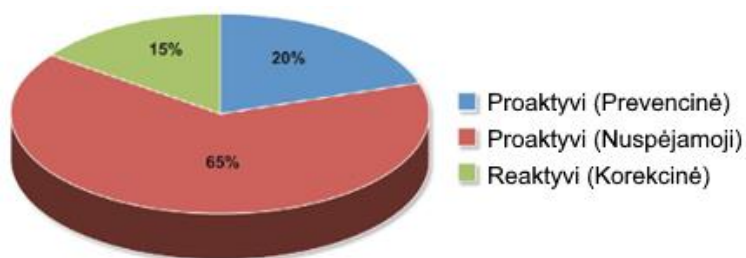
Vertinant priežiūrą iš finansinės perspektyvos, brangiausia rūšis yra avarinė priežiūra. Tai reiškia, kad avarinė priežiūra paprastai nėra gerai suplanuota, todėl yra labai neefektyvi ir brangi (standartiškai mažiausiai 3–5 kartus brangesnė už gerai suplanuotą prevencinę priežiūrą).

Gedimų prevencija yra daug pigesnė ir saugesnė, lyginant su leidimu įrangai sugesti. Be to, prevencinė priežiūra turi daug mažesnę poveikį gamybai nei techninė gedimo priežiūra (t. y. veikimas iki gedimo). Tačiau yra atvejų, kai tinkama yra apgalvota „paleidimo iki gedimo“ priežiūros strategija. Pavyzdžiui – bendrasis ploto apšvietimas pramoninėje įmonėje, kur galima palaukti, kol suges kelios lemputės, o tada jos bus pakeistos. Bandytas pakeisti šias lemputes, kol jos nesuges, būtų pinigų švaistymas, nes neįmanoma tiksliai numatyti, kada lemputės suges. Nagrinėjamu atveju pasekmės menkos. 7 pav. pavaizduota priežiūros kaina ir įtakos (Hupje, 2021).



7 pav. Priežiūros kaina ir įtakos (Hupje, 2021)

Techninės priežiūros tipas, kurį reikia įgyvendinti, priklauso nuo įmonės strategijos. Vadovaujantis 8 pav. pateiktais duomenimis, populiariausia yra nuspėjamoji priežiūra, kuri gali būti vykdoma nuotoliniu būdu, jai pozicijas užleidžia prevencinė ir korekcinė.



8 pav. Priežiūros strategijų pasiskirstymas pasaulio rinkose (Deighton, 2016)

3 lentelėje yra pateikiami skirtingų priežiūros strategijų aprašymai, vykdymo kaštai, pranašumai ir trūkumai.

3 lentelė. Priežiūros strategijų palyginimas (Arbour, 2022)

Strategija	Aprašymas	Diegimo kaštai	Privalumai	Trūkumai
Reaktyvi (<i>angl. reactive</i>)	Įvykus gedimui atliekamas remontas	Maži	Idealus sprendimas žemo prioriteto įrangai	Gali privesti prie ilgalaikio gedimo ar didelių išlaidų
Prevencinė (<i>angl. preventive</i>)	Priežiūra vykdoma pagal iš anksto numatytą grafiką	Vidutiniai	Geriausia strategija, kurią galima naudoti be bandymų	Būtina optimizacija, siekiant išvengti nereikalingų darbų
Nuspėjamoji (<i>angl. predictive</i>)	Įrenginių būkle ir veikimu paremta priežiūra	Dideli	Savalaikė ir stebima. Surenkama daugiau informacijos apie gedimų priežastis	Galimas brangus diegimas

Patikimumu paremta (<i>angl.</i> reliability centered maintenance)	Gedimo režimų stebėjimas, siekiant nustatyti geriausią priežiūros strategiją	Didžiausi	Tinkamo vykdymo metu, užtikrinamas efektyviausias priežiūros grafikas	Reikalauja nemažai laiko ir praktikos, tam, kad būtų efektyvi
---	--	-----------	---	---

Vadovaujantis 3 lentelėje pateiktais duomenimis, daroma išvada, kad renkantis priežiūros strategiją pagal diegimo kaštus, pigiausia yra reaktyvi priežiūra, kai gedimas atliekamas tik tada, kai įvyksta remontas. Brangiausia yra nuspėjamoji priežiūra, nes reikalingos didelės investicijos pradinėje stadijoje. Kiekviena strategija turi savo privalumus ir trūkumus, kurių pagrindinis veiksnys yra pinigai, kiek investuojama į pastato vertę kiekviename jo etape nuo projektavimo iki griovimo.

2. NUOTOLINIO VALDYMO IR STEBĖJIMO SISTEMOS

Šiame skyriuje yra analizuojamos pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų – turto priežiūros programų, pastatų valdymo sistemų (PVS) bei dirbtinio intelekto taikymo galimybių komercinių pastatų valdymui. Aprašomi skirtingi tipai su pavyzdžiais, apibendrinama pateikta informacija.

2.1. Turto valdymo programos

Turto valdymo programinė įranga yra debesų pagrindu veikianti platforma, leidžianti efektyviai valdyti turtą, įrangą, erdvę, ir nuomininkus. Šis įrankis taip pat skirtas organizuoti įrenginių remontą bei priežiūrą. Įmonės, naudojančios tokio tipo programinę įrangą, gali efektyviai atlikti sklandžią veiklą, tokiu būdu pasiekti geresnių verslo rezultatų.

Sukurti visus pastato aspektus apjungiančią pastato valdymo sistemą yra sudėtinga užduotis dėl didžiulių pastato komponentų skirtumų, didelių duomenų apimčių, pastato dinamikos nevienalytiškumo ir neišvengiamo neapibrėžtumo. Norint išspręsti šiuos iššūkius, visi pastato reikalavimai, susiję su saugumu, komforto kriterijais, eksploatacinių savybių specifikacijomis ir eksploatacinėmis išlaidomis, turi būti tinkamai suformuluoti, sugrupuoti ir įtraukti į realiojo laiko turto valdymo programą. Be to, siekiant pagerinti pastato valdymo sistemos veikimą, būtina atsižvelgti į pastato nuomininkų susijusius parametrus, tokius kaip jų elgesys, pageidavimai ir jų sąsajos su pastatu. Per pastaruosius kelis dešimtmečius išmaniam pastatų valdymui buvo pasiūlytos įvairios valdymo programos. Dauguma šių pastangų yra sutelktos į modeliais pagrįstų valdymo metodų naudojimą, kad būtų pasiektas tikslas subalansuoti du pagrindinius išmaniųjų pastatų veiksnius – nuomininkų komfortą ir energijos taupymą (Eini et al., 2021).

Turto valdymo programos yra lankstus verslo valdymo sprendimas įmonėms, valdančioms įvairios paskirties nekilnojamąjį turtą:

- komercinės paskirties pastatus;
- gyvenamosios paskirties pastatus;
- prekybos centrus;
- mažmeninės prekybos patalpas;
- sandėlius;
- žemės sklypus;
- pramoninius objektus ir kitą komercinį nekilnojamąjį turtą (Softera, n.d.).

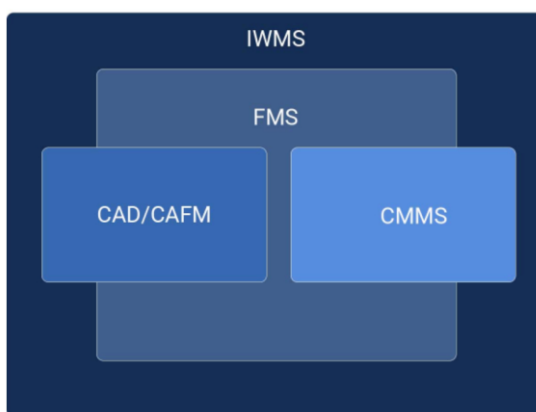
Turto valdymo programinė įranga padeda objektų valdytojams struktūrizuoti, organizuoti ir valdyti darbo vietas ar turtą taip, kad būtų užtikrintas maksimalus efektyvumas. Šios sistemos iš esmės padeda spręsti dvi stambias iššūkių grupes:

Pirmoji – nenumatyti įrangos gedimai, iškart atsiliepiantys svarbiausiai veiklai. Kadangi turto valdymo programos kaupia visą informaciją apie įrenginių būklę, jų priežiūrą ir apkrovimus, šie duomenys padeda iš anksto suplanuoti priežiūros darbus ir padidinti kasdieninės priežiūros kokybę. Tai ne tik leidžia išvengti netikėtų gedimų, bet ir ilgina turto vienetų tarnavimo laiką bei atpigina remontą.

Antra problemų grupė, kurią sprendžia tokio tipo programoms – didelės priežiūros administravimo išlaidos, kylančios iš sudėtingo administravimo proceso. Įsdiegus turto valdymo programą, priežiūros veiklų administravimas užima mažiau laiko, sumažina klaidų tikimybę ir leidžia atlikti kur kas išsamesnę priežiūros veiklos analizę. Be to, visa informacija apie priežiūrą struktūruotai kaupiama ir saugoma sistemoje, o tai taupo darbuotojų laiką ir ženkliai palengvina ataskaitų formavimą (Blue Bridge, 2018)

2.1.1. Turto valdymo programų tipai

Visos organizacijos savo turtą valdo skirtingai. Turto valdymas apima aukštų planų (AutoCAD, BIM arba fizinių brėžinių) ir duomenų naudojimą. Neturint turto valdymo sistemos, aukštų planai ir duomenys tampa atskirti ir juos ištaisyti prireikia daug laiko. Priešingai, turto valdymo programa eliminuoja rankinį darbą, automatizuoja įrenginių duomenų rinkimą ir priežiūrą. Šiame poskyryje aprašyti skirtingi valdymo programų tipai, bei skirtumai tarp kompiuterinės patalpų valdymo programinės įrangos (CAFM), patalpų valdymo programinės įrangos (FMS), kompiuterizuotos techninės priežiūros valdymo sistemos (CMMS) ir integruotų darbo vietų valdymo sistemos (IWMS) (The changing..., 2022).



9 pav. Pastatų valdymo programų hierarchija, rodanti tarpusavio ryšį (The changing..., 2022)

Kompiuterinė patalpų valdymo (CAFM) programinė įranga. (angl. Computer-aided Facility Management Software)

Kompiuterinis patalpų valdymas yra specifinis valdymo programinis įrankis, leidžiantis jos vartotojams optimizuoti daug į klientus orientuotų paslaugų organizacijoje.

Kompiuterinio patalpų valdymo (CAFM) programinė įranga leidžia turto valdytojams planuoti, vykdyti ir stebėti šias veiklas:

- reaktyvi ir planinė prevencinė priežiūra;
- patalpų nuomos valdymas;
- turto valdymas;
- patalpų eksploatacijos paslaugos;
- patalpų rezervavimas;
- kitos klientų aptarnavimo paslaugos.

CAFM sistemų pranašumai yra šie – didinti patalpų užimtumą, sumažinti kraustymų kiekį, planuoti prevencinę priežiūrą, efektyviai atlikti reaktyviąją priežiūrą, standartizuoti paslaugas ir racionalizuoti procesus. Informacija iš CAFM programinės įrangos leidžia valdytojams pagerinti ilgalaikį erdvės, patalpų, priežiūros, paslaugų ir biudžetų planavimą, kad būtų užtikrintas visiškas suderinimas su pagrindiniais verslo poreikiais (Planon, n.d.).

Kompiuterizuota techninės priežiūros valdymo sistema (CMMS) (angl. Computerised Maintenance Management System)

Kompiuterizuota techninės priežiūros valdymo sistema arba CMMS yra programinė įranga, kuri centralizuoja techninės priežiūros informaciją ir palengvina priežiūros operacijų procesus. Tai padeda optimizuoti fizinės įrangos, pvz., transporto priemonių, mašinų, ryšių, gamyklos infrastruktūros ir kito turto, naudojimą ir prieinamumą. CMMS esmė yra jos duomenų bazė. Joje yra duomenų modelis, kuris tvarko informaciją apie turtą, kurį techninės priežiūros organizacija turi prižiūrėti, taip pat įrangą, medžiagas ir kitus išteklius (IBM, n.d.).

Pagrindinės diegiamos CMMS sistemos funkcijos:

- Automatinis darbų generavimas iš priežiūros planų;
- Atsarginių dalių užsakymas laiku;
- Techninės priežiūros darbų kontrolė;
- Interaktyvūs įrangos brėžiniai;
- Aptarnavimo ir priežiūros duomenys realiuoju laiku, vienoje vietoje;
- Praradimų aptikimas;
- Įrangos nusidėvėjimo stebėjimas;
- Biudžeto ir sutarčių viršijimo apsauga;
- Automatinės ataskaitos (Axioma Servisas, n.d.).

Kaip rodo tyrimo, skelbiamo *Operations & Maintenance Best Practices* leidinyje, rezultatai, 558 įmonėse, įsidiegusiose CMMS sistemą, aptarnavimo produktyvumas pakilo 28,3 %, įrangos

sustojimų laikas sumažėjo 20,1 %, išlaidos atsarginėms dalims sumažėjo 19,4 %. Vidutinis įrangos atsipirkimo laikas buvo 14,5 mėn. (Sullivan et al., 2004).

Sistema, priskiriama CMMS grupei. „Granlund Manager“ – modulinė priežiūros valdymo sistema, kurią galima skaidyti ir konfigūruoti pagal bet kokius organizacijų poreikius, nekilnojamo turto tipus ar valdomus NT portfelius. Tai yra „debesijos“ principu paremta nekilnojamo turto priežiūros ir energijos vartojimo optimizavimo bei stebėjimo programinė įranga (Granlund Manager, n.d.).

Patalpų valdymo programinė įranga (FMS) (angl. Facility Management Software)

Patalpų valdymo sistema (FMS) yra beveik CAFM ir CMMS hibridas. FMS leidžia organizacijoms valdyti savo patalpas, žmones, turtą ir priežiūrą. Tačiau pagrindinis tikslas yra užtikrinti teisinius reikalavimus ir valdyti platesnę makro aplinką, teikiant pirmenybę darbuotojų sveikatai, saugai ir gerovei (The changing..., 2022).

Patalpų valdymas arba FM (angl. FM – facility management) dalinamas į dvi sritis – inžinerinė dalis (angl. Hard FM) ir valdymo paslaugos (angl. Soft FM). Inžinerinė dalis – tai fizinės struktūros, tokios kaip vandentiekis ir oro kondicionavimas, o valdymas reiškia paslaugas žmonėms, pvz., valymą ir saugumą. Abu elementai kartu yra labai svarbūs siekiant užtikrinti, kad pastatas veiktų kuo sklandžiau (Premier, n.d.).

FMS pagrindinės funkcijos:

- Erdvės naudojimo optimizavimas;
- Energijos suvartojimas;
- Darbuotojų valdymas;
- Rangovų valdymas;
- Turto stebėjimas;
- Planuojama prevencinė priežiūra;
- Projektų valdymas;
- Aplinkos tvarumas;
- Nuomos valdymas (The changing..., 2022).

Integruota darbo vietos valdymo sistema (IWMS) (Integrated Workplace Management System (IWMS))

IWMS yra įrankių rinkinys, kuris paprastai atlieka visas CAFM, CMMS ir FMS funkcijas.

Integruotų darbo vietos valdymo sistemų (IWMS) programinės įrangos sprendimai yra programos, kurios integruoja kelias programinės įrangos platformas. Jie padeda darbo vietoms optimizuoti patalpų valdymą, projektų valdymą, patalpų priežiūrą, nekilnojamojo turto gyvavimo

ciklo valdymą ir išteklių valdymą. Yra svarbūs diegimo žingsniai, kurių reikia laikytis visiems IWMS sprendimams, o tinkamo IWMS sprendimo paieška yra duomenų poreikių, vartotojo sąsajos ir galimo kitų programų konsolidavimo reikalas.

Ideali IWMS programinė įranga integruoja daugybę funkcinį darbo vietos sričių, kurios iš pradžių nebuvo sujungtos arba neveikė vienu metu, tačiau dabar yra sritys, kuriose būtina dirbti kartu (ServiceNow, n.d.).

IWMS privalumai:

- Duomenų panaudojimas. Pastatai ir darbo vietos yra pagrindiniai duomenų generatoriai ir naudotojai. IWMS yra visapusiškas sprendimas, leidžiantis naudoti surinktus ir analizuojamus duomenis ir paverčia juos įžvalgomis.
- Nekilnojamojo turto portfelių optimizavimas. IWMS padeda organizuoti visas pastangas, susijusias su nekilnojamojo turto naudojimu, ypatingą dėmesį skiriant operacijų valdymo atnaujinimui, nuomos administravimo racionalizavimui ir nuomos apskaitos modernizavimui.
- Projektų planavimas ir įgyvendinimas. Investiciniai projektai yra pagrindinis pastatų valdymo aspektas. Naudojant IWMS galima patikrinti projektų rezultatus, analizuoti skirtingus investavimo scenarijus ir koordinuoti projektus su didesniais organizaciniais tikslais.
- Erdvės panaudojimas. IWMS padeda organizacijoms fiksuoti užimtumo duomenis ir generuoti įžvalgas optimizuoti erdvės panaudojimą, įgalinti efektyvų perkėlimo valdymą ir vykdyti rezervavimo sistemą, kuri sumažina konfliktus.
- Operacijų ir priežiūros sąnaudų mažinimas. Naudojant IWMS galima optimizuoti prevencines priežiūros priemones, automatizuoti paslaugų valdymo procesus, stebėti ir vertinti darbo užsakymus bei nustatyti galimybes pratęsti turto gyvavimo ciklą.
- Darbo optimizavimas. IWMS leidžia jums pasiūlyti tinkamas erdves, paslaugas ir patogumus, kad darbo vietoje būtų produktyvesnė ir lankstesnė patirtis (IBM, n.d.).

Tuo metu, kai tam tikroje organizacijoje atsiranda integruotos valdymo sistemos poreikis, turi būti nubrėžtas sėkmingas įgyvendinimo maršrutas. Galimybė organizacijoje optimizuoti savo nekilnojamojo turto ir objektų turto naudojimą yra reikšminga, tačiau svarbu teisingai pasiruošti ir įgyvendinti visus etapus:

1 etapas – poreikių analizė:

1. Preliminarus vertinimas;
2. Valdymo sistemos galimybių analizė:
 - Išteklių analizė;

- Duomenų reikalavimai;
- Duomenų prieiga ir srautas;
- Mokymo reikalavimai;
- Įgyvendinimo planas ir analizės ataskaita.

2 etapas – sprendimų projektavimas:

- Sistemos projektavimas;
- Standartų kūrimas;
- Programinės įrangos personalizavimas;
- Programos procedūrų vadovo sudarymas.

3 etapas – diegimas:

- Programinės įrangos diegimas;
- Duomenų kūrimas ir (arba) integravimas;
- Ataskaitų sukūrimas;
- Vartotojų mokymas.

4 etapas – pagalba po įgyvendinimo:

- Techninė pagalba;
- Peržiūra ir įvertinimas;
- Sistemos patobulinimai;
- Papildomi vartotojų mokymai (FM House, 2014)

Laikui bėgant technologijos tobulėja, šiuo metu yra tendencija, kad jos yra panaudojamos visais darbo aspektais. Vienas jų – pastatų valdymas bei stebėjimas, kurį jau dabar galime atlikti skaitmeniniu, nuotoliniu būdu. Pastatų valdymo srityje būtina skatinti skaitmeninę transformaciją, nes darbas, kurį turime atlikti, tampa vis sudėtingesnis ir yra technologijos, kurios gali padėti (Nabilah, 2022).

2.1.2. Turto valdymo programų taikymas komercinės paskirties pastatuose Lietuvoje ir užsienyje

Šiame skyrelyje yra nagrinėjamos ir lyginamos 5 Lietuvos ir užsienio turto valdymo programos, pateikiami jų naudojimo pavyzdžiai. Pateikiamos programų funkcijos, patirtis iš šalis, kurioje buvo sukurtos:

- „Fatman“ – suomių kompanijos produktas, turintis pastatų priežiūros programėlę, nuomos valdymo bei išmaniają sąskaitų išrašymo funkcijas. Viešai skelbiamuose šaltiniuose rinkoje nuo 1990 metų;

- „Granlund Manager“ – pastatų priežiūros, energijos vartojimo efektyvumo ir skaitmeninio dvynio funkcijas turinti sistema, sukurta Suomijoje. Viešai skelbiamuose šaltiniuose rinkoje nuo 1990 metų;
- „Nuvolo“ – Jungtinių Amerikos Valstijų kompanijos gaminys, rinkoje apie 10 metų. Programos galimybės – pastatų priežiūros funkcijos, turto valdymas, energijos vartojimo efektyvumo valdymas;
- „Softera“ – pagrindinės programos funkcijos yra turto valdymas, apskaita. Sukurta Lietuvos kompanijos, kuri paslaugas teikia nuo 2008 metų;
- „Labbis“ – programą sukūrė Lietuvos kompanija, kuri paslaugas teikia virš 30 metų. Pagrindinės funkcijos – pastatų priežiūros, turto ir dokumentų, apskaitos, personalo valdymas.

Toliau aprašomi turto valdymo programų naudojimo pavyzdžiai.

„K29“ pastatas Vilniuje

Centrinėje Vilniaus dalyje esantis verslo centras „K29“ – pastatas buvo suprojektuotas atsižvelgiant į darbuotojų darbo zonų kokybę. Efektyvų pastato energinių resursų naudojimą užtikrina dvigubas fasadas ir išorinės žaliuzės. Patalpos vėsinamos šalčio sijomis, yra įdiegtos automatinės vėdinimo, šildymo ir oro valdymo inžinerinės sistemos (K29, n.d.).



10 pav. „K29“ pastato nuotrauka (K29, n.d.)

UAB „K29“ 2017 m. įdiegė „Granlund Manager“ patalpų valdymo sistemą, kuri turėjo padėti kontroliuoti techninės priežiūros veiklą verslo ir biurų centre „K29“. Sistema pasiteisino ne tik priežiūros srities užduočių valdyme bei ataskaitų formavime, tačiau pagerėjo ir nuomininkų pasitenkinimo rodiklis.

Pasak UAB „K29“, vienas iš „Granlund Manager“ pranašumų yra nesudėtingi diegimo procesai. Sistema buvo išversta į lietuvių kalbą, todėl paleidimo procesas ir techninės priežiūros personalo mokymai buvo greiti ir sklandūs.

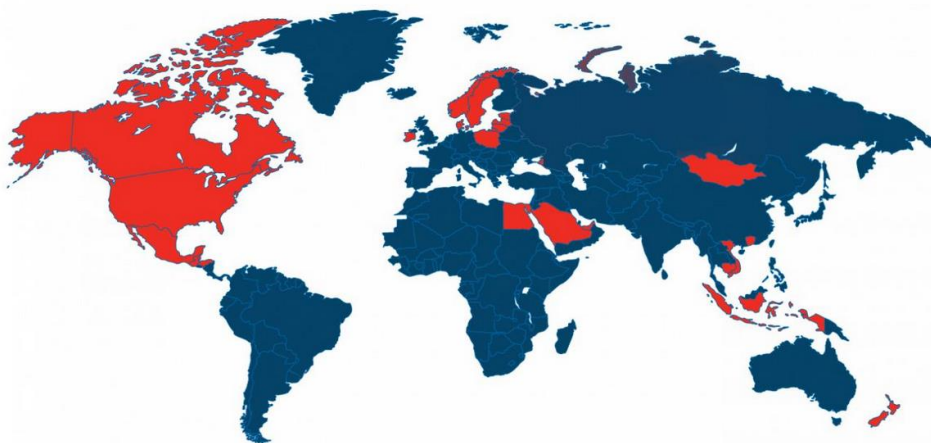
Pirmosios buvo pradėtos naudoti operacijos, susijusios su verslo centro paslaugų užklausų valdymu ir kasdienių profilaktinės priežiūros užduočių vykdymu. Vėliau sistema buvo įdiegta ir kitame Vilniaus biurų komplekse Žvejų gatvėje. Taip pat yra naudojamos programoje esančios energijos ataskaitų teikimo ir našumo optimizavimo funkcijos.

„Granlund Manager“ mobiliosios programėlės naudojimas techninės priežiūros užklausoms buvo nauja paslauga, siūloma nuomininkams. „K29“ verslo klientų atsiliepimai buvo palankūs, pabrėžiant lengvą prieigą ir ataskaitų teikimą, patobulintą dokumentaciją ir sutaupytą laiką (Granlund Manager, n.d.).

„Circle K“ degalinių tinklas

„Circle K“ valdo didelį turto portfelį, kurį sudaro biurų pastatai, kuro siurbliai, būtiniausių prekių parduotuvės ir elektromobilių (EV) įkrovimo stotelės. Portfelyje yra daugiau nei 15 000 turto vienetų Kanadoje, Danijoje, Estijoje, Honkonge, Airijoje, Latvijoje, Lietuvoje, Norvegijoje, Lenkijoje, Švedijoje ir JAV. „Circle K“ reikėjo keičiamo ir lankstaus sprendimo, kad galėtų valdyti įvairias operacijas skirtinguose regionuose.

„Circle K“ valdo pasaulinį būtiniausių prekių parduotuvių ir degalinių tinklų portfelį. Įkurta 1951 m., kurios būstinė yra Tempe, Arizonoje ir Monrealyje, Kanadoje, „Circle K“ yra būtiniausių prekių parduotuvių ir degalinių savininkė ir operatorė. 2003 m. gruodžio mėn. „Circle K“ įsigijo savitarnos parduotuvių tinklas „Alimentation Couche-Tard“ („Couche-Tard“), kurio pajamos 2021 m. siekė 5,3 mln. Express ir Statoil Degalų prekės ženklai. Šis žingsnis suteikė „Circle K“ veiklą pasauliniu mastu, o įmonė dabar turi daugiau nei 100 000 etatinių darbuotojų visame pasaulyje (Circle K, n.d.).



11 pav. „Circle K“ degalinių tinklas pasaulyje, kur naudojama „Nuvolo“ programa (Circle K, n.d.)

„Circle K“ įdiegė „Nuvolo“, kad supaprastintų procesus ir padidintų priežiūros išlaidų skaidrumą.

Pagrindiniai tikslai:

- Darbuotojų bendravimo ir duomenų surinkimo gerinimas;
- Tiekėjų paslaugų teikimo ir valdymo supaprastinimas;
- Senų IT ir priežiūros sprendimų keitimas naujomis;
- Išlaidų, susijusių su priežiūra ir turtu valdymas.

„Circle K“ naudoja „Nuvolo Connected Workplace“ sprendimą, kad supaprastintų priežiūros valdymą visame pasaulyje. Vartojamos šios funkcijos:

- Turto prastovų laiko mažinimas, naudojant prevencinės priežiūros planus;
- Darbo užsakymo nukreipimo ir darbo eigos stebėjimas pagal išteklius ir vietą;
- Techninio personalo darbo našumo stebėjimas;
- Skirtingų priežiūros strategijų nustatymas verslo padaliniuose;
- Priežiūros išlaidų ir operacijų palyginimas (Nuvolo, 2022).

2.1.3. Lietuvos ir užsienio turto valdymo sistemų palyginimas

4 lentelėje nurodomi 5 Lietuvos ir užsienio kompanijų nagrinėjamų programų privalumai ir trūkumai.

4 lentelė. Turto valdymo programų privalumai ir trūkumai (sudaryta autoriaus)

Programa	Privalumai	Trūkumai
Užsienio programa – „Fatman“ 	greitai reaguojama į vartotojų poreikius, vyksta atnaujinimai. Daug funkcijų vienoje platformoje	nėra patogios mobilios programėlės bei vertimo į lietuvių kalbą
Užsienio programa – „Granlund Manager“ 	vertimas į pasirinktą užsienio kalbą, greitas veikimas	skirtingų paslaugų tipui naudojami atskirti prisijungimai, nepatogus naudojimas
Užsienio programa – „Nuvolo“ 	patogus naudojimas, mobiliosios versijos diegimo galimybė techniniam personalui, lengvai programuojama	trūksta patogios mobilios versijos vartotojui, sudėtingas dokumentų saugojimo procesas
Lietuvos programa – „Softera“ 	interaktyvi aplinka, plačios ataskaitų, nustatymų galimybės	nėra mobilios programėlės, energijos išteklių stebėjimo funkcijos

Lietuvos programa – „Labbis“ 	patogus valdymo ir analizės įrankis, turi mobiliąją programėlę	platformos bazė yra labai sena, papildoma naujomis funkcijomis, dėl to atsiranda daug klaidų. Daugelis sprendimų sukurta atskirose platformose
---	---	--

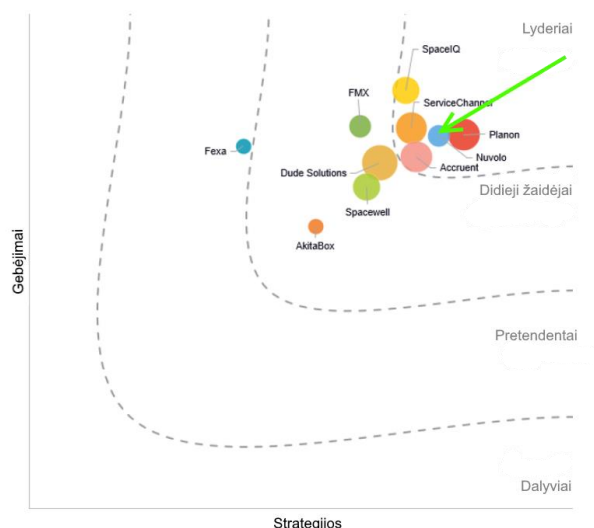
Tam, kad būtų geriau išryškinti užsienio ir Lietuvos nagrinėjamų programų privalumai arba trūkumai, 5 lentelėje pagal kriterijus išanalizuota ir susisteminta informacija.

5 lentelė. Turto valdymo programų palyginimas pagal kriterijus (sudaryta autoriaus)

Kriterijai	„Fatman“	„Glanlund Manager“	„Softera“	„Labbis“	„Nuvolo“
Užklausų valdymas	+	+	+	+	+
Integracijos galimybes turinti sistema	-	+	-	+	+
Darbo užsakymų ir duomenų istorija	+	+	+	+	+
Vartojimo atsargų sekimas	-	+	-	+	+
Prevencinis ir planinis priežiūros stebėjimas	+	+	-	+	+
Debesimis pagrįsta programa	+	+	+	+	+
Turto valdymas	+	-	+	-	+
Erdvių (patalpų) valdymas	-	-	+	-	+
Strateginis išteklių planavimas	+	+	-	+	+
Energijos valdymas	-	+	-	-	+
Lietuvių kalbos palaikymas	-	+	+	+	-
Mobili programėlė	-	+	-	+	+
Patogumas, modernumas	+	-	+	-	+
Apskaičiuoti balai:	7+	10+	6+	8+	12+

Apibendrinant 5 lentelės duomenis, galima teigti, kad tarp nagrinėtų sistemų nėra nei vienos, kuri atitiktų visus kriterijus. Visos sistemos yra skirtingos ir orientuotos į savo klientų poreikį. Daugiausia balų surinko „Nuvolo“ sistema, kadangi tai daugelį išvardintų funkcijų turinti ir toliau besivystanti IWMS tipo programa.

Remiantis „IDC“ kompanijos atliktu tyrimu, kuriame buvo vertinamos „Nuvolo“ programos strategijos bei galimybės, bendrovę priskyrė lyderių kategorijai tarp „IDC MarketScape“ pasaulio SaaS (*angl.* software as a service) įrenginių valdymo programų, paskirstymas pavaizduotas 12 pav.



12 pav. IDC kompanijos tyrimo rezultatai (Revell, 2021)

„Nuvolo“, įkurta 2014 m., automatizuoja darbo užsakymų valdymą, prevencinę priežiūrą, atsarginių dalių inventORIZaciją ir patikras. „Nuvolo“ siūlo konfigūruojamus paslaugų užklausų portalus darbuotojams ir turi darbo vietos valdymo programų rinkinį. Tai apima mobiliojo techniko funkcijas, skirtas darbo krūvio balansavimui, planavimui ir maršruto optimizavimui. „Nuvolo“ turi galimybę valdyti pardavėjus, garantijas ir atitikties reikalavimus. Be to, „Nuvolo“ siūlo darbo vietų valdymo pasiūlymus, apimančius patalpų valdymą ir nuomos administravimą. „Nuvolo“ programa yra viena sistema ir kodo bazė, sukurta „ServiceNow“ platformoje nuo pat pradžių. 2021 m. kovo mėn. „Nuvolo“ gavo C serijos finansavimą ir investuoja į produktų kūrimą, plečia savo personalą ir biurus visame pasaulyje bei bendradarbiauja su „Deloitte“, „Accenture“ ir „Fujitsu“ (Nuvolo, 2022).

Išanalizuotos 5 Lietuvos ir užsienio kompanijų platformų funkcijos ir galimybės. Akivaizdu, kad programos kuriamos tam tikram vartotojų ratui, o atsiradus papildomiems poreikiams, yra susiduriama su apjungimo ir sklendaus tarpusavio veikimo iššūkiais. Visos programos turi tiek stiprių savybių, tiek silpnų vietų. Pagrindinės bei dažniausiai naudojamos funkcijos yra šios:

- Daiktų internetas (*angl.* IoT – Internet of Things);
- Pelningumo didinimo fokusas (*angl.* ROI – Return On Investment);
- Geografinės informacinės sistemos taikymas (*angl.* GIS – Geographic Information System);
- Integracijos galimybė;
- Energijos išteklių valdymo ir taupymo funkcija.

Darbo autoriaus rekomendacijos aprašytoms kompanijoms:

- Būtina numatyti nuolatinės investicijas, prisitaikant prie besikeičiančių vartotojų poreikių šios srities ir technologijų tendencijų, kartu išlaikant konkurencingą kainodarą;
- Privalomas nuolatinis vartotojų pasitenkinimo stebėjimas (pvz., vertinimas);
- Šiuo technologijų laikotarpiu, norint išlikti rinkoje, būtina integracijos su kitomis sistemomis galimybė, bei visos funkcijos turi būti prieinamos iš vienos platformos.

2.2. Pastatų valdymo sistemos

Iki XX a. septintojo dešimtmečio beveik visų didelių komercinių pastatų valdymas, t. y. termostatų ir vožtuvų reguliavimas, buvo atliekamas pasitelkiant pneumatiką. 80-aisiais rinkoje atsiradus pirmiesiems prieinamiems kompiuteriams, šie buvo išbandyti ir pastatų sistemų valdymo optimizavime.

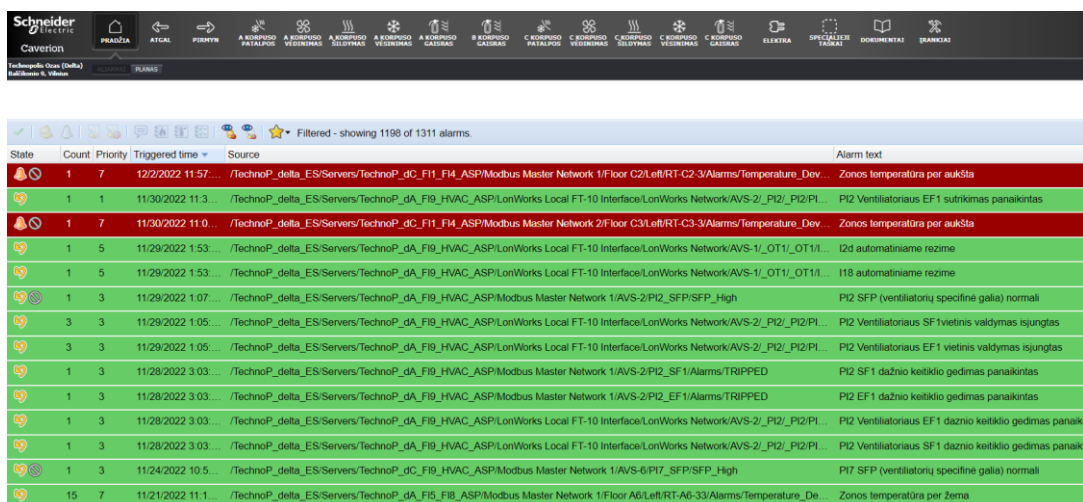
Iš pradžių vienas centrinis kompiuteris apdorojo visus procesus. Netrukus paaiškėjo, kad žymiai efektyvesnis būdas – integruoti atskirus skaitmeninius valdiklius (kompiuterius) į pagrindinius pastato šildymo, vėdinimo, apšvietimo įrenginius, o šiuos valdyti iš centrinės sistemos arba kompiuterio.

Taip atsirado pirmosios BAS/BMS (*angl.* building automation/managment system) arba kitaip – automatinės pastato valdymo sistemos (City Service..., 2022).

Pastato valdymo sistema, PVS (*angl.* building management system arba BMS) – tai sistema, kurią naudojant galima stebėti bei valdyti objekto mechanines, elektros ir elektromechanines paslaugas. Tokios paslaugos gali apimti elektros energiją, šildymą, vėdinimą, oro kondicionavimą, fizinę prieigos kontrolę, liftus, apšvietimą, gaisro kontrolės bei gesinimo sistemas (Zaharoff, 2014).

Šiais laikais didžiausios galimybės atsiveria valdyti pastatus nuotoliniu būdu, pasitelkiant PVS. Tai įrankis, kuris naudojamas pastatų sistemų veikimo optimizavimui ir efektyvumo didinimui.

Standartinė pastato valdymo sistema susideda iš programinės įrangos, serverio su duomenų baze ir išmaniųjų jutiklių, prijungtų prie tinklo, palaikančio internetą. Išmanieji jutikliai renka duomenis ir siunčia juos į PVS, kur jie saugomi duomenų bazėje. Jei jutiklis siunčia duomenis, kurie neatitinka iš anksto nustatytų sąlygų, PVS suaktyvina aliarmą. Pavyzdžiui, duomenų centre PVS gali suaktyvinti aliarmą, kai temperatūra serveryje viršija nustatytas ribines reikšmes. Pranešimų su aliarmais lango pavyzdys parodytas 13 pav.



State	Count	Priority	Triggered time	Source	Alarm text
🔴	1	7	12/2/2022 11:57:...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dC_F11_F14_ASP/Modbus Master Network 1/Floor C2/Left/RT-C2-3/Alarms/Temperature_Dev	Zonos temperatūra per aukštą
🟢	1	1	11/30/2022 11:3...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/LonWorks Local FT-10 Interface/LonWorks Network/AVS-2/_PI2/_PI2-PI	PI2 Ventilatoriaus EF1 sutrikimas panaikintas
🔴	1	7	11/30/2022 11:0...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dC_F11_F14_ASP/Modbus Master Network 2/Floor C3/Left/RT-C3-3/Alarms/Temperature_Dev	Zonos temperatūra per aukštą
🟢	1	5	11/29/2022 1:53...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/LonWorks Local FT-10 Interface/LonWorks Network/AVS-1/_OT1/_OT1-I	I2d automatiname režime
🟢	1	3	11/29/2022 1:07...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/Modbus Master Network 1/AVS-2/PI2_SFP/High	PI2 SFP (ventiliatorių specifinė galia) normali
🟢	3	3	11/29/2022 1:05...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/LonWorks Local FT-10 Interface/LonWorks Network/AVS-2/_PI2/_PI2-PI	PI2 Ventilatoriaus SF1 vietinis valdymas išjungtas
🟢	3	3	11/29/2022 1:05...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/LonWorks Local FT-10 Interface/LonWorks Network/AVS-2/_PI2/_PI2-PI	PI2 Ventilatoriaus EF1 vietinis valdymas išjungtas
🟢	1	3	11/28/2022 3:03...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/Modbus Master Network 1/AVS-2/PI2_SF1/Alarms/TRIPPED	PI2 SF1 dažnio keitiklio gedimas panaikintas
🟢	1	3	11/28/2022 3:03...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/Modbus Master Network 1/AVS-2/PI2_SF1/Alarms/TRIPPED	PI2 EF1 dažnio keitiklio gedimas panaikintas
🟢	1	3	11/28/2022 3:03...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/LonWorks Local FT-10 Interface/LonWorks Network/AVS-2/_PI2/_PI2-PI	PI2 Ventilatoriaus EF1 dažnio keitiklio gedimas panaikintas
🟢	1	3	11/28/2022 3:03...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_HVAC_ASP/LonWorks Local FT-10 Interface/LonWorks Network/AVS-2/_PI2/_PI2-PI	PI2 Ventilatoriaus SF1 dažnio keitiklio gedimas panaikintas
🟢	1	3	11/24/2022 10:5...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dC_F19_HVAC_ASP/Modbus Master Network 1/AVS-6/PI7_SFP/High	PI7 SFP (ventiliatorių specifinė galia) normali
🟢	15	7	11/21/2022 11:1...	/TechnoP_delta_ES/Servers/TechnoP_dA_F19_FB_ASP/Modbus Master Network 1/Floor A6/Left/RT-A6-33/Alarms/Temperature_De	Zonos temperatūra per žemą

13 pav. J. Balčikonio g. 7 pastato aliarmų langas (sudaryta autoriaus)

Priklausomai nuo sistemos, PVS programinė įranga gali būti įdiegta kaip atskira programa arba gali būti integruota su kitomis stebėjimo programomis. Pažangesnės PVS gali stebėti ir valdyti platų pastato paslaugų spektrą keliose platformose ir protokoluose, suteikdamos patalpų administratoriams vieną bendrą įrenginio operacijų vaizdą (Zaharoff, 2014).

Išmaniuose pastatuose įrengti įvairūs jutikliai ir valdomi įrenginiai (pvz., šildymas, vėdinimas, oro kondicionavimas, apsaugos sistemos). Įrenginiai yra integruoti į pastatų automatizavimo sistemą (PAS), dar vadinamą pastatų valdymo sistema (PVS, *angl.* BMS). Į PVS integruotus įrenginius galima valdyti nuotoliniu būdu, juos stebėti bei formuoti užklausas (Kučera & Pitner, 2018).

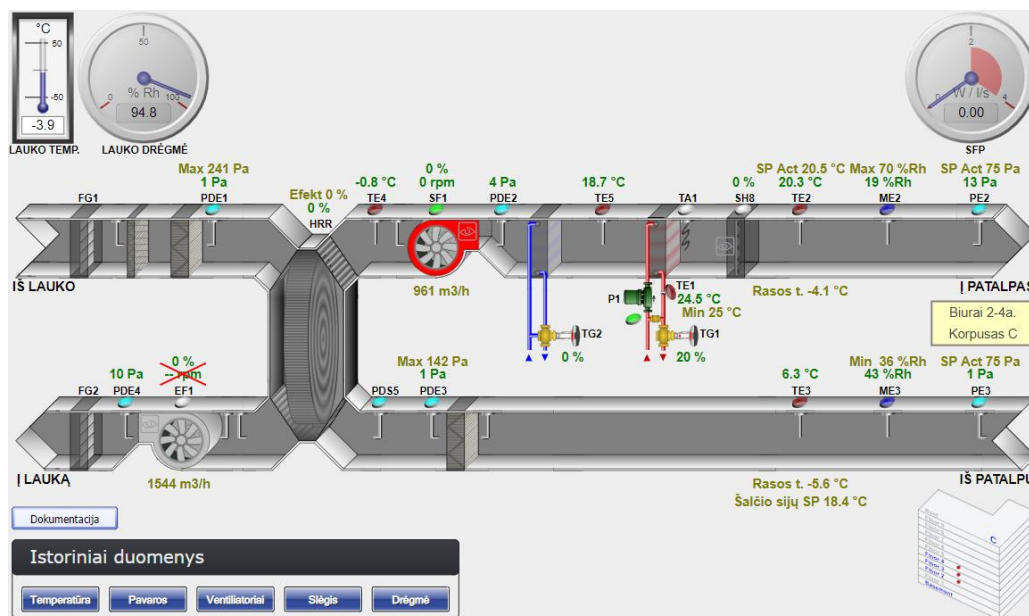
2.2.1. Pastato valdymo sistemų funkcijos ir galimybės

Pastato valdymo sistema (PVS) yra visa apimanti valdymo sistema, atsakinga už automatinį objektų posistemų reguliavimą ir valdymą, iš anksto nustatytų parametrų (arba nustatytų tikslų) palaikymą ir jų funkcionalumo kontrolę. Pagrindinis PVS tikslas yra užtikrinti objekto eksploatavimo saugumą, taip pat stebėti ir optimizuoti prižiūrimų sistemų naudojimą ir efektyvumą eksploatacijos metu. PVS valdomų sistemų pavyzdžiai:

1. ŠVOK (šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas) sistema. Oro temperatūros, slėgio, drėgmės davikliai yra prijungti prie PVS. Tuo atveju, jei jų vertė viršija nustatytas ribas, sugeneruojamas aliarmas.

Vėdinimo sistemų ventiliatorių varikliai pastate veikia automatinio režimu ir yra jungiami pagal komandas iš PVS valdiklio. Tuo metu, kai įjungiami ventiliatoriai, atidaromos oro užsklandos. Valdikliai palaiko užduotą slėgį tiekiamojo ir šalinamojo oro linijose. Valdiklis palaiko užduotą tiekiamo oro ramos taško temperatūrą (kuri yra +13C), valdydamas šaltio reguliavimo vožtuvą pagal santykinės drėgmės daviklio matavimus. Valdiklis palaiko užduotą tiekiamo oro temperatūrą pagal užprogramuotą seką valdydamas šilumos reguliavimo vožtuvus, rekuperacijos įrenginį ir šaltio reguliavimo vožtuvus pagal momentinius temperatūros jutiklių matavimus.

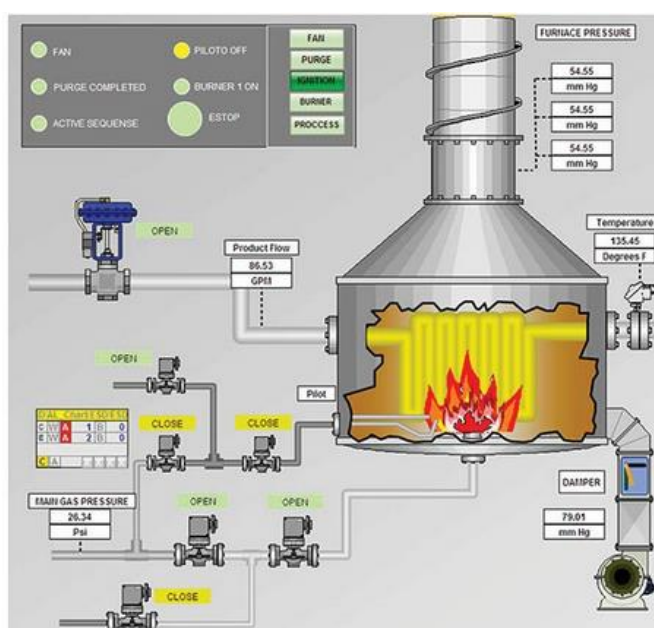
Energijos efektyvumo ir saugumo didinimui, tais atvejais, jei rotacinis šilumokaitis apledėja, yra sumažinami rotacinio šilumokaičio apsisukimai iki 20%. Pagal temperatūros daviklio vertes valdiklis automatiškai suskaičiuoja rotacinio šilumokaičio naudingumo koeficientą (%). Tokio veikimo principo schema pavaizduota 14 pav.



14 pav. Vėdinimo įrenginio principinė valdymo schema (sudaryta autoriaus)

2. Centrinis dūmų surinkimas, laminarinio srauto įrenginiai, dulkių surinkimo sistema, centrinė dulkių siurbimo sistema, šilumos pūstuvai. PVS stebi šių sistemų veikimą, kad būtų galima anksti identifikuoti įrangą, kuriai reikalingas remontas. Staigus gedimas indikuojamas pranešimais, kuriuos gavus galima imtis atitinkamų veiksmų.

3. Techninių garų sistema. Jei, pavyzdžiui, slėgis arba temperatūra vamzdinių sistemoje nukrenta žemiau nustatytų norminių švaraus garo verčių, PVS turi įjungti aliarmą, nurodant grėsmę produkto kokybei. Techninių garų sistema labiausiai paplitusi Jungtinėse Amerikos Valstijose, kaip efektyviausias sprendimas aukštiems pastatams šildyti, kadangi garui kilti aukštyrų nereikalingi papildomi įrenginiai.

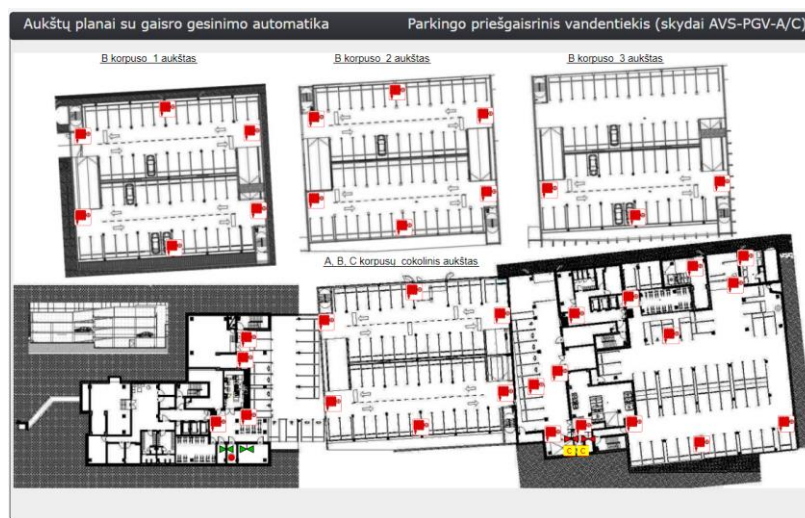


15 pav. Garų sistemos PVS pavyzdys (Young, n.d.)

4. Karšto vandens sistema ir centrinis šildymas. Temperatūros ir siurblio valdymo stebėjimas per PVS leidžia tinkamai veikti karšto vandens paskirstymui per įrenginį.

5. Šalto vandens sistema. Įrenginio aušintuvų valdymą galėtų prižiūrėti PVS, kad būtų galima stebėti tinkamą sistemos veikimą vandens / aušinimo skysčio temperatūros arba siurblio valdymo požiūriu, kad būtų užtikrintas tinkamas paskirstymas paskirstymo kontūre.

6. Gaisro gesinimo sistema. Automobilių stovėjimo aikštelėse ir patalpose prie gaisrinių čiaupų visada projektuojami gaisro pavojaus mygtukai. Paspaudus bent vieną mygtuką, atidaromos gaisrinės vandens sklendės. Šis sprendimas leidžia greitai identifikuoti pavojaus vietą plane bei lokalizuoti avariją.



16 pav. Gaisro gesinimo sistemų atvaizdavimas PVS (sudaryta autoriaus)

7. Elektros stebėjimo sistema. PVS gali stebėti suvartojamą elektros energiją ir pagrindinių elektros jungiklių būklę. Prie PVS prijungtų sistemų skaičius ir valdymo lygis yra susiję su investiciniu sprendimu. Tačiau du pagrindiniai posistemiai, į kuriuos paprastai atsižvelgiama PVS, yra ŠVOK valdymas ir elektros sistemų stebėjimas (Joseph, 2018).

Pasak „Apex Intelligence“ darbuotojo D. Karčiausko, diegiant pastato valdymo sistemą būtina numatyti visų parametrų archyvavimą, kurio archyvas būtų atviras visiems. Dažnai pasitaiko, jog parametrų archyvavimas nebūna įtrauktas į planą, o jei archyvas ir yra, jis užrakintas sistemos viduje, todėl veikimo patikrinimas tampa sudėtingas ir imlus laikui darbas (City Service..., 2022).

Pastatų valdymo sistema – tai kompiuterinė pastatuose įdiegta sistema, skirta valdyti ir stebėti įrangą. PVS sujungia ŠVOK ir skirtingą pastato įrangą, kad viskas veiktų kaip vienas integruotas įrenginys. Idealiu atveju PVS turėtų centralizuoti operacijas ir palengvinti duomenų vizualizavimą naudojant vartotojo sąsają arba konsolę.

PVS vaidmuo kasdieninėje veikloje:

- Pastato ŠVOK sistemų valdymas;
- Energijos suvartojimo stebėjimas ir valdymas;
- Emisijos mažinimas;
- Pastato operacijų ir veikimo stebėjimas realiuoju laiku;
- Operacijų ir veiksmų planavimas;
- Gėdimų ir aliarmų valdymas;
- Duomenų ataskaitų teikimas (Wattsense, 2022).

Pastatai sunaudoja 40 % pasaulio energijos, o PVS tikslas yra užtikrinti, kad šis energijos suvartojimas būtų kuo mažesnis. Blogai nustatytas PVS arba sistemos nebuvimas paprastai lemia tai, kad pastatas sunaudos 10–30 % daugiau energijos. Dėl šios priežasties valdymo sistemos pastatuose tampa norma, siekiant sumažinti anglies emisiją ir energijos suvartojimą (Hossain, 2019).

Vadovaujantis pastatų energinio naudingumo Direktyva 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo, ES narės turės užtikrinti, kad ne vėliau kaip 2025 m. negyvenamuosiuose pastatuose, kurių vardinė atiduodamoji šildymo sistemų arba kombinuotųjų patalpų šildymo ir vėdinimo sistemų galia yra didesnė kaip 290 kW, jeigu tai tikslinga techniniu ir ekonominiu požiūriu, būtų įrengtos pastatų automatizavimo ir kontrolės sistemos. Pastatų automatizavimo ir kontrolės sistemos turi gebėti:

- nuolat stebėti, registruoti, analizuoti ir suteikti galimybę koreguoti energijos suvartojimą;
- atlikti energijos vartojimo pastate efektyvumo lyginamąją analizę, aptikti techninių pastato sistemų veiksmingumo sumažėjimą ir informuoti už patalpas ar techninį pastato valdymą atsakingą asmenį apie efektyvesnio energijos vartojimo galimybes;
- suteikti galimybę palaikyti ryšį su prijungtomis techninėmis pastato sistemomis bei kitais pastate esančiais prietaisais ir būti sąveikios su techninėmis pastato sistemomis esant įvairioms patentuotoms technologijoms, įtaisams ir gamintojams (European Union..., 2018).

Bet kuri PVS sistema veikia iš trijų pagrindinių komponentų, tai yra techninė įranga, programinė įranga, tinklo protokolai.

Pasak Virginijos universiteto mokslininkų atlikto PVS sistemų parinkimo galimybių tyrimo, vienas iš svarbiausių bet kurio prie interneto prijungto įrenginio aspektų yra jos duomenų saugumas. Kadangi išmanieji pastatai tai sujungta infrastruktūra, jiems reikalingas duomenų perdavimas realiuoju laiku, jų našumas reikšmingai priklauso nuo jų duomenų saugumo aspekto. Nesaugiame

tinkle informacija gali nutekėti, būti pavogta, šnipinėjama. Išmaniosios pastato valdymo sistemos naudoja valdymo sistemų protokolus tokius kaip Modbus, BACnet, LonTalk, DNP ir IT protokolus, tokius kaip TCP ir UDP. Visi nurodyti tipai yra pažeidžiam užpuolikų. Valstybės lygiu yra paruošti ir patvirtinti kibernetinio saugumo įstatymai ir standartai, saugumo planas, incidentų komunikacijos procedūra, saugumo audito planas, informacinių technologijų ir operacijų koncepcijos planas, veiksmų planas bei etapai (Eini et al., 2021).

PVS programinė įranga stebi ir valdo visą prijungtą pastato įrangą. Pavojaus signalas nustatomas kaip iššokantis langas operatoriaus darbo vietoje, kad būtų galima nustatyti bet kokius kritinius sistemos gedimus. Turėtų būti pasiekama naudotojo sąsajos grafika, kad būtų galima vizualizuoti lauko įrangą ir lengvai stebėti PVS operatorių. Galimi įvairūs PVS protokolai, kurie atlieka tą pačią užduotį, kad perkeltų duomenis iš vieno įrenginio į kitą.

2.2.2. Pastatų valdymo sistemos pranašumai

Pasak Advanced Control Corporation, vienas iš PVS privalumų yra tai, kad šis sprendimas sujungia visus tinklus į vieną automatizuotą sistemą. Pastatų savininkai ir administratoriai gali lengvai pasiekti ir valdyti bet kurią struktūros ir nuosavybės sritį nuotoliniu būdu.

PVS programinė įranga paskirsto visus duomenis ir keičiasi jais visame tinkle. Duomenų siuntimas veikia kaip greitas ir efektyvus komunikacijos srautas, skirtas stebėti ir valdyti sistemas per vieną sąsają. Išmanioji pastato valdymo sistema gali aptarnauti vieną struktūrą arba kelias struktūras skirtingose vietose.

PVS privalumai taip pat apima integruotą pastato apsaugos sistemą, kuri užtikrins, kad pastato naudotojai išliks saugūs, o struktūra, ištekliai ir turtas bus apsaugoti. Apsaugos priemonės taip pat apsaugo nuo darbuotojų vagysčių, klastojimo ir įsilaužimų.

Pažangios apsaugos sistemos naudoja įsibrovimo aptikimo įrenginius, skaitmeninį vaizdo stebėjimą ir prieigos kontrolės sistemas. Svarbios saugos priemonės apima pastato perimetro prieigos kontrolę, kad būtų galima tinkamai nukreipti eismą ir personalą per pastatą, neleidžiant patekti į draudžiamas zonas. Uždarosios grandinės televizijos (CCTV) ir įrašymo sprendimai leidžia stebėti ir valdyti visas saugumo problemas realiuoju laiku iš vienos centrinės vietos arba už jos ribų. Vaizdo stebėjimas naudojamas norint atskleisti bet kokią neįprastą darbuotojų ar svečių elgesį, o skaitmeniniai registratoriai fiksuos veiklą jautrioje saugumo srityse. Įdiegus išmaniąją pastato valdymo sistemą, sumažinama nusikalstamos veiklos rizika ir apsisaugomas nuo žalos ir praradimo (Advanced control..., n.d.).



17 pav. „3 burių“ pastatas, tvoros statybos pavyzdys naudojant PVS (Statybų naujienos, 2020)

Išmanios pastato valdymo sistemos įdiegimas suteikia tvirus sprendimus pastato infrastruktūrai ir aplinkai. Pastatų valdymo sistemos yra pritaikomos pokyčiams, t. y. gali būti integruota į esamą infrastruktūrą. Papildomos technologijų platformos gali būti įtrauktos naudojant PVS programinės įrangos sistemą.

PVS programinė įranga leidžia savininkams ir prižiūrėtojams prieiti prie duomenų, skirtų stebėti, analizuoti ir valdyti kiekvieną struktūros sistemą, įskaitant mechaninę ir elektrinę, iš vienos centralizuotos vietos arba už jos ribų naudojant debesų technologiją. PVS programinė įranga turi patogią grafinę sąsają, dėl kurios prieiga ir valdymas yra paprastas ir patogus naudotojui. 18 pav. pavaizduota J. Balčikonio g. 9 pastato PVS pagrindinis langas, skirtas vartotojui.



18 pav. UAB „Technopolis Ozas“ kompanijos valdomo pastato PVS sistemos pagrindinis langas (sudaryta autoriaus)

Automatizuota apšvietimo valdymo sistema naudoja sudėtingą jutiklių tinklą, užimtumo valdiklius ir planavimo funkcijas, kad automatiškai išjungtų apšvietimą tuščiose vietose ir numatyto dienos ar nakties metu. Apšvietimo sistema gali būti valdoma visose pastatų zonose, taip pat ir teritorijoje prie pastato, automobilių stovėjimo aikštelėse ir kt.

Dar vienas PVS pranašumas – tai didelis oro kondicionavimo ir šildymo išlaidų sutaupymas. Pastato ŠVOK sistema gali veikti pagal valdymo grafiką tam tikromis dienomis ir konkrečiu laiku. Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo išlaidas galima sumažinti, jei šios sistemos yra tinkamai suplanuotos ir suplanuotos. Temperatūros jutiklių valdiklius galima nustatyti, kad jie veiktų, kai pastato plotai yra užimti, ir būtų išjungiami, kai plotas yra neužimtas. ŠVOK sistema taip pat stebi ir valdo oro kokybę, drėgmę, vėdinimą ir apsaugos nuo kenksmingų teršalų, dujų ir dūmų. (Anre, 2021).

Inžinerinių sistemų priežiūros kompanija „Caverion Lietuva“ išskiria pagrindinius PVS kriterijus, kurie gali turėti būti aktualūs ir ateityje:

- Lankstumas, maža rizika ir ekonominis efektyvumas;
- Visiškai atvira sąsaja ir ryšio protokolai;
- Modulinė struktūra, leidžianti nesunkiai išplėsti ir pritaikyti sistemą;
- Individualiems poreikiams pritaikomos ir modulinės bibliotekos, užtikrinančios saugų, nuoseklų ir nerizikingą paslaugų teikimą;
- Konkurencinga kaina;
- Aiškumas ir skaidrumas;
- Patogi vartotojui sąsaja, kuri leidžia peržiūrėti svarbiausius pagrindinius veiklos rodiklius (*angl.* key performance indicators – KPI) ir perspėja, kai reikia imtis veiksmų;
- Prognozuojamas ir aktyvus intelektas, veikiantis dirbtinio intelekto ir analitikos priemonių pagrindu;
- Nuoseklus funkcionavimas visą pastato eksploatavimo laiką;
- Patikimumas, kurį užtikrina stebėjimas ir kontrolė;
- Įsipareigojimas užtikrinti sistemų suderinamumą ir našumą visą eksploatavimo laiką;
- Ilgaamžiškumas, užtikrinamas naudojant kokybiškus komponentus ir vietinį valdymą;
- Programinės įrangos naujinimai leidžia užtikrinti saugią informacinę aplinką (Caverion Lietuva, n.d.).

Pastatų valdymo pasaulis keičiasi, o išmanieji pastatai tampa vis svarbesni. Šiuolaikinė pastato valdymo sistema yra svarbi to dalis. Išmaniajame pastate ne tik sukuriamas patogų patalpų klimatas, bet ir pastato naudotojai gali nesunkiai rasti vietą automobiliui, lanksčią darbo vietą, posėdžių salę ar savo kolegas (Priva, n.d.).

Australijos vyriausybės oficialioje interneto svetainėje nurodoma, kad naujas PVS yra esminis dalykas atliekant bet koki svarbų pastato įrengimą ar gamyklos atnaujinimą. Teigiama, kad senesnis nei 10 metų PVS turi būti atnaujintas atnaujintas arba pakeistas. Priežastys, dėl kurių verta apsvarstyti galimybę atnaujinti, yra šios – patikimumo klausimai, prasta komponentų būklė, interneto suderinamumo trūkumas, sunkumai įtraukiant naują įrangą ar jutiklį, gebėjimas atlikti stebėseną ir teikti ataskaitas. Taip pat teigiama, kad naujas PVS turėtų būti atidžiai stebimas ir tikslinamas mažiausiai 12 mėnesių, kadangi iš pradžių sistema gali veikti blogai dėl prasto paleidimo. Valdymo derinimo darbai užtikrina, kad įranga veiktų stabiliai, nuspėjamai, pagal užduotus parametrus (Australian Government, n.d.).

Analizuojant Lietuvos rinkoje PVS sistemų pasiūlą, nustatyta, kad siūlomi 2 programų tipai – pavienių įrenginių vietinės sistemos ir tarptautinių kompanijų sistemos, kurias atstovauja Lietuvos įmonės. Pirmam tipui priklauso „stand alone“ tipo sistemos, kurias įdiegia įrangos gamintojas, tokie kaip vėdinimo kamera ir valdiklis, apšvietimo įranga ir valdymo programa, davikliai, kaupiantys ir perduodantys informaciją.

Didžiausi PVS rinkos dalyviai yra šios kompanijos – Eaton (JAV), Emerson (JAV), Honeywell (JAV), Johnson controls (JAV), Schneider Electric (Prancūzija), Siemens (Vokietija) (Nlyte Software, n.d.).

2.2.3. Pastato valdymo sistemos evoliucija

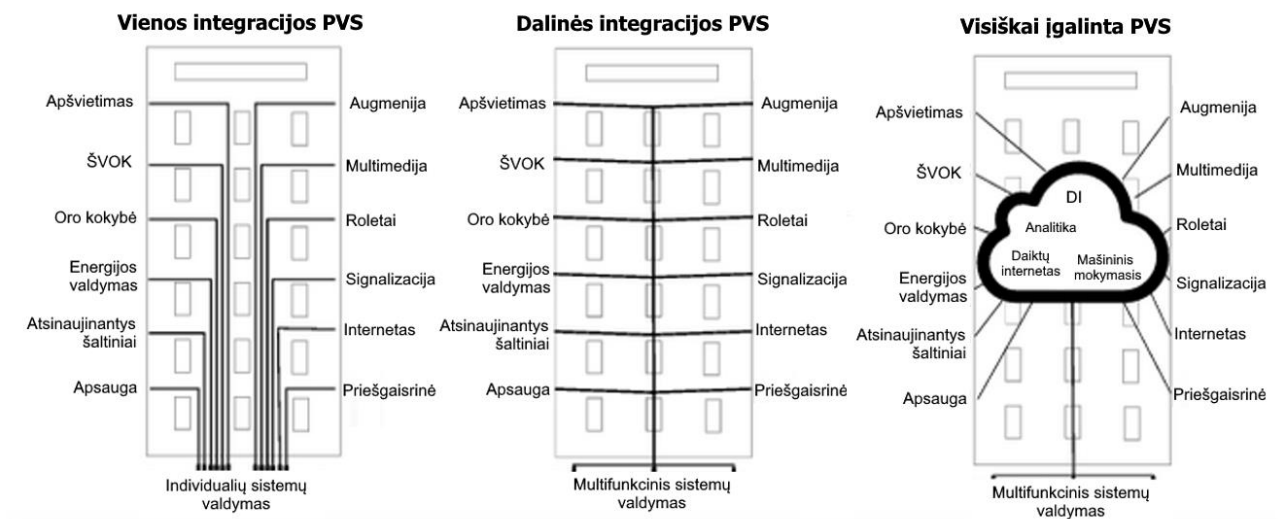
Kasmet pastatams diegiamos vis naujesnės technologijos. Iš esmės pastatai yra skaitmenizuojami, tampa išmanesni, taikomos daiktų interneto (IoT) priemonės. Pastatų evoliucija savaime lemia ir jų valdymo principų pasikeitimą. Mechaninius sprendimus keičia elektronika, kurios bet koks sutrikimas nėra pastebimas, tačiau poveikis sąnaudoms gali būti labai didelis.

Iš kitos pusės reikalavimai techninei priežiūrai nesikeičia. Tą atspindi ir teisės aktai. Privalomai tikrinami tik mechaniniai – akimi matomi sistemų elementai (City Service..., 2022).

Nors pastatų valdymo sistema gali atrodyti kaip nauja koncepcija, ji gyvuoja daugiau nei 50 metų. Tradiciškai PVS yra kompiuterinė valdymo sistema, kuri įrengiama pastate ir naudojama jo mechaninėms bei elektros sistemoms stebėti ir reguliuoti.

Per ilgus metus PVS vystėsi ir tobulėjo augant technologijoms, ypač komercinio nekilnojamojo turto rinkoje. Dėl to buvo sudarytos trys skirtingos PVS sistemų klasifikacijos, kaip parodyta 19 pav.:

1. vienos integracijos PVS;
2. dalinės integracijos PVS (per IoT palaikančius įrenginius);
3. visiškai įgalinta PVS, naudojanti „Digital Twin“ (Bajer, 2018).



19 pav. PVS sistemos evoliucija (Bajer, 2018)

Vienos integracijos PVS

Vienos integracijos PVS buvo naudojama dešimtmečius, siekiant padidinti veiklos efektyvumą ir sumažinti energijos sąnaudas. Tačiau maži ir vidutinio dydžio pastatai patyrė minimalią sąnaudų naudą dėl riboto tarpusavio ryšio, kurį suteikia vienos integracijos PVS. Šioje pirminėje PVS yra daug skirtingų sistemų, įrengtų pastate. Kiekvienas iš jų turi savo individualią IT infrastruktūrą, o prieiga prie šių sistemų suteikiama tik pastatų valdymo personalui. Visos skirtingos pastato sistemos, tokie kaip ŠVOK ir apšvietimas, yra valdomi atskirai rankiniu būdu.

Norint patikrinti ir prižiūrėti pastato sistemas, administratorius turėtų eiti į kiekvieną pastato aukštą, rankiniu būdu fiksuoti duomenis ir kartoti šiuos veiksmus kasdien, kas savaitę ir sezoniskai. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad personalas gali patikrinti sistemas tik būdamas pastate. Šis procesas užima daug laiko ir brangiai kainuoja, nes problemų pataisymai ir sistemos koregavimai negali būti sprendžiami ir realiuoju laiku ir nuotoliniu būdu (IoT for all, 2020).

Dalinės integracijos PVS

Augant ir sudėtingėjant sistemoms, auga poreikis gerinti energijos vartojimo efektyvumą ir pastato valdymo sprendimus. Pastatams skirtas daiktų internetas (IoT) buvo sukurtas maždaug 2010 m. Dėl to buvo priimtos integruotos PVS sistemos, sujungiančios keletą atskirų sistemų, kurios dabar bendrauja viena su kita. Įmonėms tai reiškia nuotolinio stebėjimo, sąlygomis pagrįstos priežiūros ir automatizuoto darbo planavimo didėjimą. Duomenų rinkimo, analizės ir automatizuoto valdymo dėka šios tarpusavyje susijusios IoT technologijos yra vertingos pastatų valdymo darbuotojams.

Patalpų valdytojai pranešimus gali gauti elektroniniu būdu ar net savo mobiliuosiuose įrenginiuose. Tai leidžia jiems daug greičiau koreguoti pastato sistemas, be fizinio buvimo vietoje. Tuo atveju, jei užimtumo lygis biure nukrenta iki nulio, įstaigos darbuotojai gauna pranešimą,

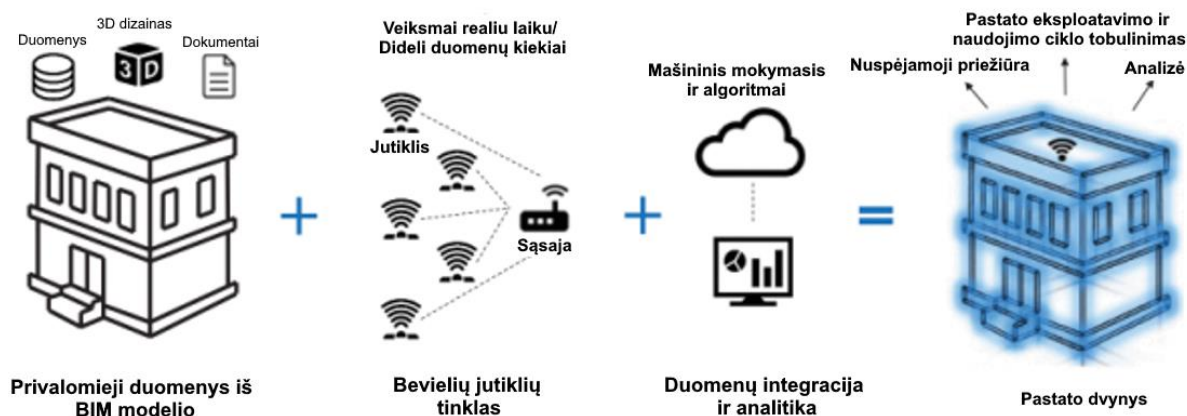
kad išjungtų visas šviesas toje patalpoje. Tada šį pakeitimą galima atlikti nuotoliniu būdu, sutaupant daug laiko ir energijos. Pagrindinis integruoto PVS tikslas išlieka toks pat kaip ir ankstesnio etapo – optimizuoti pastato našumą ir sutaupyti pinigų (IoT for all, 2020).

Visiškai įgalinta PVS

„Digital Twins“ transformavo PVS pramonę. Skaitmeniniai dvyniai sujungia skirtingas PVS sistemas, kad nuotoliniu būdu galėtų stebėti procesus ir optimizuoti darbo srautus. Skaitmeniniai dvyniai suteikia naujų įžvalgų realiuoju laiku, siūlydami organizacijoms naujus būdus maksimaliai efektyvumo didinimui ir išlaidų mažinimui.

Skaitmeniniai dvyniai įgalina pažangų požiūrį į pastatų valdymą, priimant sprendimus realiuoju laiku, daugiau dėmesio skiriant nuomininko patirčiai. Visiškai įgalinti skaitmeniniai dvyniai pašalina PVS apribojimus, suteikdami reikšmingų įžvalgų pastatų savininkams, nuomininkams ir operatoriams.

PVS gali moduluoti apšvietimą, pritaikant jį esant mažam patalpų užimtumui. Pilnai veikianti ir sukonfigūruota sistema gali nustatyti užimtumo mažėjimą. Ši technologija ne tik nuskaito dabartinę pastato sistemų būklę, bet ir pateikia sistemos tendencijų žemėlapi, turintį įtakos būsimiems valdymo sprendimams (IoT for all, 2020).



20 pav. Pagrindiniai skaitmeninio dvynio komponentai (Khajavi, n.d.)

Skaitmeninis dvynys ir komerciniai pastatai pandemijos laikotarpiu

Po COVID-19 pandemijos atidarius daugiau pastatų, skaitmeninių dvynių technologija eksploataavimo ir priežiūros srityje dabar yra aktualesnė nei bet kada. Komercinių pastatų savininkai ar valdytojai turi užtikrinti, kad jie imasi visų priemonių, siekiant sumažinti viruso riziką savo pastatuose ir tuo pačiu turi atlikti kasdienės užduotis. Skaitmeniniai dvyniai leidžia pastatams geriau įrengti saugias erdves. Programų, skirtų švariai, sveikai darbo aplinkai palaikyti, pavyzdžiai:

- Bekontaktis įėjimas ir išėjimas iš pastatų yra įmanomas naudojant prieigos sistemų integraciją. Ši integracija leidžia išvengti kontakto su durų rankenomis, naudojant savo telefonus kaip prieigos korteles;

- Bendravimo ir socializacijos kanalas. Naudodamos skaitmeninių dvynių kaupiamą nuomininkų patirtį, pastatų priežiūros komanda gali informuoti pastate esančius darbuotojus per jų mobiliuosius įrenginius apie įvykį arba taisyklių atnaujinimą;

- Geriausios biurų valymo praktikos užtikrinimas, naudojant automatinius valymo grafikus. Tai reiškia, kad dažniausiai naudojamos patalpos gali būti valomos dažniau.

Skaitmeniniai dvyniai yra tai, kas dabar vadinama išmaniaisiais pastatais. Išmaniosios PVS nuolat tobulėja, kad geriausiai atitiktų šiandienos savininkų, operatorių ir naudotojų poreikius komerciniuose pastatuose (IoT for all..., 2020).

2.3. Dirbtinis intelektas

Dirbtinis intelektas (toliau DI) – tai turbūt pirmaujantis diskusijų ir tyrinėjimų objektas technologijų pasaulyje. Daugelis žino apie dirbtinio intelekto mašinas, palengvinančias mūsų gyvenimus. Bet turbūt nedaug kas supranta, kas tai yra iš tiesų. Norint suprasti, kas yra dirbtinis intelektas, pirmiausia reikia suvokti kelias esmines sąvokas.

Dirbtinis intelektas – tai kompiuterių mokslo šaka, orientuota į mašinų, galinčių imituoti protaujančią elgesį, kūrimą. Dirbtinio intelekto sistemos gali atlikti užduotis, susijusias su žmogaus protu, tokias kaip vaizdų suvokimas, balso atpažinimas, sprendimų priėmimas ir kalbų vertimas.

Algoritmai. Algoritmai yra mašinų vykdoma matematinių nurodymų seka. Iš esmės tai yra paprastos „žingsnis po žingsnio“ instrukcijos, tokios kaip: padaryk A, tada B, o tada C. Kurdami dirbtinį intelektą, programuotojai duoda nurodymus kompiuteriui ieškoti duomenų, identifikuoti problemą ir mokytis iš šių bandymų išspręsti problemą.

Kompiuterio arba mašininis mokymas. Kompiuterio mokymas (*angl.* machine learning) – tai vienas iš daugelio algoritmų, naudojamų kuriant dirbtinį intelektą. Iš esmės tai yra programos, kurios pačios, be programuotojų pagalbos, naudodamos duomenis atlieka spėjimus. Tokie algoritmai naudojami programose, skirtose, pavyzdžiui, muzikos rekomendacijoms, šlamštui filtruoti ar sukčiavimui aptikti (Vilnius Coding..., n.d.).

Išskiriami trys skirtingi mašininio mokymosi algoritmų tipai:

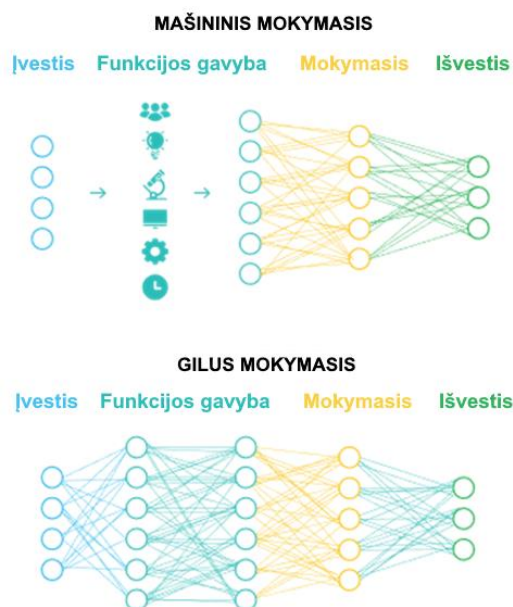
Prižiūrimas mokymasis – naudoja pasirinktus, pažymėtus duomenis, kad apmokytą modelį tiksliai klasifikuoti duomenis ir numatyti rezultatus. Modelis gali išmatuoti jo tikslumą ir laikui bėgant mokytis naudodamas pažymėtas įvestis ir išvestis.

Neprižiūrimas mokymasis – naudoja mašininio mokymosi algoritmus nepažymėtiems duomenų rinkiniams analizuoti ir sugrupuoti. Šie algoritmai atranda paslėptus duomenų šablonus be žmogaus įsikišimo.

Mokymosi sustiprinimas – kompiuterinio mokymosi modelis, skirtas optimalių sprendimų paieškai, siekiant maksimaliai padidinti naudą konkrečioje situacijoje. Šis algoritmas suranda geriausią įmanomą elgesį ir sprendimą konkrečioje situacijoje (Hyper Sense, n.d.).

Gilus mokymasis – gilus mokymasis (*angl.* deep learning) vyksta tuomet, kai mašinos mokosi tokiu pačiu principu kaip neuronai žmogaus smegenyse. Kitaip tariant, tai kompiuterio nervinis tinklas. Šiame tinkle neuronai yra sudėliojami tam tikrais sluoksniais. Vienas sluoksnis gauna duomenis iš aplinkinio pasaulio, kitas sluoksnis duoda nurodymus, kaip reaguoti į gautą informaciją. Nervinis tinklas gali padėti išspręsti sudėtingas, kompleksines užduotis, nes vienu metu veikia didžiulis kiekis neuronų (Vilnius Coding..., n.d.).

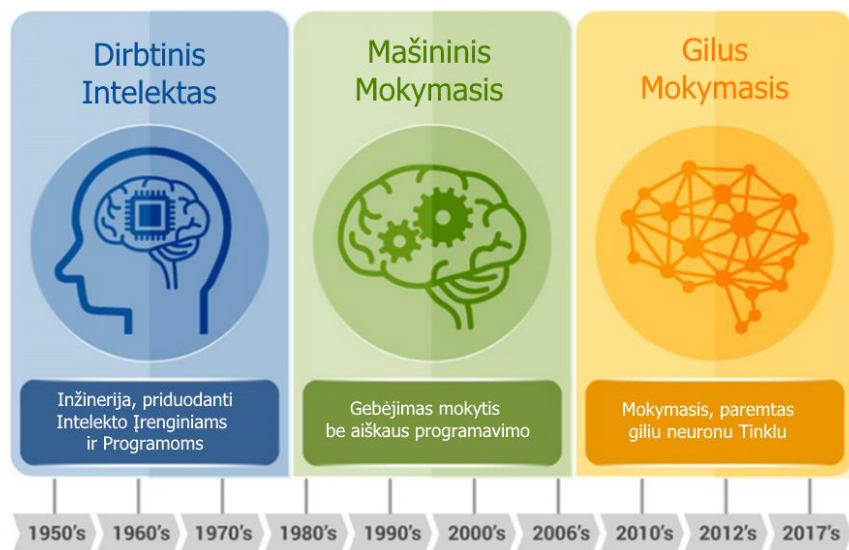
Vienas iš reikšmingų skirtumų tarp gilaus mokymosi ir mašininio mokymosi yra tai, kaip duomenys pateikiami kompiuteriui. Mašininio mokymosi algoritams paprastai reikalingi struktūrizuoti duomenys (konkretus funkcijų rinkinys, leidžiantis identifikuoti automobilį paveikslėlyje). Priešingai, gilaus mokymosi tinklai veikia keliuose dirbtinių neuroninių tinklų sluoksniuose (pvz., pateikus daug automobilių vaizdų, sistema gali savarankiškai pažinti automobilio bruožus).



21 pav. Mašininio ir gilaus mokymosi skirtumai (Hyper Sense, n.d.)

1950 metais Alanas Turningas pateikė pasiūlymą „Ar mašinos gali mąstyti?“. Tačiau dirbtinio intelekto sritis buvo oficialiai įkurta tik 1956 m. Dartmuto koledže, Hanoveryje, Naujajame Hampšyre, surengtoje konferencijoje, kur buvo pasiūlytas terminas „dirbtinis intelektas“. Paprasčiau

tariant, DI yra technologija, leidžianti sistemoms demonstruoti į žmogų panašų intelektą. Nesvarbu ar tai automobilis, robotas ar programinė įranga, norint, kad jie būtų išmanūs, reikia dirbtinio intelekto. 22 pav. pavaizduotas dirbtinio intelekto pokytis nuo 1950 iki 2017 metų (Das, 2020)

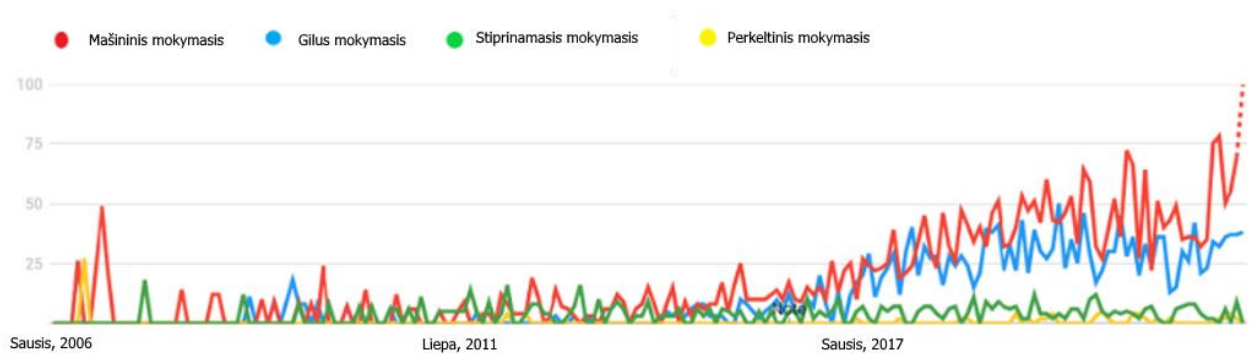


22 pav. DI, MM ir GM evoliucija (Das, 2020)

2.3.1. Dirbtinio intelekto atsiradimo poreikis

Didėjant pastatų naudotojų skaičiui ir elektros vartojimui, naujovių paklausa pastatų valdyje ir stebėjime yra didesnė nei bet kada anksčiau. Patalpų valdytojai turi sudėtingą darbą, į kurį įeina efektyvumo ir komforto valdymas atsižvelgiant į sąnaudas, derybos dėl senų pastatų sistemų ir nuolat kintančių verslo poreikių tenkinimas.

Naudojant dirbtinio intelekto (DI) ir mašininio mokymosi (MM) metodus, galima analizuoti pastato ir fizinio turto duomenis. Šios technologijos suteikia patalpų valdytojams daug holistiškesnį požiūrį į viso pastato ir turto sistemos stebėjimą ir derinimą. Pastatų analizė naudojant DI ir MM gali padėti patalpų valdytojams nuolat tobulinti savo darbo jėgą, pagerinti turto būklę ir padidinti tvarumą. Dirbtinio intelekto ir mašininio mokymosi metodai iš skirtingų duomenų atranka modelius ir naudingas analogijas, leidžiančias patalpų prižiūrėtojams geriau suprasti apkrovimą piko valandomis ir įrangos bei fizinio turto gyvavimo ciklą (Sanzana et al., 2022).



23 pav. Gilaus mokymosi poreikio pokytis laike pastatų priežiūroje (Sanzana et al., 2022)

Bendra IoT platforma, pagrįsta DI ir MM, gali suteikti realių įžvalgų apie įrenginio trūkumus. Be to, gali būti, kad patalpų specialistų valdomos pastatų sistemos taps išmanesnės, kai gausėja analizės duomenų, todėl bus galima geriau prognozuoti ir priimti priežiūros ciklo sprendimus. Taip gerinamas patalpų valdytojų efektyvumas.

Dirbtinis intelektas supaprastino kelių pastato įrenginių aspektų valdymą. Sistemos galima valdyti ir stebėti vienoje platformoje, pvz., interneto naršyklėje arba mobiliojoje programėlėje. Viena sistema daro didžiulį skirtumą tiek įmonės pelnui, tiek aplinkai, nes patalpų valdymas tampa daug efektyvesnis (Intellis, n.d.).

2.3.2. Dirbtinio intelekto pritaikymo galimybės

Dirbtinis intelektas suteikia papildomas funkcijas, leidžiančias lengviau ir ekonomiškiau valdyti atskirus įrenginius arba visus pastatus. Dėl daiktų interneto įrenginių ir dirbtinio intelekto (DI) integracijos komercinio tipo pastatai paverčiami efektyviai veikiančiomis savaime koreguojančiomis sistemomis, kurios jungiasi ir sąveikauja su naudotojais pagal jų elgesį. Svarbiausias DI diegimo pastatų savininkams pranašumas yra veiklos efektyvumas dėl energijos suvartojimo ir remonto sąnaudų mažinimo. Pateikiami keli pavyzdžiai, kaip pastatų valdytojai pasitelkiant dirbtinį intelektą, nuotoliniu būdu gali kontroliuoti pastato sistemas bei mažinti sąnaudas (24 pav.):

- **Energijos taupymas.** Išmaniųjų skaitiklių naudojimas, efektyviam energijos naudojimui. Stebint šilumos ir elektros suvartojimą piko valandomis ir koreguojant suvartojimu pagrįstus istorinius naudojimo duomenis, panaudojant dirbtinį intelektą, mažinamos išlaidos.
- **Vandentiekis.** Naudojant jutiklius ir išmaniuosius skaitiklius, pastatų valdytojai gali stebėti vandens suvartojimą ir srautą pastatų viduje, analizuoti duomenis.

- **Priešgaisrinės sistemos.** Pastatų prižiūrėtojai gali apsaugoti pastatus nuo gaisro naudodami automatinius funkcionalumo patikrinimus ir išmaniuosius detektorius, nustatyti gedimus, nevykstant į objektą.
- **Liftai.** Nuotoliniu būdu gali būtų stebimas našumas ir planuojama techninė priežiūra, reaguojant į gedimų aptikimą.
- **ŠVOK.** ŠVOK įrenginiai gali reaguoti į užimtumo duomenis, kad automatizuotų ventiliatorius, oro prieinamumą ir kintamą oro kiekį komercinėse patalpose, atsižvelgiant į naudojimą. Nebūtinas techninio personalo fizinis dalyvavimas pastate.
- **Parkavimas.** Jutikliai gali stebėti laisvas vietas, nuspėti užimtumą ir įgalinti automobilių stovėjimo aikštelės naudojimą visą parą be fizinės apsaugos poreikio.
- **Prieiga ir sauga.** Prie pastato valdymo sistemos prijungtos kameros, perimetro durys ir duomenys apie patalpų užimtumą padeda apsaugoti pastatą (In-building Tech, n.d.).



24 pav. Pastato sistemos, kuriose gali būti panaudotas dirbtinis intelektas (Gohil, 2018)

Mašinų mokymasis taip pat naudojamas ir pastatų priežiūroje, nustatant efektyvesnius priežiūros planus. Kritinės įrangos sistemų, tokių kaip apšvietimas ir ŠVOK, grafikai retai analizuojami ar atnaujinami, nes duomenys, naudojami nustatyti užimtumo lygį, yra per dideli ir sudėtingi žmogui. Mašininis mokymasis gali išanalizuoti didelį duomenų kiekį ir pateikti pastatų operatoriams išvalgų kada ir kaip keisti įrangos grafikus, kad būtų padidintas efektyvumas ir sumažintos sąnaudos. Duomenų analizės sprendimai taip pat gali padėti prognozuoti ilgalaikes išlaidas ir patobulinimus (In-building Tech, n.d.).

2.3.3. *Dirbtinio intelekto taikymas Lietuvoje ir užsienyje*

Komercinių pastatų, kurie naudoja dirbtinį intelektą, skaičius vis didėja. Tai gali atrodyti kaip naujas reiškiny, tačiau dirbtinis intelektas komerciniuose pastatuose naudojamas mažiausiai kelerius metus, gerokai prieš COVID-19 pandemiją.

2015 m. Ispanijos bankas „BBVA“ suprojektavo savo būstinę Madride. Tam, kad nuo pradžių energijos suvartojimas būtų efektyvus, buvo įrengta net 50 000 jutiklių, skirtų duomenų rinkimui apie objekto būklę, aplinkos sąlygas ir žmonių buvimą. Projekto vystymo komanda nustatė, kad visi duomenys bus naudingi dirbtinio intelekto sprendimams. „BBVA“ būstinės patalpų valdytojai sukūrė dirbtiniu intelektu pagrįstą programinę įrangą, kuri aptinka ir diagnozuoja problemas, kurias galima ištaisyti, siekiant dar didesnio efektyvumo. Jie taip pat panaudojo daugiau nei 100 taupymo priemonių, leidžiančių būstinei nuo 12 % iki 15 % sumažinti energijos suvartojimą nuo objekto atidarymo (Strother, 2020).



25 pav. Ispanijos banko būstinė Madride (Strother, 2020)

Nuo 2010 m. Dubajuje pastatytas aukščiausias pastatas pasaulyje „Burj Khalifa“ taip pat buvo projektuojamas su tikslu naudoti dirbtinį intelektą, pritaikant jį ŠVOK sistemose. Jis naudoja realaus laiko lauko duomenis, kad nustatytų sistemų veikimo neatitikimus ir būtų įgyvendinta prevencinė bei nuspėjamoji priežiūra. Pastato sistema leidžia naudotojams nustatyti oro kokybę pastate, todėl lengva iš karto kontroliuoti nepageidaujamas situacijas. Po daugelio metų dirbtinio intelekto diegimo, bokšto priežiūrai skirtų valandų kiekis sumažėjo 40 %. „Burj Khalifa“ šios technologijos naudojimas yra puikus pavyzdys, kaip duomenys gali būti naudojami taupant energiją ir daugiau išteklių. Patalpų

valdymo direktorius Basharas Mohammadas Kassabas „Burj Khalifa“ pavadino „išmaniausiu ir tvariausiu pastatu JAE ir Artimuosiuose Rytuose“ (Aireavu by..., 2022).



26 pav. „Burj Khalifa“ pastatas JAE (Aireavu by..., 2022)

Didžiausią biurų miestą Lietuvoje valdantis „Technopolis Ozas“ „Delta“ pastate testavo dirbtinio intelekto galimybes – vėdinimo, šaldymo ir šildymo procesus seka ir reguliuoja lietuvių kurta „Apex Intelligence“ sistema. Remiantis preliminariais duomenimis, per pirmuosius keturis mėnesius buvo sutaupyta iki 40 % elektros energijos.



27 pav. „Technopolis Delta“ pastatas Vilniuje (Made in Vilnius, 2022)

„Technopolis Ozas“ yra viena pirmųjų įmonių Lietuvoje, pastato sistemų valdymą papildžiusi dirbtinio intelekto sprendimais. Siekdama mažinti CO₂ poveikį aplinkai, bendrovė Lietuvos, Estijos, Suomijos, Norvegijos ir Švedijos biurų parkuose 100 % naudoja žaliąją ir atsinaujinančią elektros

energiją. Be to, apie 17 % pastatams reikalingos energijos „Technopolis Ozas“ pasigamina patys, ant biurų miesto stogų diegdami saulės jėgaines (Made in Vilnius, 2022).

2.3.4. Išmaniųjų pastatų statistika

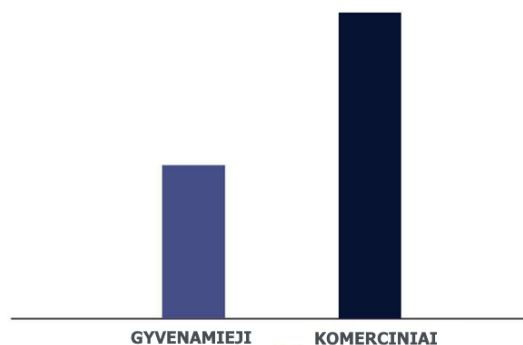
Vadovaujantis „Precedence Research“ atlikta analize, pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos dydis 2021 m. buvo įvertintas 53,54 mlrd. JAV dolerių. Prognozuojama, kad iki 2030 m. ji pasieks apie 115,19 mlrd. (Precedence Research, n.d.).



28 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos dydis 2021 m. ir prognozė (Precedence Research, n.d.)

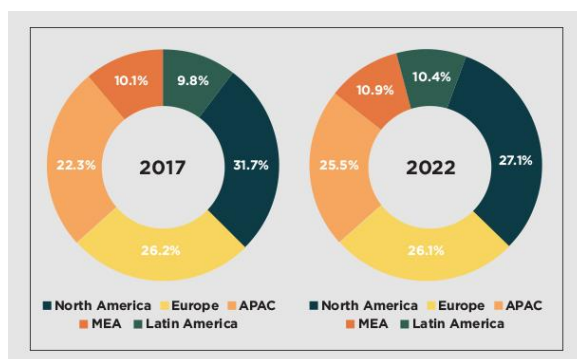
Komercinis segmentas 2021 m. dominavo pasaulinėje išmaniųjų pastatų rinkoje dėl didėjančio susirūpinimo energijos vartojimu ir kelių vyriausybinių reglamentų, skirtų nekilnojamojo turto sektoriui, siekiant daugiau dėmesio skirti energijos suvartojimo mažinimui. Viešbučiai, sveikatos priežiūros centrai ir kiti komerciniai sektoriai vis daugiau dėmesio skiria daiktų internetą palaikančių įrenginių didinimui, kad sumažintų energijos suvartojimą (Precedence Research, n.d.).

PROTINGŲ PASTATŲ RINKA, PAGAL SEGMENTĄ, 2020 (%)



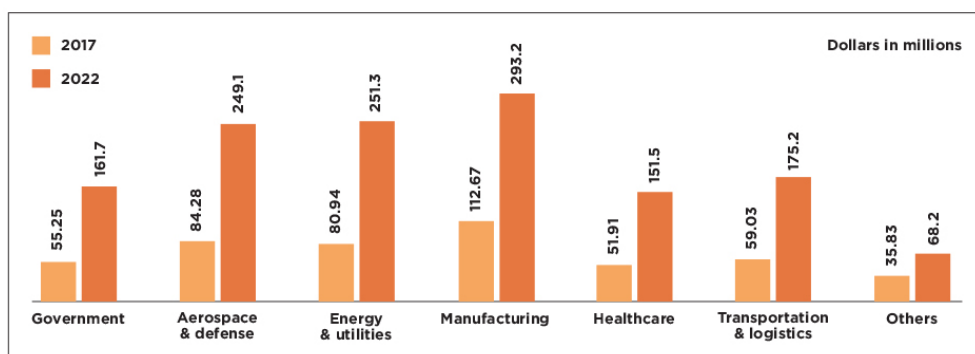
29 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos palyginimas pagal segmentą (Precedence Research, n.d.)

30 pav. ir pateikiama dirbtinio intelekto taikymo statistika skirtinguose kontinentuose, lyginant 2017 ir 2022 metų pokytį.



30 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų 2017 ir 2022 m. rinkos palyginimas pagal kontinentą (Aerospace Manufacturing..., 2020)

Šiaurės Amerika sudaro didžiausią rinkos dalį dėl didelės aviacijos ir kosmoso gamybos įmonių išlaidų, kurios siekia optimizuoti veiklos sąnaudas ir padidinti pelningumą. Pagrindiniai išmaniųjų sprendimų atstovai yra „Bosch“, GE, „Hitachi“, „Honeywell“ ir Rockwell Automation (Aerospace Manufacturing..., 2020).



31 pav. Pasaulio išmaniųjų pastatų rinkos palyginimas pagal pastatų tipą (Aerospace Manufacturing..., 2020)

31 pav. pateikiama dirbtinio intelekto taikymo statistika skirtingose srityse, lyginant 2017 ir 2022 metų pokytį. Visur matomas akivaizdus pokytis, investicijų į dirbtinį intelektą augimas.

Skyriuje analizuotos šios nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo sistemos – turto priežiūros programos, pastatų valdymo sistemos ir dirbtinio intelekto technologijos. Vadovaujantis aprašytais faktais apie sistemų naudojimo bei pritaikymo evoliuciją ir tendencijomis, daroma išvada, kad nurodytos technologijos tampa neatsiejama efektyvaus pastato valdymo dalimi. Išvadą patiprina pateikta išmaniųjų pastatų statistika.

3. NUOTOLINIO PASTATO VALDYMO IR STEBĖJIMO SISTEMŲ TAIKYMO PRAKTIKOJE ANALIZĖ

Šio skyriaus tikslas yra išanalizuoti nuotolinio valdymo ir stebėjimo priemonių naudojimo tendencijas komercinės paskirties pastatuose. Šiam tikslui yra pasitelkiami interviu būdu apklaustų įmonės ekspertų atsakymai bei autoriaus patirtis iš praktikos.

Skyrius susideda iš šių poskyrių:

- atliktos ekspertų apklausos interviu duomenų apibendrinimas;
- nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo galimybių SSGG analizė;
- dirbtinio intelekto praktinio pritaikymo pavyzdžio pateikimas ir rezultatų nagrinėjimas;
- teorinis komercinių pastatų priežiūros strategijos parinkimas.

3.1. Ekspertų interviu rezultatų apibendrinimas

Nuotolinio valdymo ir stebėjimo technologijų taikymo komercinio tipo pastatuose analizei pasitelkta ekspertų apklausa interviu metodu. Interviu metu ekspertai turėjo atsakyti į 15 klausimų (žr. A priedą). 2022 m. spalio-lapkričio laikotarpiu apklausti 6 bendrovių atstovai (žr. 6 lentelę), kurių veikla yra tiesiogiai susijusi su pastatų priežiūra ir valdymu. Ekspertų darbo patirtis svyruoja nuo 3 iki 9 m. Apklausti šių įmonių atstovai:

- UAB „Technopolis Ozas“ – Suomijos modernių biuro patalpų vystymo ir nuomos bendrovė;
- UAB „Vastint Lithuania“ – Nyderlandų nekilnojamojo turto objektų valdymo bei naujų biurų projektų vystymo įmonė;
- UAB „NEPI Rockastle Lithuania“ – Pietų Afrikos Respublikos (PAR) nekilnojamojo turto vystymo kompanija;
- UAB „Eastnine Lithuania“ – Švedijos nekilnojamojo turto įmonė, investuojanti į tvarius, aukštos kokybės biurus ir logistikos centrus;
- UAB „Baltisches Haus“ – nekilnojamojo turto komercinio plėtros ir valdymo bendrovė;
- UAB „Kesko Senukai“ – statybinių medžiagų, remonto ir buities prekių parduotuvių tinklo pastatus valdanti bendrovė.

6 lentelė. Ekspertų sąrašas (sudaryta autoriaus)

Įmonė	UAB „Technopolis Ozas“	UAB „Baltisches Haus“	UAB „Eastnine Lithuania“	UAB „Nepi Rockastle Lithuania“	UAB „Vastint Lithuania“	UAB „Kesko Senukai“
						

Įmonės profilis	Biuro patalpų vystymo ir nuomos bendrovė	Nekilnojamojo turto komercinio plėtros ir valdymo bendrovė	Nekilnojamojo turto įmonė, valdanti biurus ir logistikos centrus	Nekilnojamoj o turto vystymo kompanija	Nekilnojamoj o turto objektų valdymo bei naujų biurų projektų vystymo įmonė	Parduotuvių tinklo pastatus valdanti bendrovė
Darbo patirtis, metai	9	4	5	4	5	3
Pareigos	Pastatų prižiūros vadovas	Eksplotacijos vadovas	Projektų administravim o vadovas	Turto valdytoja	Priežiūros vadovas	Eksplotacijo s skyriaus vadovas

Kadangi baigiamojo darbo tema yra susijusi su komercinių pastatų nuotoliniu stebėjimu ir valdymu, buvo pasirinkti ekspertai, dirbantys tik šioje srityje, atsakingi už nekilnojamojo turto priežiūrą bei valdymą. Ekspertų interviu rezultatai pateikiami 7 lentelėje.

7 lentelė. Ekspertų interviu rezultatai (sudaryta autoriaus)

Įmonė	UAB „Technopolis Ozas“	UAB „Baltisches Haus“	UAB „Eastnine Lithuania“	UAB „Nepi Rockcastle Lithuania“	UAB „Vastint Lithuania“	UAB „Kesko Senukai“
	TECHNOPOLIS	BALTISCHESHAUS	eastnine	NEPI ROCKCASTLE	VASTINT	CSS SENUKAI
Kokiomis nuotolinėmis pastatų valdymo ir stebėjimo sistemomis tenka naudotis arba esate susidūrę darbo aplinkoje?	PVS, Apex Intelligence, R8, Nuvolo	PVSS, skaitiklių nuskaitymas, BIM	Apex Intelligence, PVS (Schneider, Siemens)	Apex Intelligence, PVS (Automated Logic, KNX)	PVS (Schneider, Siemens)	PVS (Honeywell, Schneider)
Kokie yra pagrindiniai kriterijai, renkantys pastato nuotolinio stebėjimo sistemą?	Kaina, paprastas ir patogus naudojimas, KPI (rodikliai)	Patikimumas, patogus ir paprastas naudojimas	Pastato inžinerinių sistemų valdymo galimybė, automatinių ataskaitų formavimo funkcija	Funkcionalumas, valdymo patogumas, galimybė gauti informacinius pranešimus	Patogumas, funkcionalumas, informatyvumas, gebėjimas naudojant sistemą efektyviai valdyti pastatą, stebėti resursus, numatyti eksploatacinius darbus	Sistemos atvirojo kodo valdiklių turėjimas, lengvas programavimas
Kokios, Jūsų nuomone, yra nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo stiprybės ?	Inžinerinių sistemų veikimo stebėjimo ir tikrinimo galimybė, klaidų mažinimas	Energijos vartojimo mažinimas, žmogiškųjų klaidų tikimybės mažinimas, komforto sąlygų pagerinimas	Informacinių technologijų, pastatų valdymo ir personalo skyrių integravimo galimybė	Pastato vertės ir tvarumo lygio kėlimas, klaidingų sistemų veikimo atvejų, sąnaudų mažinimas	Remonto kaštų taupymas, energijos sąnaudų kontrolė, darbuotojų komfortas	Energijos vartojimo mažinimas bei remonto kaštų taupymas
Kokios, Jūsų nuomone, yra nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo silpnybės ?	Brangus diegimas. Valdymo perdavimas atsakingiems už sistemas arba sistemai	Kai kurių sistemų sudėtingas valdymas, kurį gali atlikti tik apmokytas personalas	Kartais atsirandantys sistemų rodmenų netikslumai, lyginant juos su realybe	Sudėtingas sistemų programavimas, kurį gali atlikti tik specialistai	Greitas sistemų senėjimas, reikalingos investicijos	Įrangos remontas/pakeitimas gedimo atveju, mažas specialistų kiekis
Kokios, Jūsų nuomone, yra pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų galimybės ?	Energijos ir kaštų taupymas, laiku pastebėjus gedimą	Ataskaitų teikimas, resursų optimizavimas	Pastato saugumo bei tvarumo didinimas	Tinkamos priežiūros užtikrinimas, efektyvus energetinių išteklių naudojimas	Dėmesio sutelkimas į numatomąją priežiūrą	Nuspėjamosios priežiūros išnaudojimas

Kokios, Jūsų nuomone, yra nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo grėsmės ?	Galimas duomenų praradimas, neturint atsarginės kopijos, įsilaužus į sistemą, gali būti atliktos korekcijos	Nepatikimas sistemų veikimas dėl atsirandančių klaidų, specialistų trūkumas	Klaidingas sistemos veikimas be specialisto įsikišimo, kaštų padidėjimas	Pašalinių asmenų prisijungimo galimybė bei žalos padarymas	Valdymo kontrolės praradimas įvykus gedimui arba dingus ryšiui, papildomos sąnaudos	Ilgos tiekimo grandinės gedimo atveju
Kokia dalis Jūsų valdomų/prižiūrimų pastatų turi PVS sistemą?	100	90	100	100	100	35
Kaip dažnai jūsų priežiūros inžinieriai vidutiniškai naudoja PVS sistemą vienam pastatui?	Kiekvieną dieną	Kiekvieną dieną	Kiekvieną dieną	Kiekvieną dieną	Kiekvieną dieną	Kiekvieną dieną
Kam naudojate PVS sistemą?	Sistemos reguliavimui ir nustatymų keitimui, periodiniam sistemų veikimo tikrinimui, gedimų aptikimui	Pirminiam patikrinimui nuotoliniu būdu, kad nereikėtų vykti į objektą. Inžinerinių sistemų reguliavimui, gedimų nustatymui ir stebėjimui	Gavus skundą ar aptikus gedimą, nustatymų pakeitimui ar patikrinimui nuotoliniu būdu, duomenų nuskaitymui	Inžinerinių sistemų veikimo tikrinimui, informacijos apie gedimus gavimui, duomenų nuskaitymui, reguliavimui	Kasdieniam visų sistemų veikimo patikrinimui, kad būtų užtikrintas geriausias pastato veikimas, įskaitant energijos vartojimo efektyvumą	Aliarmų gavimui, reguliavimui, veikimo stebėjimui
Prašome paaiškinti, kaip matuojate ir kontroliuojate savo pastato energinį efektyvumą?	Naudojamos sistemos, kurios lygina suvartojimus, koreguoja sistemų veikimą, praneša apie įvykusį ar galimą gedimą	Stebimi įrangos parametrai, gaunamos automatinės ataskaitos, paskirtas atsakingas už stebėjimą	Energijos vartojimo KPI, nuomininkų periodinis informavimas apie suvartojimus. Naudojamas įrankis, kuris parengia automatizuotas ataskaitas	Naudojamos sistemų parengiamos ataskaitos, analizuojamos sąskaitos, priskiriami atsakingi asmenys	Turime tam skirtą tvarumo vadovą, atsakingą už pastatų energijos KPI, automatizuotas ataskaitas	Surenkami duomenys palyginimui iš daug skirtingų šaltinių. Kuriamos analitikos sistemos. Smulkinamos sistemos į posistemas, atliekama analizė ir daromi sprendimai. Kombinuojama būtinybė vartoti su efektyvumu

Kaip manote, kokioms pastatų inžinerinėms sistemoms ar priežiūros procesams gali būti pritaikytas dirbtinis intelektas?	Viskam, kas naudoja energiją. Šildymo, vėdinimo, kondicionavimo, drėkinimo, gaisro aptikimo sistemoms, apšvietimui	Duomenų sekimas ir apdorojimas, energijos resursų sąnaudos	Visoms	Energetinių resursų efektyviam naudojimui, duomenų pateikimui	Vėdinimas, šaldymas, šildymas, apšvietimas, drėkinimas	Visoms inžinerinėms sistemoms, bei pavieniams įrenginiams (automatinės durys, vartai ir t.t.)
Kaip manote, kokia yra pastatų inžinerinių sistemų priežiūros ateitis?	Pastatai privalės būti sertifikuojami pagal tvarumo standartą. Automatizuotos, išmanios sistemos bus neatsiejama pastatų dalis. Optimizavus ir nepertraukiamai stebint pastatų veiklą, bus mažinami žmogiškieji resursai. Sistemos valdys dirbtinis intelektas	Skaitmeninė automatizuota ir dispečerizuota priežiūra	Vykdoma pasitelkiant dirbtinį intelektą	Inžinerinių sistemų tinkama priežiūra bus tik dar svarbesnė, nes turime ieškoti būdų kaip mažinti energetinių išteklių efektyvų naudojimą, tam kad vykdytume žaliojo kurso įsipareigojimus	Labiau automatizuota	Pastatų priežiūrės per PVS analitikai, skirstys darbus išorės rangovams

Ekspertai pateikė savo atsakymus dėl sistemų naudojimo savo darbo aplinkoje, taip išreiškė savo nuomonę apie nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų stiprybes, silpnybes, galimybes ir grėsmes. Kadangi darbe nagrinėjamos sistemų naudojimo tendencijos, buvo užduoti kontroliniai klausimai dėl PVS, dirbtinio intelekto naudojimo ir apklausta dėl pastatų priežiūros ateities.

Analizuojant ekspertų atsakymus, daroma išvada, kad vis dar mažai naudojamos ir nepopuliarios yra turto valdymo programos. PVS sistema tikrinama kiekvieną dieną, tačiau pamirštama apie sistemų patikrą vakarais ir savaitgaliais, darbuotojų galimas klaidas ir procesų efektyvumą.

3.2. Nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo SSGG analizė

Stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių (SSGG) analizės tikslas – išgryninti pastatų nuotolinio stebėjimo ir valdymo sistemų problemas, taikymo galimybes, užtikrinant efektyvų energijos naudojimą ir remonto sąnaudų mažinimą, krypties tendencijas.

8 lentelė. Komercinės paskirties turto valdyme ir priežiūroje naudojamų nuotolinio stebėjimo ir valdymo ir stebėjimo SSGG analizė (sudaryta remiantis ekspertu apklausa interviu būdu)

STIPRYBĖS	SILPNYBĖS
Energijos kaštų mažinimas, efektyvus naudojimas, taupymas	Brangus sistemos diegimas, nesant tinkamoms techninėms sąlygoms
Turto tvarumo ir vertės didinimas	Reikalingos nuolatinės investicijos palaikymui ir atnaujinimui
Nuolatinė inžinerinių ir kitų sistemų veikimo klaidų patikra, stebima realiu laiku, jų kiekio mažinimas, gedimų nustatymas	Tam tikrų sistemų ar algoritmų sudėtingas valdymas, kurį gali atlikti tik šios srities specialistai
Pastato saugumo lygio didinimas	Galimas duomenų praradimas arba įsilaužimas į sistemą
Skirtingo tipo sistemų integravimo galimybę į vieną (pastato priežiūros, valdymo, personalo ir kt.)	Atsirandantys sistemų veikimo netikslumai, kurie turi būti tikrinami ir taisomi žmonių fiziškai objekte
Dėmesio sutelkimas į numatomąją priežiūrą	Šios srities specialistų ir trūkumas
Komforto sąlygų gerinimas	Sistemos universalumas integracijai arba duomenų nuskaitymui (uždaro kodo arba neintegruojamos sistemos)
Žmogiškųjų klaidų tikimybės sumažinimas	
Procesų optimizavimas, mažinant fizinio patikrinimo poreikį	
GALIMYBĖS	GRĖSMĖS
Planavimo ir efektyvaus kaštų valdymo galimybė, laiku pastebėjus ir nustačius gedimą arba netinkamą sistemos veikimą	Atsiradus gedimui gali nustoti veikti visos integruotos sistemos (serverio gedimas, ryšio praradimas ir pan.)
Periodinių ataskaitų turėjimo galimybė	Pasiūlos, konkurencijos trūkumas
Rodiklių, KPI (<i>angl.</i> key performance indicators) turėjimo galimybė vidiniams ir išoriniams poreikiams	Dėl specifinės paslaugos/prekių rūšies galimos ilgos ir brangios tiekimo grandinės
Galimybė didžiąją dalį sistemų valdyti naudojant dirbtinį intelektą	Netinkamai veikianti sistema didina kaštus
Visų duomenų turėjimas po sistemų integracijos vienoje vietoje bei jų valdymas	
Sistemos tampa bendravimo su nuomininkais įrankiu (gedimai, suvartojimas, sąskaitos, naujienos)	

Pritaikius SSGG analizę, nustatytos komercinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės. Analizuojama aktuali informacija, kadangi naudojami būtent komercinės paskirties tipo pastatus valdančių respondentų interviu atsakymai.

Atlikus SSGG analizę, išskiriamos pagrindinės nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo stiprybės. Dažniausiai ekspertų minimas energijos kaštų mažinimas, efektyvus naudojimas. Dabartiniu

laikotarpiu, kylant elektros, kuro, dujų kainoms, taupymo sprendimų paieška ir taikymas tapo vienas aktualiausių dalykų pastatų priežiūros specialistams, nuomininkams. Tvarumo ir vertės didinimas yra pagrindinės investuotojų kryptys, kurių galima laikytis pritaikius dabartines technologijas. Didelis dėmesys skiriamas sistemų veikimo, žmogiškųjų klaidų kiekio mažinimui, taip išvengiant nereikalingų sąnaudų arba iš anksto nustačius įrangos gedimą, nenumatytų išlaidų. Išskiriamas ir galimas pastate esančių sistemų (PVS, valdymo programų, užduočių valdymo, skaitiklių nuskaitymo) integravimas, leidžiantis patogiau sistemas valdyti nuotoliniu būdu.

Įvardijamos nuotolinio valdymo ir stebėjimo silpnybės. Dažniausiai ekspertų minima silpnoji vieta – saugumas, informacijos nutekėjimas ar praradimas. Perkėlus svarbius duomenis į virtualias saugyklas, jų netekimas gali reikšti veiklos pažeidžiamumą ar net sustabdymą. Minimas brangus sistemos diegimas ir atnaujinimas, o tai reiškia, kad kai kurie sprendimai gali būti naudojami tik moderniuose pastatuose. Norint naudotis tam tikromis priemonėmis, būtina esminė senų pastatų koncepcijos peržiūra. Silpnoji šių sprendimų vieta yra pasiūlos trūkumas, prisirišimas prie vieno tiekėjo, kas ateityje gali iššaukti nepakeičiamumo stadiją ir neplanuotų sistemų atnaujinimo, integracijos investicijų būtinumą. Kadangi nuotolinį pastatų stebėjimą galima priskirti prie naujovių, dabartiniu laikotarpiu pastebimas ryškus šios srities specialistų trūkumas.

Vertinamos SSGG analizėje įvardintos galimybės, viena jų – planavimas ir efektyvus kaštų valdymas, laiku pastebėjus ir nustačius gedimą arba netinkamą sistemos veikimą. Ekspertai traktuoja tai kaip nuspėjamosios priežiūros sprendimų taikymą pastatų valdymo ir priežiūros procesuose. Išskiriamas rodiklių ir periodinių ataskaitų turėjimas, taip taupant sistemų veikimo, energijos suvartojimų, nuomininkų poreikių ir kitų su pastatu susijusių duomenų apdorojimu ir analizei skirtą laiką. Šiam tikslui būtina sąlyga yra naudojamų sistemų integracija. Pastebimos sistemų naudojimo tendencijos, vis dažniau jos naudojamos kaip įrankis, kuris naudojamas bendravimui su pastatų naudotojais, dalinantis informaciją, siunčiant sąskaitas ar net pranešimus apie gedimus. Ekspertų nuomone, ateityje didžiąją dalį sistemų galima bus valdyti naudojant dirbtinį intelektą.

Remiantis analize taip pat išskiriamos nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo pagrindinės grėsmės – esant netinkamam sistemų administravimui ir apsaugai, galimi dideli nuostoliai dėl duomenų praradimo arba naudojamų sistemų veikimo sustojimo. Tokios situacijos gali sukelti tiesioginę grėsmę nuo potencialios pastate esančių žmonių žalos sveikatai iki finansinių nuostolių. Dingus interneto ryšiui arba ryšiui tarp sistemų, valdymas gali tapti chaotiškas ir nevaldomas, todėl kiekviena organizacija turi išanalizuoti galimas grėsmes ir turėti planą jų valdymui. Ekspertų minimos ilgos ir brangios prekių tiekimo grandinės dėl paslaugų specifikos bei specialistų trūkumas, dėl ko atsiradus gedimui yra tikimybė, kad jis nebus greitai išspręstas, o tai tik padidins pastato eksploatavimo kaštus.

Apibendrinant SSGG analizės rezultatus, matyti, kad nuotolinis pastatų valdymo ir stebėjimo stiprybės ir galimybės sukuria didelę pridėtinę vertę pastatų savininkams ir prižiūrėtojams, padeda siekti užsibrėžtų įmonės tikslų, valdyti energijos ir remonto sąnaudas, laikytis „Žaliojo kurso“ reikalavimų. Daroma išvada, kad visoms įvardintoms silpnybėms ir grėsmėms yra sprendimai, kuriuos pritaikius, gali būti išvengta arba sumažintas jų poveikis.

3.3. Praktinė pastato nuotolinio stebėjimo ir valdymo taikymo analizė

Vadovaujantis baigiamajame darbe pateiktais komercinių pastatų valdymo ir stebėjimo metodais, šiame poskyryje yra analizuojamas realus pavyzdys, pateikiami rezultatai ir išvados. Šiam tikslui pasirinktas biuro pastatas, kuriame yra įdiegta inžinerinių sistemų valdymo sistema, naudojama patalpų valdymo programa, patalpų priežiūros programos bei mobiliosios programėlės, įrenginių stebėjimui ir resursų taupymui įdiegtas dirbtinis intelektas. Darbo autorius dalyvavo tikslų nustatymo bei jų įgyvendinimo eigos procesuose.

3.3.1. Projekto ir objekto aprašymas

„Technopolis Ozas“ – nekilnojamojo turto plėtros ir vystymo kompanija Lietuvoje, kuri valdo šešis pastatus, 105000 kvadratinį metrų biuro patalpų. Pastatuose įrengtos susitikimų salės, konferencijų erdvės, kavinės ir restoranai, sveikatingumo centras bei terasos.

Visuose pastatuose įdiegtos šiuolaikinės technologijos – pastatų valdymo sistemos, skirtos vėdinimo, oro kondicionavimo, šildymo, apsaugos sistemoms, taip pat naudojamos turto valdymo programos bei dirbtinio intelekto valdymo sistemos.

„Technopolis“ naudoja 100% atsinaujinančią elektros energiją, o visi pastatai turi tarptautinius LEED energijos ir aplinkosaugos sertifikatus.

Analizės imtis – „Technopolis Delta“ dviejų korpusų, 9 aukštų pastatas, 21 640 m² nuomojamo ploto.

Analizuojamas laikotarpis – 2 metai, t. y. 2021 metų pradžia – 2022 metų pabaiga.



32 pav. „Technopolis Delta“ pastato nuotrauka (Citify, 2022)

3.3.2. Pastato charakteristikos ir priežiūrai keliami tikslai

Šioje dalyje pateikiami pastato techniniai duomenys, charakteristikos. Taip pat nurodomos turto priežiūros paslaugų teikimo datos ir keliami reikalavimai, užtikrinantys tvarumą bei mažesnes eksploataavimo sąnaudas.

„Technopolis Delta“ pastato charakteristikos:

- Pastato paskirtis – komercinė;
- Pastato vieta – Vilnius;
- Plotas – 21 640 m²;
- Statybos metai – 2017;
- Energinė klasė – B+.

Pastate naudojamos programos ir sistemos:

1. „Schneider“ pastato valdymo sistema

Pastate suprojektuota ir nuo pat pradžių yra įdiegta vieninga valdymo sistema, kuri įgalina ir suteikia galimybę stebėti, reikalui esant kontroliuoti inžinerinių sistemų darbą. PVS yra atviro protokolo (BACnet/LON), lanksti ir lengvai integruojama su nuotoline prieiga per WEB serverį. Paskirtis – užtikrinti sistemų automatinį ir rankinį valdymo režimus, bei galimybę nuotoliniu būdu kontroliuoti parametrus ir gauti pranešimus apie avarines būsenas. PVS taip pat gali būti valdoma iš centrinio kompiuterio. Sistemoje yra stebima objekto šilumos ir šalčio ruošimo, vėdinimo ir oro vėsinimo, dūmų šalinimo, priešgaisrinio vandentiekio ir kitų sistemų inžinerinė įranga, registruojami ir archyvuojami darbo parametrai, sutrikimai.

Nuotoliniu būdu yra stebimos šios sistemos:

- Vėdinimo;
- Patalpų temperatūros valdymo;
- Dūmų šalinimo;
- Gaisrinio vandentiekio signalų;
- Šilumos punktai;
- Šalčio mašinos;
- Pagrindiniai ĮPS elektros skaitikliai;
- Įvadinių paskirstymo skydų automatiniai jungikliai;
- Dyzelinis generatorius;
- Vidaus bei lauko apšvietimas.

Taip pat yra įdiegta atskira automatizuota duomenų nuskaitymo sistema, kuri surenka duomenis iš:

- Elektros skaitiklių (Modbus RTU sąsaja);
- Šalto vandens skaitiklių (M-Bus sąsaja);

- Karšto vandens skaitiklių (M-Bus sąsaja);
- Šalčio skaitiklių (M-Bus sąsaja).

2. Dirbtinio intelekto platforma „Apex Intelligence“

Tai yra dirbtinio intelekto algoritmu pagrįsta analizės platforma, padedanti užtikrinti geresnės pastato energijos vartojimo efektyvumo ir komforto priemones. Platforma skirta pastato duomenų srauto surinkimui, sisteminimui, analizei ir nuotoliniam valdymui.

3. Turto valdymo programa „Nuvolo“

Tai turto valdymo programa, skirta patalpų priežiūrai, erdvių planavimui, įmonių nekilnojamojo turto apskaitai, investicijų planavimui ir tvarumo poreikių įgyvendinimui.

4. Pastatų priežiūros programa „Service“ ir mobilioji programėlė „eCSE“.

Tai yra „City Service“ įmonių grupės sprendimas, skirtas personalo valdymui, darbo laiko apskaitai, klientų užklausų valdymui, suteiktų paslaugų aktavimui. Šiuo atveju tai įrankis, kurį naudoja pastatų priežiūros kompanija.

„Technopolis Ozas“ keliami tikslai pastatų priežiūros kompanijai:

- Gerinti energijos vartojimo efektyvumą, laikytis vidaus patalpoms nustatytų rodiklių;
- Sumažinti CO₂ emisiją pastatuose;
- Padidinti pastate vykdomų operacijų intelektą;
- Įgyvendinti numatomos priežiūros scenarijus.

3.3.3. Tikslų įgyvendinimo eiga

Siekiant užtikrinti iškeltų tikslų vykdymą, numatytu periodu buvo dirbama su visomis prieš tai įvardintomis sistemomis.

Tam, kad PVS sistema būtų teisingai sureguliuota, būtina išsiaiškinti vartotojų poreikius bei nustatyti įpročius. Šiam tikslui rankiniu būdu periodiškai buvo renkami ir analizuojami duomenys apie sistemų veikimą, fiksuojami pakeitimai. 33 pav. pateiktas duomenų surinkimo dokumento fragmentas su užfiksuotais įrenginių parametrais.

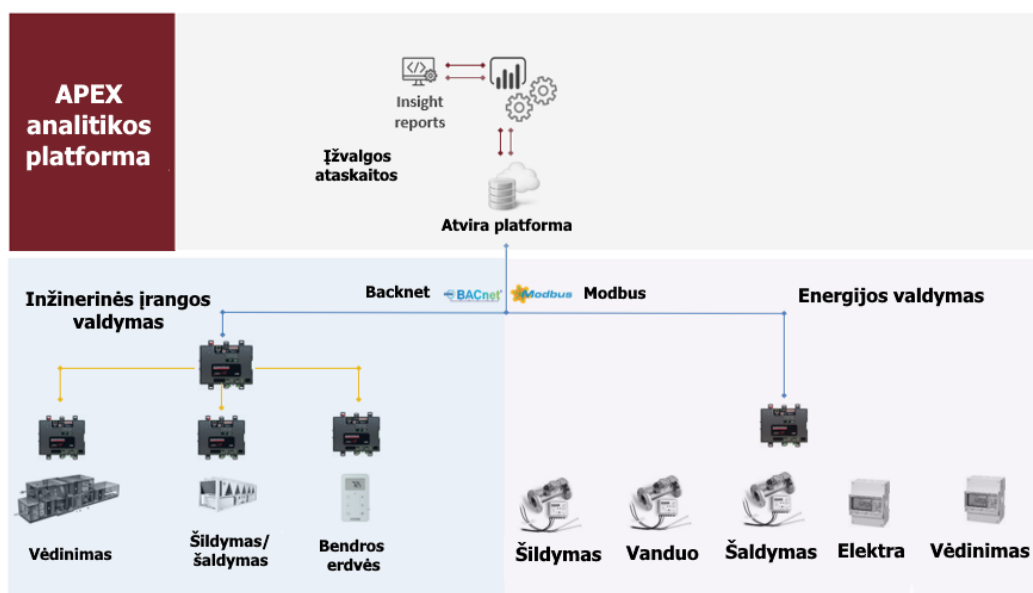
Ek. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Parametro pavadinimas	Pastabos	Parametras PO 2021-04-29	Parametro kelimo priežastis	Pastabos	Parametras PO 2021-04-29	Parametro kelimo priežastis	Pastabos
1.	PI-7 1-4 aukštai	Veikimo laikas (grafikas)	Sumažintas našumas Max 30 %; ECO 20 %	I-V 06.00-18.00 ECO I-V 08.00-17.00 MAX		Sumažintas našumas Max 30 %; ECO 20 %	I-V 06.00-18.00 ECO I-V 08.00-17.00 MAX	Nulinti SPEC laikai	Max 30 %; ECO 20 %
		Šildomo oro temperatūra		18,50			18,50		
		Šaldomo oro temperatūra		24,00			24,00		
		Tiekiamo oro temperatūra		22,50			23,20		
		Ištraukiamo oro temperatūra		21,50			21,80		
		Nustatyta temperatūra		23,00		Sumažinau iki 21	22,00	SALINIMAS	
		Tiekiamo oro drėgmė		45,00			41,00		
		Patalpos oro drėgmė min		44,00			44,00		
		Tiekiamo oro drėgmė max		35,00			35,00		
		Ištraukiamo oro drėgmė		32,00			45,00		
		Rekuperacija	Šildymas 49 proc.	100%	Rekuperatoriaus efektyvumas 0 proc.	Šildymas 90 proc.	0%	Rekuperatoriaus našumo bėda. Rekuperatoriaus efektyvumas 0 proc.	Šildymas 100 proc.

33 pav. Duomenų surinkimo dokumento fragmentas (sudaryta autoriaus)

Nustačius geriausius įrenginių veikimo scenarijus, buvo užfiksuoti efektyviausi parametrai, sistemų darbo grafikai, pranešimų (aliarmų) siuntimo situacijų scenarijai.

Aprašomuoju atveju buvo naudojama PVS sistema su nemokamais programuojamais valdikliais, kad būtų pasiekti geriausi veikimo scenarijai. Įdiegta sistema yra lanksti bet kokiam koregavimui. Vykdomo metu buvo įdiegtos išvalgos ir duomenimis pagrįsti algoritmų koregavimo sprendimai.

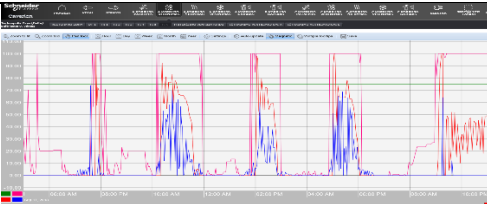
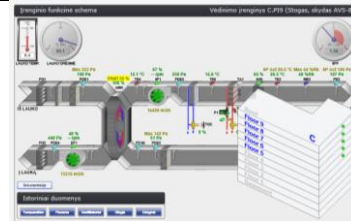
Lygiagrečiai prie esamos PVS sistemos, buvo pajungta „Apex Intelligence“ platforma. Daugiau nei 10 000 signalų iš vėdinimo, šaldymo įrenginių, šilumos punktų ir patalpų valdiklių buvo pajungta ir analizuojama 24 valandas per parą, 7 dienas per savaitę iš pradžių rankiniu, vėliau automatinio būdu.



34 pav. Dirbtinio intelekto schema analizuojamame pastate (sudaryta autoriaus)

Analizės metu nustatytų gedimų arba reikalingų patobulinimų keli pavyzdžiai pateikiami 9 lentelėje.

9 lentelė. Nustatyti gedimai ir korekcijų poreikis (sudaryta autoriaus)

Gedimo aprašymas ir sprendimas	Nuotrauka
Problema: Vėdinimo sistemos sausinimo funkcijos įsijungimo metu, tuo pačiu metu veikė šaldymo ir šildymo sistemos Sprendimas: Nustatyti parametrai, leidžiantys efektyviai naudoti energijos resursus	
Problema: Rasos taško pasiekimo neefektyvūs nustatymai Sprendimas: Nustatyti parametrai, leidžiantys efektyviai naudoti energijos resursus	
Problema: Atskiro auštų vėdinimo sistemų reguliavimo nebuvimas Sprendimas: Įrengtos sklendės, kurias naudojant galima vėdinti patalpas, būtina užtikrinti tinkamas oro sąlygas	
Problema: Nustatytas vėdinimo sistemų netolygus veikimas ir balansavimo poreikis Sprendimas: Peržiūrėti vožtuvų nustatymai, atliktos korekcijos oro apykaitos principu	
Problema: CO₂ lygio ir atskirų oro srautų matavimo galimybės nebuvimas Sprendimas: Įdiegus papildomą įrangą, naudojant dirbtinį intelektą, sistema automatiškai ir efektyviai koreguoja srautus	

9 lentelėje paminėtas pavyzdys, kai pastatas su šaldymo sijomis naudoja vėsinimo ir šildymo energiją, kad būtų pašalinta drėgmė. Šiame procese aušintuvo ir oro apdorojimo įrenginiai turi būti tinkamai sureguliuoti, siekiant išvengti energijos nuostolių. Sumažinus šaldymo sijos temperatūrą, sumažėja drėgmės pašalinimo poreikis. Kita vertus, kyla pavojus, kad neužteks aušinimo galios. Naudojant dirbtinio intelekto platformą ir sujungus visus pastato duomenis, buvo subalansuotas drėgmės šalinimo procesas, todėl sunaudota mažiau energijos, o komforto rodiklius išlaikant tame pačiame lygyje.

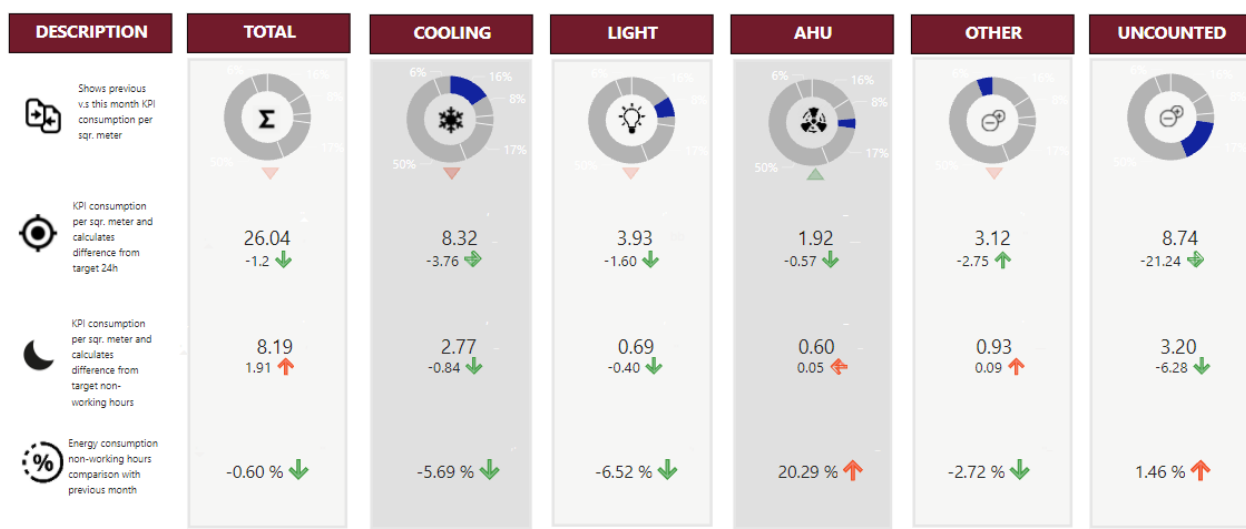
Keičiantis lauko sąlygoms, reikia atitinkamai pakeisti darbo grafikus ir parametrų nustatymus. Minėtu atveju dirbtinio intelekto platforma nuolat skaičiuoja geriausius našumo scenarijus ir pateikia operatoriams rezultatus, tokius kaip aušintuvo grafikas arba šildymo nakties išjungimo nustatymai. Šios indikacijos padeda operatoriui nustatyti geriausius veikimo parametrus ir taupyti energiją, kai jos nereikia.

Nagrinėjamo pastato atveju, dirbant su PVS ir dirbtinio intelekto platforma yra atliekami šie veiksmai:

- 24/7 automatizuotas įrangos veikimo efektyvumo patikrinimas;
- Automatizuotas energijos vartojimo efektyvumo skaičiavimas;
- Pastato techninių sistemų efektyvumo aptikimo nuostoliai;
- Specialūs algoritmai analizuoja visus pastato duomenis ir lygina juos su geriausiu galimu veikimo scenarijumi;
- Geriausias veikimo scenarijus nuolat perskaičiuojamas atsižvelgiant į oro sąlygas, susijusios įrangos nustatymų pakeitimus, vartotojo įpročius, reikalavimus ir pan.;
- Algoritmai tvarko pastatų lyginamąją analizę.

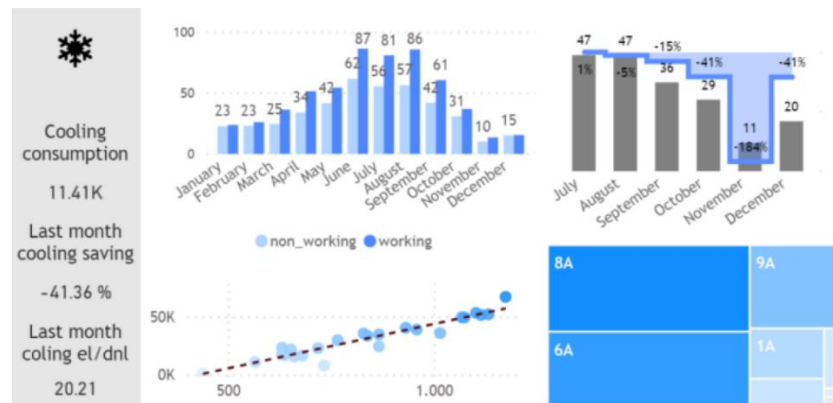
Nuotoliniu būdu visi optimalūs scenarijai yra analizuojami ir apibendrinami ataskaitose, kad pastato savininkai galėtų lengvai patikrinti bendrą pastato eksploatacines savybes. Ataskaitų fragmentai pavaizduoti 35, 36 ir 37 paveiksluose.

35 pav. yra atvaizduotas vartotojo matymo langas „Apex Intelligence“ platformoje, kurioje galimas bendras elektros suvartojimo stebėjimas arba išskaidytas pagal sistemas. Lyginamas einamojo mėnesio suvartojimas su praeitu, nustatomas vartojimo rodiklis (KPI), kuris pateikia informaciją apie visos dienos vartojimą arba išdalina į laiko tarpus – darbo metu ir nedarbo, savaitgaliais.



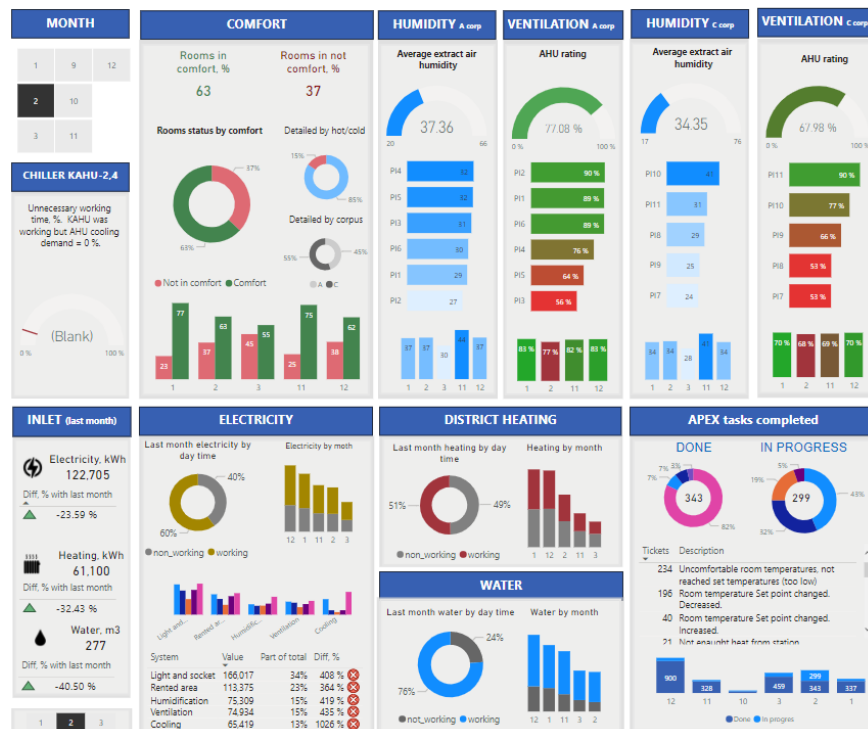
35 pav. Energijos valdymo automatinė ataskaita su nustatytais rodikliais (sudaryta autoriaus)

36 pav. yra detalesnės analizės pavyzdys, kuriame stebimas tik vienos sistemos suvartojimas, lyginant jį su praeitais metais, mėnesiais, vidutinėmis reikšmėmis, su skirtingais pastato aukštais.



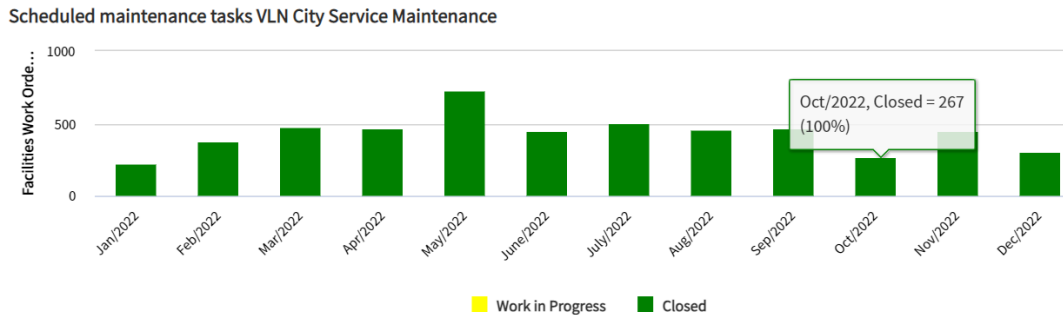
36 pav. Energijos vartojimo palyginamoji ataskaita (sudaryta autoriaus)

37 pav. pavaizduota viso pastato sistemų įrangos veikimo ataskaita, kurioje nurodomas paskutinių mėnesių bendras vaizdas apie visų tipų energijos vartojimą, inžinerinių sistemų veikimo patikimumą ir gautų užduočių įvykdymą.

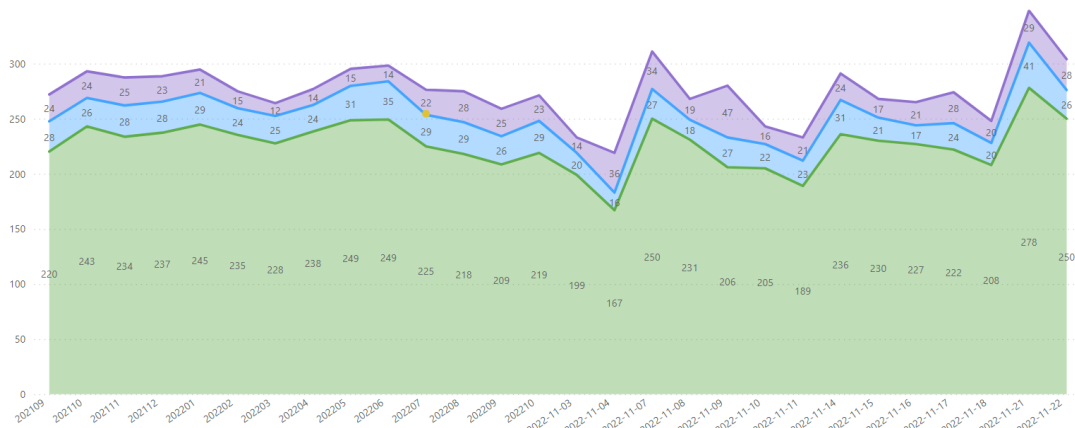


37 pav. Techninės įrangos veikimo analizės ataskaita (sudaryta autoriaus)

Norint, kad įranga veiktų patikimai, būtina atlikti profilaktinius darbus. „Nuvolo“ sistemoje yra numatyti darbu grafikai, kuriame nustatyti periodiškumai, atsižvelgiant į teisės aktų reikalavimus, kliento pageidavimus arba papildomai atsiradus poreikiui analizės metu. Priežiūros grafiko atvaizdavimas kliento sistemoje pavaizduotas 38 pav., o 39 pav. parodyta kaip priežiūros kompanija kokybės užtikrinimui stebi darbų atlikimą „PowerBI“ platformoje, kuri gauna duomenis iš „Service“ sistemos. Visų darbų atlikimo metu yra fiksuojama darbuotojų padėtis (GPS) bei darbų atlikimo nuotraukos prieš ir po iš sistemos automatinio būdu gautos užduoties.



38 pav. “Nuvalo“ sistemoje vaizduojamas priežiūros darbų atlikimo faktas (sudaryta autoriaus)

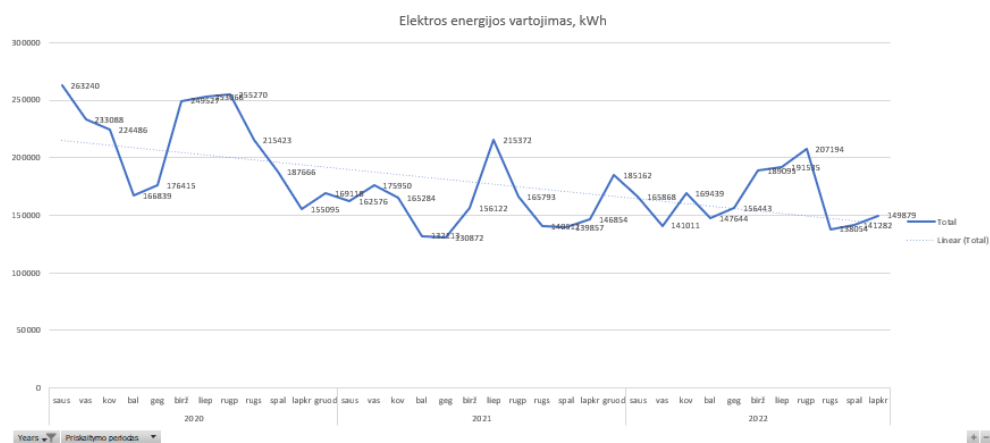


39 pav. “Service” (“PowerBI”) sistemoje vaizduojamas priežiūros ir remonto darbų atlikimo faktas (sudaryta autoriaus)

Iš pateiktų pavyzdžių matyti, kad turint tinkamas sistemas, darbų, energijos suvartojimo, užklausų, gedimų stebėjimas tampa vis paprastesnis. Didžioji dalis patikrinimų, nustatymų gali būti atliekama nuotoliniu būdu, nuo patalpos daviklio iki visos ŠVOK sistemos reguliavimo.

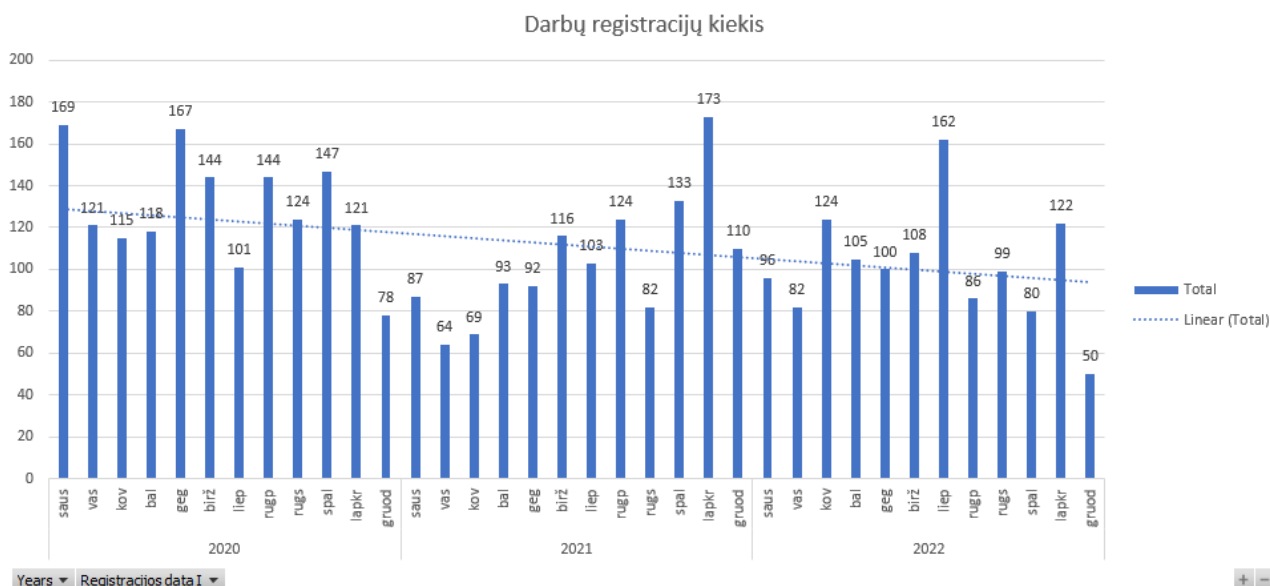
3.3.4. Nuotolinio stebėjimo ir valdymo rezultatai

Sumažėjo pastato bendras elektros energijos vartojimas – visų inžinerinių sistemų ir nuomininkų. 2020 metais mėnesio vidurkis sudarė 216375 kW, 2022 metų vidurkis yra 163 400 kW, kas yra 24% mažiau. Elektros energijos vartojimo grafikas pateikiamas 40 pav.



40 pav. Elektros energijos suvartojimo grafikas, 2020-2022 m. (sudaryta autoriaus)

Sumažėjo registruojamų avarijų ir remonto kiekis pastate. 2020 metais vieno mėnesio vidurkis sudarė 129 vnt., 2022 metų vidurkis yra 101 vnt., kas yra 22 % mažiau. Registruotų pranešimų grafikas pateikiamas 41 pav.



41 pav. Sistemose (“Nuvolo” ir “eCSE”) užregistruotų incidentų kiekis (sudaryta autoriaus)

Apibendrinus rezultatus, nustatyta, kad racionalus pastate esančių sistemų naudojimas, kuris susideda iš periodinių tikrinimų, ataskaitų, reguliavimo, integracijos, nuotolinio stebėjimo, padeda įmonėms mažinti ir kontroliuoti energijos išteklių vartojimą bei remonto darbų kaštus. Pateiktame praktiniame pavyzdyje viso pastato elektros energijos vartojimas, neatsižvelgiant į COVID-19 įtaką 2020 metais, sumažėjo 24 %, o registruojamų darbų kiekių vidurkis krito nuo 129 iki 101 vnt. per mėnesį.

Daroma išvada, kad pastate įdiegtų sistemų naudojimas, didžiaja dalimi nuotoliniu būdu, padeda pasiekti iškeltus rodiklius, tokius kaip energijos vartojimo efektyvumo gerinimas, vidaus patalpoms nustatytų rodiklių laikymasis, CO₂ emisijos mažinimas, pastate vykdomoms operacijoms dirbtinio intelekto panaudojimo didinimas, numatomos priežiūros scenarijaus įgyvendinimas.

3.4. Pastato priežiūros strategijos parinkimas

Remiantis konsultavimo įmonės „Survivor“ duomenimis, per pastaruosius 5 metus, pastatų priežiūros sąnaudos augo mažiausiai 15 %. Europoje esančių pastatų vidutinė metų priežiūros kaina sudaro apie 21,62 Eur/m², JAV – 22,19 Eur/m², Azijoje 12,50 Eur/m². Pastatų priežiūrą susideda iš planinių ir einamųjų remonto darbų, reikšmingi pastato remonto darbai, komunaliniai, draudimai ir panašaus tipo sąnaudos neįskaičiuotos į kainą (Lengthorn, n.d.).

Kadangi pastato priežiūros sąnaudos sudaro reikšmingą bendrų išlaidų dalį, būtina pasirinkti tinkamą strategiją. Šiame poskyryje atliekama skirtingų priežiūros tipų analizė pagal nustatytus kriterijus.

10 lentelėje vaizduojamos skirtingos strategijos ir galimos įtakos priežiūros paslaugos kainai arba kokybei. Yra išskiriamos 4 pagrindinės priežiūros strategijų grupės – reaktyvi, prevencinė, nuspėjamoji, patikimumu paremta. Taip pat pagal kiekvieną tipą pritaikytos anksčiau darbe aprašytos sistemos ir programos – PVS, turto valdymo programos (TVP), dirbtinis intelektas (DI) ir analitikos sistemos (AS). Remiantis šio darbo medžiaga ir ekspertu nuomone, naudojama autoriaus sudaryta vertinimo skalė nuo 0 iki 3, kur „0“ – blogiausiai, o „3“ geriausiai vertinamas kriterijus.

10 lentelė. Strategijos ir įtakos (sudaryta autoriaus)

Įtakos/Strategija	Reaktyvi	Prevencinė	Nuspėjamoji	Patikimumu paremta	Kriterijus
Naudojamos sistemos (aprašymas)	-	PVS, TVP	PVS, TVP, DI	PVS, TVP, DI, AS	Kokybė
Naudojamos sistemos balas)	0	1	2	3	
Diegimo kaštai	3	2	1	0	Kaina
Specialistų poreikis	3	2	1	0	Kaina
Išlaidos remontui	0	1	2	3	Kaina
Planavimo būtinumas	3	2	1	0	Kaina
Galimybė valdyti nuotoliniu būdu	0	1	2	3	Kaina
Pastato vertė	0	1	2	3	Kaina
Saugumas	0	1	2	3	Kokybė
Patikimumas	0	1	2	3	Kokybė
Energijos taupymas, tvarumas	0	1	2	3	Kokybė
Iš viso:	9	13	17	21	

Apibendrinus 10 lentelėje pateiktus duomenis, daroma išvada, kad pradinėje pastato naudojimo stadijoje, dar galiojant statybų garantijoms, pigiausia yra reaktyvi priežiūra. Tokia pasirinkta strategija nėra orientuota į kokybę, gedimai šalinami pagal garantinius įsipareigojimus. Patikimumu paremtos priežiūros strategijos įgyvendinimui reikalingos investicijos nuo pastato projektavimo etapo iki eksploatacijos pabaigos, tačiau ši priežiūra yra patikimiausia ir tvariausia, labiausiai taupanti energijos resursus. Šiuo metu rinkoje yra populiariausia prevencinė priežiūra, bet keičiantis tvarumo

reikalavimams ir atsiradus galimybei valdyti pastatus nuotoliniu būdu, nuspėjamoji priežiūros strategija tampa tinkamiausiu pasirinkimu.

11 lentelė. Įtakų kriterijų balų suvestinė (sudaryta autoriaus)

Kriterijus/Strategija	Reaktyvi	Prevencinė	Nuspėjamoji	Patikimumu paremta
Kokybė	0	4	8	12
Kaina	9	9	9	9

Vadovaujantis 11 lentelėje pateikta suvestine, akivaizdu, kad visos pastatų priežiūros strategijos kainuoja vienodai, vienos dėl brangių remonto darbų, kitos dėl būtinų investicijų nuo statybų pradžios. Tačiau turi būti vertinama ir tai, kad prie kainos kriterijaus galima būtų priskirti ir tokias įtakas kaip saugumas, patikimumas, energijos taupymas ir tvarumas. Tokiu atveju geriausias pasirinkimas yra patikimumu paremtos priežiūros strategija.

Pastatų savininkų ir valdytojų tikslas yra turėti tokią priežiūros strategiją, kad ji atitiktų visus keliamus efektyvumo, patikimumo ir saugumo reikalavimus. Daroma išvada, kad nėra vienos strategijos, kurią galima būtų pavadinti geriausia, tinkamiausia visiems pastatams. Pasirinkimas priklauso nuo įmonės politikos, požiūrio, strategijos, pastato amžiaus, techninių ir daugelio kitų sąlygų, kurias vertinant individualiai ir sudarant kriterijų matricą, kaip buvo atlikta šiame poskyryje, galima pasirinkti tinkamiausią sprendimą.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Atlikta komercinės paskirties pastatų analizė, kurios metu nustatyta, kad nuotolinio stebėjimo ir valdymo galimybės priklauso nuo įvairių veiksnių – projektavimo, naudojamų sistemų, priežiūros ir valdymo strategijų. Ištirta, kad modernių biurų pasiūla nuo 2015 metų iki 2023 metų padidėjo beveik tris kartus, o tai reiškia, kad rinkoje atsirado daugiau pastatų su šiuolaikine įranga, turinčia galimybę diegti ir naudoti nuotolinio valdymo sprendimus.

Kiekvienas pastato savininkas arba naudotojas pats pasirenka priežiūros būdą, nustato eksploatacinių darbų apimtį. Visgi yra reglamentai, taisyklės, kuriose aprašyti privalomieji inžinerinių sistemų ir konstrukcijų priežiūros darbai. Daugelis inžinerinių sistemų, tokios kaip šildymas, vėdinimas, oro kondicionavimas, apšvietimas, gali būti kontroliuojamos nuotoliniu būdu. Visos ištirtos pastatų priežiūros strategijos turi savo privalumų ir trūkumų, kurių pagrindinis veiksnys yra finansai, t. y. kiek investuojama į pastato vertę kiekviename jo etape nuo projektavimo iki griovimo.

Nagrinėjant Lietuvos ir užsienio kompanijų pastatų valdymo platformų funkcijas ir galimybes, nustatyta, kad programos kuriamos tam tikram vartotojų ratui, o atsiradus papildomiems poreikiams, yra susiduriama su apjungimo ir sklendaus tarpusavio veikimo iššūkiais. Visos programos turi tiek stiprių savybių, tiek silpnų vietų. Renkantis turto valdymo programas, būtina numatyti nuolatinės investicijas, kadangi jas reikės pritaikyti prie besikeičiančių technologijų ir vartotojų poreikių, privaloma numatyti nuolatinis vartotojų pasitenkinimo stebėjimą ir integracijos su kitomis sistemomis galimybę.

Remiantis atlikto ekspertų interviu rezultatais galima teigti, kad vis dar mažai naudojamos ir nepopuliarios yra turto valdymo programos. Taip pat PVS sistemos tikrinamos kiekvieną dieną, tačiau pamirštama apie sistemų patikrą vakarais ir savaitgaliais, darbuotojų galimas klaidas ir procesų efektyvumą.

Apibendrinus SSGG analizės rezultatus, matyti, kad nuotolinis pastatų valdymo ir stebėjimo stiprybės ir galimybės sukuria didelę pridėtinę vertę pastatų savininkams ir prižiūrėtojams, padeda siekti užsibrėžtų įmonės tikslų, valdyti energijos ir remonto sąnaudas, laikytis „Žaliojo kurso“ reikalavimų. Daroma išvada, kad visoms įvardintoms silpnybėms ir grėsmėms yra sprendimai, kuriuos pritaikius, gali būti išvengta arba sumažintas jų poveikis.

Renkantis pastato priežiūros strategiją, nustatyta, kad nėra vieno pasirinkimo, kurį galima būtų pavadinti tinkamiausiu visiems pastatams. Pastatų savininkų ir valdytojų tikslas yra turėti tokią priežiūros strategiją, kad ji atitiktų visus keliamus efektyvumo, patikimumo ir saugumo reikalavimus. Vadovaujantis pasaulio tvarumo tendencijomis, geriausias pasirinkimas yra patikimumu paremtos priežiūros strategija.

Taip pat ekspertų prognozuojama, kad ateinančiais metais pastatų valdymo sektorius patirs dar didesnę skaitmeninę transformaciją. Bus išnaudojamos dirbtinio intelekto galimybės, kuriuos leis sutelkti dėmesį į geresnį turto našumą ir priežiūros valdymą. Tokie sprendimai gali sutaupyti pinigų, sumažinti riziką ir padidinti efektyvumą.

Darbe nagrinėjamas praktinis nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų pritaikymas parodė, kad teisingai nustatyti rodikliai, sistemų suderinamumas, nuolatinis sistemų reguliavimas ir dirbtinio intelekto panaudojimas leido 21 % sumažinti gedimų kiekį ir 24 % energijos kaštus.

Atlikus ekspertų apklausą ir sudarius komercinių pastatų priežiūros pasirinkimo modelį, siūloma:

- Pastatų savininkams ar valdytojams, renkant stebėjimo ir valdymo sistemas, atkreipti dėmesį į jų suderinamumą tarpusavyje, atsiperkamumą (ROI) bei ateities perspektyvas. Pasirenkant kryptį, būtina sudaryti ekspertų grupę, vadovautis pritaikytais ir pasiteisinusiais pavyzdžiais;
- Pastatų savininkams ar valdytojams, pastato priežiūros strategiją rinktis projektavimo etape, sudarant įtakų matricą su kainos ir kokybės rodikliais. Toks pats metodas gali būti taikomas ir veikiančiam pastatui, nustatant naują priežiūros kryptį arba tikrinant esamą;
- Ekonomikos ir Inovacijų Ministerija turėtų skatinti ir finansuoti aplinkai palankių technologijų kūrimo ir diegimo projektus. Tokiu būdu suaktyvės rinka, pasidės paslaugos konkurencingumas, bus paruošta daugiau šios srities specialistų ir visuomenė gaus daugiau informacijos apie pastatų valdymo ir stebėjimo sistemas.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Advanced Control Corporation. (n.d.). *Advantages of BMS You Haven't Considered*. <https://www.advancedcontrolcorp.com/advantages-of-bms/>
- Aerospace Manufacturing and Design (2020). *Artificial intelligence for predictive maintenance*. <https://www.aerospacemanufacturinganddesign.com/article/artificial-intelligence-for-predictive-maintenance/>
- Aireavu by BlockDox. (2022). *3 Iconic Smart Buildings in The World*. <https://www.blockdox.com/articles/3-iconic-smart-buildings-in-the-world>
- Anre A. (2021). *Building Management System (BMS) Objective, Types and Features*. <https://www.prodyogi.com/2021/08/building-management-system-bms.html>
- Arbour G. (2019). *What Are The 4 Types of Maintenance Strategies?* <https://www.fiixsoftware.com/blog/evaluating-maintenance-strategies-select-model-asset-management/>
- Asset Infinity. (2021). *What Are Different Types of Maintenance Strategies? Which One Fits Your Business?* <https://www.assetinfinity.com/blog/different-types-of-maintenance-strategies>
- Australian Government. (n.d.). *Building management systems*. <https://www.energy.gov.au/business/equipment-and-technology-guides/building-management-systems>
- Axioma Service (n.d.). *CMMS sistema*. <https://axiomaservice.com/lt/paslaugos/serviso-paslaugos/ismanusis-servisas/cmms-sistema>
- Bajer M. (2018). *IoT for Smart Buildings – Long Awaited Revolution or Lean Evolution*. <https://www.semanticscholar.org/paper/IoT-for-Smart-Buildings-Long-Awaited-Revolution-or-Bajer/ee837f49dfdc5ea7512a87443e25bad3eac4248c/figure/0>
- Blue Bridge. (2018). *Turto valdymo sistema: kokios naudos tikėtis?* <https://www.bluebridge.lt/it-ziniu-centras/turto-valdymo-sistema-kokios-naudos-tiketis>
- Caverion Lietuva. (n.d.). *Pastato valdymo sistema (BMS) garantuoja optimalų jūsų nekilnojamojo turto veikimą*. <https://www.caverion.lt/global-lt/paslaugos/pastato-valdymo-sistema-bms/>
- Caverion Lietuva. (n.d.). *Prevencinė, patariamoji ir aprašomoji priežiūra: duomenų analizės įtaukimas į sprendimų priėmimą*. <https://www.caverion.lt/global-lt/paslaugos/previncine-prieziura/>
- Chen J. (2022). *Commercial Real Estate Definition and Types*. <https://www.investopedia.com/terms/c/commercialrealestate.asp>

- Circle K. (n.d.). *History and timeline*. <https://www.circlek.com/history-and-timeline>
- City Service Engineering (2019). *EPC – pastato sistemų valdymas, kuris taupo tūkstančius*. <https://cse.lt/epc/>
- City Service Engineering. (2021). *TOP 5 klaidos, kodėl komercinių pastatų priežiūra gali tapti nuostolinga*. <https://cse.lt/top-5-klaidos/>
- City Service Engineering. (2022). *Pastato valdymo sistemų evoliucija: kuo skiriasi BMS, BACS, BEMS?* <https://cse.lt/pastato-valdymo-sistemu-evoliucija-kuo-skiriasi-bms-bacs-bems/>
- Das R. (2020). *AI, ML, DL.. What's what?* <https://medium.com/analytics-vidhya/ai-ml-dl-whats-what-ecb354967e63>
- Deighton M. (2016). Effective Principles and Practices for the Oil, Gas and Petrochemical Industries, *Facility Integrity Management* 5: 87-139
- Eini R., Linkous L., Zohrabi N., & Abdelwahed S. (2021). Smart building management system: Performance specifications and design requirements, *Journal of Building Engineering* 39
- European Union law (2018). *Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva (ES) 2018/844*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0844>
- FasTrak SoftWorks (2019). *How Maintenance Practices Have Changed*. <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/how-maintenance-practices-have-changed>
- Fatman. (n.d.). *Software for managing your valuable assets*. <https://fatman.fi/en/>
- Finland Ministry of the Environment. (n.d.). *The National Building Code of Finland*. <https://ym.fi/en/the-national-building-code-of-finland>
- FM House. (2009). *IT and sustainability: bringing best practices to the business*. *The Economist Intelligence Unit 2009*. <https://www.fm-house.com/uploads/2014/12>
- Gohil H. (2018). *How AI makes facility management effortless like never before*. <https://www.softwebsolutions.com/resources/AI-the-future-of-smart-facility-management.html>
- Granlund Manager. (n.d.). *k29 Business Center, Lithuania*. <https://www.granlundmanager.com/references/k29-business-center/>
- Granlund Manager. (n.d.). *Sumani ir paprasta pastatų priežiūra*. <https://www.granlundmanager.com/lt/>
- Heavy.Ai. (n.d.). *Predictive Maintenance Definition*. <https://www.heavy.ai/technical-glossary/predictive-maintenance>

- Hypersense. (n.d.). *AI vs. ML vs. DL: What's the difference?*
<https://hypersense.subex.com/blog/ai-vs-ml-vs-dl-whats-the-difference/>
- Hossain M. (2019). Best Management Practices, *Sustainable Design and Build* 7: 419-431
- Hupje E. (2021). *9 Types of maintenance: How to choose the right maintenance strategy.*
<https://roadtoreliability.com/types-of-maintenance/>
- IBM. (n.d.). *IWMS software and solutions.* <https://www.ibm.com/business-operations/iwms>
- IMB. (n.d.). *What is a CMMS?* <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-cmms>
- In-building Tech (n.d.). *How to deploy AI in commercial office buildings.*
<https://inbuildingtech.com/ai-ml/ai-commercial-office-buildings/>
- Instrumentation Tools. (n.d.). *Building Management System.*
<https://instrumentationtools.com/building-management-system/>
- Intellis. (n.d.). *Implementing New Technology for Efficient Facilities Management.*
<https://www.intellis.io/blog/implementing-new-technology-for-efficient-facilities-management>
- Iot for all. (2020). *The Evolution of Building Management Systems: From Limited Control to a Fully Integrated Digital Twin.* <https://www.iotforall.com/evolution-building-management-systems>
- Young M. (n.d.). *How the New York City steam system works.*
<https://untappedcities.com/2021/07/09/new-york-city-steam-system/>
- Joseph J. (2018). Facility Design and Process Utilities, *Development, Design, and Implementation of Manufacturing Processes*, 45: 933-986
- k29. (n.d.) *Apie mus.* <https://k29.lt/>
- Khajavi S. (n.d.). *Essential components to create a digital twin of building and difference with BIM.* https://www.researchgate.net/figure/Essential-components-to-create-a-digital-twin-of-building-and-difference-with-BIM_fig5_336375033
- Kiwa. (n.d.). *Statinio techninė priežiūra (STP).*
<https://www.kiwa.com/lt/lt/produktai2/konsultacijos/statinio-technine-prieziura-stp>
- Klaipėdos statybos kompanija. (n.d.). *Pastatų klasifikavimas.*
<https://www.kskompanija.lt/2022/07/03/pastatu-klasifikavimas/>
- Konecranes. (n.d.). *Nusprendžiamoji techninė priežiūra ir nuotolinė stebėsena.*
<https://www.konecranes.com/lt/paslaugos/nuspejamoji-technine-prieziura-ir-nuotoline-stebesena>
- Kučera A. & Pitner T. (2018). Semantic BMS: Allowing usage of building automation data in facility benchmarking, *Advanced Engineering Informatics* 35: 69-84
- Labbis. (n.d.). *Personalizuoti sprendimai.*

https://labbis.lt/?gclid=CjwKCAiAqaWdBhAvEiwAGAQtqDewh8L0W8-wmUCco2GYxEZlekA_Qr_1hjvh34YATw9oIn_YESxVxoCIb0QAvD_BwE

- Lengthorn P. (n.d.). *How much does building maintenance cost?*
<https://www.consultengsurvivor.com/the-cost-of-building-maintenance>
- Lepkova, N. (2012). *Pastatų ūkio valdymo pagrindai*. Vilnius: Technika
- Lietuvos Respublikos Energetikos ministerija. (2022). *Teisės aktai*.
<https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/energijos-vartojimo-efektyvumas/teises-aktai-energijos-vartojimo-efektyvumas>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2005). *Dėl Gaisrinės saugos ženklų naudojimo įmonėse, įstaigose ir organizacijose nuostatų patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.268635?jfwid=q86m1vuy3>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2009). *Dėl Pastato šildymo ir karšto vandens sistemos priežiūros tvarkos aprašo patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.359789>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2009). *Dėl Pastato šildymo ir karšto vandens sistemos priežiūros tvarkos aprašo patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.359789>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2012). *Dėl Elektrinių ir elektros tinklų eksploatavimo taisyklių patvirtinimo*. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.436523>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2012). *Dėl Gamtinių dujų skirstymo ir vartotojų sistemų eksploatavimo taisyklių patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.423757?jfwid=>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2016). *Dėl statybos techninio reglamento STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“ patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/998f6af39c3d11e68adcda1bb2f432d1>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2016). *Dėl statybos techninio reglamento STR 1.07.03:2017 „Statinių techninės ir naudojimo priežiūros tvarka. Naujų nekilnojamojo turto kadastro objektų formavimo tvarka“ patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/a7502172ce7911e6a476d5908abd2210>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2016). *Gamtinių dujų skirstymo ir vartotojų sistemų eksploatavimo taisyklės*.
<https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAP/ba612c327c0511e6a0f68fd135e6f40c/>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2022). *Dėl Bendrųjų gaisrinės saugos taisyklių patvirtinimo*.
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.250714/asr>

- Lietuvos Respublikos Seimas. (2022). *Dėl Objekto atitikties gaisrinę saugą reglamentuojantiems teisės aktams patikrinimų atlikimo tvarkos aprašo patvirtinimo.* <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/5530631285fc11ecb8b0fe92fb660e20?jfwid=36mve93e1>
- Made in Vilnius. (2021). *Pastatų priežiūrai „Technopolis“ pasitelkė dirbtinį intelektą.* <https://madeinvilnius.lt/verslas/vilniaus-rinka/pastatu-prieziurai-technopolis-pasitelke-dirbtini-intelektu/>
- MRI. (n.d.). *Provide an enhanced tenant experience with building maintenance software.* <https://www.mrisoftware.com/solutions/building-maintenance-software/>
- Nabilah S. (2022). *Must know 6 technology trends in facility management 2022.* <https://www.hashmicro.com/blog/must-know-6-technology-trends-in-facility-management-2022/>
- Nlyte Software. (n.d.). *What is the difference between a Building Management System (BMS) and a Building Automation System (BAS)?* <https://www.nlyte.com/faqs/bms-versus-bas/>
- Nuvolo. (2022). *Verdantix: Circle K Leverages Nuvolo To Gain a Consolidated View of Facility Operations.* <https://www.nuvolo.com/story/verdantix-circle-k-leverages-nuvolo-to-gain-a-consolidated-view-of-facility-operations/>
- Ober Haus. (2022) *Metinės ataskaitos.* https://www.ober-haus.lt/rinkos_apzvalgos/metines-ataskaitos/
- Planon (n.d.). *CAFM | Computer Aided Facility Management.* <https://planonsoftware.com/uk/glossary/cafm/>
- Precedence Research. (n.d.). *Smart Building Market - Global Market Size, Trends Analysis, Segment Forecasts, Regional Outlook 2022 – 2030.* <https://www.precedenceresearch.com/smart-building-market>
- Premier. (n.d.). *What is Facilities Management? – Hard FM vs Soft FM.* <https://www.premiersupportservices.co.uk/facilities-management-explained/>
- Priva. (n.d.). *What is a building management system?* <https://www.priva.com/blog/buildings/what-is-a-building-management-system>
- Pukite I. & Greipele I. (2017). *Different Approaches to Building Management and Maintenance Meaning Explanation, Procedia Engineering 172: 905-912*
- Registrų centras. (n.d.). *NTR įregistruoti objektai.* <https://www.registrucentras.lt/p/1075#gra35>

- Revell C. (2021). *IDC MarketScape Recognizes Nuvolo as a Leader for CMMS and Facility Management*. <https://www.nuvolo.com/news/idc-marketscape-recognizes-nuvolo-as-a-leader-for-both-saas-cmms-application-and-facility-management-application/>
- Sanzana M., Maul T., Wong J. J., Osama M., Abdulrazic M. & Yip C. C. (2022). Application of deep learning in facility management and maintenance for heating, ventilation, and air conditioning, *Automation in Construction* 141
- Select Hub. (n.d.). *What is Nuvolo?* <https://www.selecthub.com/eam-software/nuvolo/>
- Service Now. (n.d.). *What is IWMS?* <https://www.servicenow.com/workflows/employee-workflows/what-is-iwms.html>
- Softera. (n.d.). *Nekilnojamajo turto valdymo sistema*. <https://www.softera.lt/nekilnojamajo-turto-valdymo-sistema/>
- Softera. (n.d.). *Verslo valdymo sistemas*. https://www.softera.lt/?gclid=CjwKCAiAqaWdBhAvEiwAGAQltgkRiYrl2mZhdpsz68WCrFfzDihOcQCJzymfH8J2ONJBpCf4YXUC6RoC2LgQAvD_BwE
- Statybų naujienos. (2020). „YIT Lietuva“ įgyvendintas projektas „3BURE“ – „žaliausias“ biurų pastatas Baltijos šalyse. <https://www.statybunaujienos.lt/naujiena/YIT-Lietuva-igyvendintas-projektas-3BURE-zaliausias-biuru-pastatas-Baltijos-salyse/14335>
- Statistics Finland. (n.d.). *Intended use of building*. https://www.stat.fi/meta/kas/raken_kayt_tark_en.html
- Strother N. (2020). *AI Gains Traction In Commercial Buildings*. <https://facilityexecutive.com/2020/12/artificial-intelligence-ai-gains-traction-in-commercial-buildings/>
- Sullivan G. P., Pugh R., Melendez A. P. & Hunt W. D. (2004). Computerized Maintenance Management System. *Operations & Maintenance Best Practices*: 29
- The Changing Workplace. (2022). *What Types Of Facility Management Systems Are There?* <https://www.changingworkplace.com/cwp-insights/types-of-facility-management-systems/>
- The National Archives. (2020). *The Town and Country Planning (Use Classes) (Amendment) (England) Regulations 2020*. <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2020/757/made>
- UK Government (n.d.). *Facilities Management Standard 001: Management and Services*. <https://www.gov.uk/government/publications/facilities-management-standards-for-govs-004-property/facilities-management-standard-001-management-and-services#hard-services-standard>
- Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija. (2021). *Statybos inspekcija atsako: ką reikėtų žinoti apie statinio priežiūrą po statybos užbaigimo*.

<https://vtpsi.lrv.lt/lt/naujienos/statybos-inspekcija-atsako-ka-reiketu-zinoti-apie-statinio-prieziura-po-statybos-uzbaigimo>

- Vilnius Coding School. (n.d.). *Dirbtinis intelektas: 13 pagrindinių sąvokų*.
<https://www.vilniuscoding.lt/dirbtinis-intelektas-13-pagrindiniu-savoku/>
- Wattsense (2022). *BMS System (Building Management System)*. <https://wattsense.com/bms/>
- Zaharoff S. (2014). *Building management system*.
<https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/building-management-system>

PRIEDAI

A priedas

Interviu metu gauta informacija bus naudojama komercinės paskirties pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo galimybių nustatymui bei pastato priežiūros strategijos parinkimui.

Interviu klausimus parengė Vilnius TECH universiteto Statybos fakulteto, nekilnojamojo turto valdymo studentas Pavel Akimov (el. paštas pavel.akimov@stud.vilniustech.lt).

Interviu klausimai:

5. Kokią įmonę atstovaujate?
6. Kiek metų dirbate šioje įmonėje/pozicijoje?
7. Kokios yra Jūsų pareigos šioje įmonėje?
8. Kokiomis nuotolinėmis pastatų valdymo ir stebėjimo sistemomis tenka naudotis arba esate susidūrę darbo aplinkoje?
9. Kokie yra pagrindiniai kriterijai, renkantis pastato nuotolinio stebėjimo sistemą?
10. Kokios, Jūsų nuomone, yra nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo stiprybės (*ką vertinate*)?
11. Kokios, Jūsų nuomone, yra nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo silpnybės (*ką sustiprintumėte*)?
12. Kokios, Jūsų nuomone, yra pastatų nuotolinio valdymo ir stebėjimo sistemų galimybės (*kur matote perspektyvas*)?
13. Kokios, Jūsų nuomone, yra nuotolinio pastatų valdymo ir stebėjimo grėsmės (*kas neigiamai veikia*)?
14. Kokia dalis Jūsų valdomų/prižiūrimų pastatų turi PVS sistemą?
15. Kaip dažnai jūsų priežiūros inžinieriai vidutiniškai naudoja PVS sistemą vienam pastatui?
16. Kam naudojate PVS sistemą?
17. Prašome paaiškinti, kaip matuojate ir kontroliuojate savo pastato energinį efektyvumą?
18. Kaip manote, kokioms pastatų inžinerinėms sistemoms ar priežiūros procesams gali būti pritaikytas dirbtinis intelektas?
19. Kaip manote, kokia yra pastatų inžinerinių sistemų priežiūros ateitis?

Dėkoju už atsakymus,

Pavel Akimov