



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

ENERGIŠKAI EFEKTYVIŲ PASTATŲ PLĖTROS ANALIZĖ
ANALYSIS OF ENERGY-EFFICIENT BUILDING DEVELOPMENT

Baigiamasis magistro darbas

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas: 6211LX059

Nekilnojamojo turto valdymo specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vilnius, 2021

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

TVIRTINU

Katedros vedėjas



(Parašas)

Artūras Kaklauskas

(Vardas, pavardė)

2021 GEGUŽĖS 28

(Data)

ENERGIŠKAI EFEKTYVIŲ PASTATŲ PLĖTROS ANALIZĖ
ANALYSIS OF ENERGY-EFFICIENT BUILDING DEVELOPMENT

Baigiamasis magistro darbas

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211LX059

Nekilnojamojo turto valdymo specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vadovas

prof. habil. dr. Artūras Kaklauskas.

(pedag. vardas, vardas, pavardė)



(parašas)

2021-05-28

(data)

Lietuvių kalbos konsultantas

(pedag. vardas, vardas, pavardė)

(parašas)

(data)

Vilnius, 2021

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

TVIRTINU
Katedros vedėjas

Socialinių mokslų sritis

Vadybos mokslo kryptis

Vadybos studijų kryptis

Nekilnojamojo turto valdymo studijų programa, valstybinis kodas
621N20013

(parašas)

Artūras Kaklauskas

(vardas, pavardė)

2021 gegužės 28

(data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO (PROJEKTO)
UŽDUOTIS**

2020-10-15 Nr. 1.....

Vilnius

Studentui Lukas Barkauskas
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo (projekto) tema:

Energiškai efektyvių pastatų plėtros analizė

Patvirtinta 2021m kovo 09d. Potvarkio Nr. 83 st.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2021m. gegužės 30-31, birželio 1 d.d.

Baigiamajame magistro darbe:

1. Išanalizuoti klimato kaitos situaciją, priežastis, pasekmes.
2. Apžvelgti didžiausią įtaką klimato kaitai turinčius ūkio sektorius.
3. Aptarti tvaraus būsto, tvarių statinių ir energiškai efektyvių pastatų sampratą.
4. Išanalizuoti pagrindinius Lietuvos ir Europos Sąjungos teisinio reglamentavimo aspektus, susijusius su naujų energiškai taupių pastatų statyba.
5. Išanalizuoti pasaulio ir Lietuvos pastatų valdymo tendencijas ir jas palyginti.
6. Išnagrinėti išmanųjį pastatų valdymą debesies principu.

Baigiamojo magistro darbo (projekto) konsultantai:
(pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

(parašas)

prof. habil. dr. Artūras Kaklauskas.

(pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(parašas)

Lukas Barkauskas

(vardas, pavardė)

2020-10-15

(data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas Statybos fakultetas Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedra		ISBN ISSN Egz. sk. Data-.....-.....
Antrosios pakopos studijų Nekilnojamojo turto valdymo programos magistro baigiamasis darbas		
Pavadinimas	Energiškai efektyvių pastatų plėtros analizė	
Autorius	Lukas Barkauskas	
Vadovas	Artūras Kaklauskas	
Kalba: lietuvių		
Anotacija Baigiamajame magistro darbe nagrinėjami energiškai efektyvūs pastatai bei atliekama šiems pastatams Lietuvos valstybėje galiojančių reikalavimų analizė. Pirmoje dalyje analizuojama kodėl šiuolaikiniame pasaulyje aktualūs energiškai efektyvūs pastatai ir kokia statybos sektoriaus įtaka klimatui. Antroje dalyje pristatomi tvaraus būsto, nulinės energijos pastatai ir jiems taikomi reikalavimai. Trečioje darbo dalyje pasirinktas pastatas ir atlikta šio išmanaus pastato analizė debesies principu. Išvados pateikiamas viso darbo apibendrinimas ir pasiūlymai, susiję su efektyvių pastatų energijos vartojimu juose. Išmani pastatų valdymo platforma dar nėra plačiai naudojama visoje Lietuvoje, bet keičiantis technologijoms galima prognozuoti, kad ši platforma bus viena iš pagrindinių valdant pastatus. Darbą sudaro įvadas, trys pagrindinės dalys: energiškai efektyvūs pastatai ir jiems taikomi reikalavimai, tvaraus būsto ir nulinės energijos pastatai, garsiausios pasaulio tendencijos pastatų valdyme, išmanios pastatų valdymo platformos analizė, išvados ir literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 65 psl. be priedų, 20 paveikslų, 2 lentelės ir 51 naudoti literatūros šaltiniai.		
Prasminiai žodžiai: energiškai efektyvūs pastatai, tvarus būstas, nulinės energijos pastatai, išmanus pastatas, klimato kaita		

Vilnius Gediminas Technical University Faculty of Civil Engineering Department of Construction Management and Real Estate		ISBN ISSN Copies No. Date-.....-.....
Master Degree Studies Real Estate Management study programme Master Graduation Thesis		
Title	Analysis of Energy Efficient Building Development	
Author	Lukas Barkauskas	
Academic supervisor	Artūras Kaklauskas	
Thesis language: Lithuanian		
Annotation In this thesis, the topic of energy-efficient buildings is discussed and requirements that apply for such buildings in Lithuania are analysed. The first part of the thesis explains the importance of energy-efficient buildings in the modern world and discusses the impact of the construction sector on the climate. The second part of the thesis introduces sustainable housing, zero energy buildings and the requirements that apply to them. In the third part of the thesis, the analysis of a selected smart building was conducted. Finally, a summary of the thesis and suggestions for energy efficiency in buildings are provided in conclusions. Even though the intelligent building management system is not yet widely used in Lithuania, it seems that, due to the constant technological change, it will soon be one of the main tools used in building management. Structure of the thesis: an introduction, three main parts: energy-efficient buildings and their requirements, sustainable housing, zero energy buildings and the world's most famous trends in building management, analysis of an intelligent building management system, conclusions, and references. Thesis consists of 65 pages without appendixes, 20 figures, 2 tables and 51 references.		
Keywords: energy efficient buildings, sustainable housing, zero energy buildings, smart building, climate change		

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Lukas Barkauskas, 20190130

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)
Statybos fakultetas

(Fakultetas)
Nekilnojamojo turto valdymas, NTVmit-19

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2021 m. gegužės 30 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Energiškai efektyvių pastatų plėtros analizė“ patvirtintas 2021 m. kovo 09 d. dekanų potvarkiu Nr. 83st, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas profesorius habilituotas daktaras Artūras Kaklauskas.

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



(Parašas)

Lukas Barkauskas

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
SANTRUMPŲ SĄRAŠAS.....	11
ĮVADAS	12
1. ENERGIJOS TAUPYMAS: POREIKIS, SĄLYGOS, TRUKDŽIAI	14
1.1. Klimato kaita ir klimato kaitą skatinantys veiksniai, pasekmės	14
1.2. Lietuvos klimato svyravimai bei ypatumai.....	16
1.3. Statybos sektoriaus įtaka klimato kaitai.....	17
1.4. Europos klimato spektro sistema	19
1.5. Statyba pandemijos laikotarpiu.....	21
2. TVARAUS BŪSTO SAMPRATA	22
2.1. Tvaraus būsto statybos teisinis reglamentavimas Lietuvoje.....	26
2.2. Tvaraus būsto išmaniosios statybos pavyzdžiai Lietuvoje	29
2.3. Tvariems pastatams taikomų energijos aprūpinimo reikalavimų aspektai	30
2.4. Reikalavimai naujo būsto statybai. ES direktyvos.....	33
2.5. Nulinės energijos pastatai ir jų apibrėžimai.....	37
2.6. Geriausios ateities tendencijos pastatų valdyme.....	39
3. TYRIMO ANALIZĖ.....	45
3.1.1. Tyrimo objektas.....	45
3.2. Sumani ir paprasta pastatų priežiūra	45
3.2.1. Informacijos valdymas	46
3.2.2. Pastatų ūkio informacijos valdymas.....	47
3.2.3. Dokumentų valdymo funkcija.....	48
3.2.4. Sutartys ir sandėlio likučių valdymas.....	49
3.2.5. Sandėlio likučių valdymas	50
3.2.6. Techninė priežiūra.....	51
3.2.7. Mobili pastatų ūkio techninė priežiūra.....	51
3.2.8. Techninės priežiūros paslaugų užklausos	52
3.2.9. Nuolatinės priežiūros planas	54
3.3. Kokybės auditas	55
3.3.1. Energija	56
3.3.2. Sistemų efektyvumas.....	58

3.3.3. Skaitmeninis dvynys	58
DARBO IŠVADOS	60
LITERATŪROS SĄRAŠAS	63

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų šaltiniai. (Aplinkos apsaugos agentūra, 2020)	19
2 pav. Galimos pastato sistemos ribos (EN ISO 52000-1: 2017). (Aplinkos apsaugos agentūra, 2020)	20
3 pav. „Park Town“ verslo parkas. (Citify, 2019)	29
4 pav. „Premium“ verslo centras, Vilnius. (Statybos naujienos, 2020)	30
5 pav. Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientai (STR 2.01.02:2016)	32
6 pav. Privalumai daiktų interneto valdytojams, jutikliams (sudaryta autoriaus)	40
7 pav. „ShareKey“ programa naudoja NFC ryšį durims užrakinti ir atrakinti (šaltinis: Fraunhofer, 2013)	41
8 pav. Geriausios patalpų valdymo tendencijos. (Pastatų valdymo tendencijos, 2020)	44
9 pav. „RiverHall“ verslo centras Kaune. (Sirin, 2020)	45
10 pav. Informacijos valdymo papildomi procesai (sudaryta autoriaus)	47
11 pav. Skaitmeninė informacija visais pastato tarnavimo ciklo etapais (sudaryta autoriaus)	48
12 pav. Įvairios galimybės susipažinti su naujausiais pastatų dokumentais bei jų pasidalinimo funkcijos (sudaryta autoriaus)	49
13 pav. Puikiai centralizuota vieta visoms su nekilnojamuoju turtu susijusioms sutartims ir informacijai (sudaryta autoriaus)	50
14 pav. Galimybė išmaniai valdyti svarbiausių atsarginių detalių likučius sandėlyje. (sudaryta autoriaus)	51
15 pav. Objektų matymas, aptarnavimo užklauskos išsami informacija. (sudaryta autoriaus)	52
16 pav. Mobilios aplikacijos pavyzdys, skenuojant QR kodą (sudaryta autoriaus)	53
17 pav. Paslaugų užklauskų bendras skaičius ir jų skirstymas pagal atributus. (sudaryta autoriaus)	54
18 pav. Nuolatinės priežiūros plano pavyzdys (sudaryta autoriaus)	55
19 pav. Audito ataskaitos pavyzdys „Granlund“ sistemoje (sudaryta autoriaus)	56
20 pav. Energijos suvartojimas, skaitliukų rodmenys, metinės ir mėnesinės ataskaitos (sudaryta autoriaus)	57
21 pav. Energijos suvartojimo ataskaitos pavyzdys pasirinkto laikotarpio (sudaryta autoriaus)	57
22 pav. 3D pastato modelio atvaizdavimas su visomis sistemomis, patalpų duomenimis ir temperatūros skirtumais (sudaryta autoriaus)	58

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Šilumos nuostoliai per pastato pertvaras skirtingo energinio naudingumo statiniuose (šaltinis: STR 2.01.02:2016).....	32
2 lentelė. Skirtingose ES klimato zonose EBNP energinio naudingumo lyginamųjų rodiklių intervalai (sudaryta pagal reglamentą (ES) Nr. 244/2012)	37

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

nZEB – pastatas, kurio energinis naudingumas yra labai aukštas

IPCC – tarpvyriausybė klimato kaitos komisija

EPDB – pastatų energinio naudingumo direktyva

First Q – Europos mechaninių ir elektrinių konsultavimo paslaugų tinklas

ES – Europos Sąjunga

KPI – kiekybinis matas

COVID19 – koronavirusas

NE – nulinės energijos

IoT – daiktų internetas

DigitalTwin – virtualus objekto ar proceso skaitmeninis atitikmuo realiuoju laiku

MEP – tai įrankis, kuriuo galima projektuoti tiek dvimatėje tiek trimatėje erdvėje

BVP – bendras vidaus produktas

DGNB – vokiškasis tvaraus statinio sertifikatas.

ERPF – Europos regioninės plėtros fondas

CASBEE – išsami sukurtos aplinkos efektyvumo vertinimo sistema

CO₂ – anglies dioksidas

CO – anglies monoksidas

VOC – lakieji organiniai junginiai

ŠVOK – šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas

DI – daiktų internetas

IVADAS

Tyrimo aktualumas. Šiuolaikiniame pasaulyje, kai oro užterštumas ir energijos vartojimas yra vienos iš didžiausių problemų, ypač svarbu atkreipti į tai dėmesį ir ieškoti išeikių kaip spręsti šias problemas. Viena iš jų – energiškai efektyvių pastatų statyba. Energiškai efektyvūs pastatai – tai pastatai, kurie per visą savo gyvavimo laikotarpį daro mažą poveikį aplinkai ir pasižymi efektyviu energijos vartojimu. Iš tokių pastatų minėtini energiją taupantys yra beveik nulinės energijos sąnaudų pastatai. Energiją taupantis pastatas – tai pastatas, kurio šildymo ir vėsinimo, vėdinimo ir kondicionavimo bei apšvietimo energijos poreikis yra mažesnis negu standartinio pastato, pastatyto pagal minimalius techninių sąlygų reikalavimus.

ES šalyse daugiausiai energijos sunaudojama būtent statybos sektoriuje. Pastarasis sektorius yra labai svarbus ekonomikos veiksnys, jis sėkmingai plėtosis ir toliau, taigi, energijos bus sunaudojama dar daugiau. Siekiant geriausių tikslų, pastatai yra valdomi išmaniuoju būdu. Valdymo būdai – debesies principu. Šiuo principu pastatą galima valdyti nuo paprasčiausio temperatūros nustatymo iki energijos vartojimo pakitimo ar virtualaus apsilankymo pastate.

Darbo tyrimo objektas – tvarūs, energiškai efektyvūs pastatai.

Darbo tikslas – išanalizuoti energiškai efektyvių pastatų plėtros, valdymo galimybes ir atlikti išmanaus valdymo analizę.

Darbo tikslui pasiekti iškeliami šie uždaviniai:

- Išanalizuoti klimato kaitos situaciją, priežastis, pasekmes;
- Apžvelgti didžiausią įtaką klimato kaitai turinčius ūkio sektorius;
- Aptarti tvaraus būsto, tvarių statinių ir energiškai efektyvių pastatų sampratą;
- Išanalizuoti pagrindinius Lietuvos ir Europos Sąjungos teisinio reglamentavimo aspektus, susijusius su naujų energiškai taupių pastatų statyba;
- Išanalizuoti pasaulio ir Lietuvos pastatų valdymo tendencijas ir jas palyginti;
- Išnagrinėti išmanųjį pastatų valdymą debesies principu.

Tyrimo metodai: statistinių duomenų analizė, mokslinių straipsnių ir mokslinės literatūros analizė, viešojoje erdvėje prieinamos informacijos analizė, Lietuvos Respublikos ir Europos Sąjungos teisės aktų analizė, Lietuvoje esančių energiškai efektyvių pastatų analizė, pasaulio patalpų valdymo tendencijų analizė, išmanaus pastatų valdymo platformos išsami analizė.

Darbo struktūra ir apimtis: Darbą sudaro įvadas, trys pagrindinės dalys: energiškai efektyvūs pastatai ir jiems taikomi reikalavimai, tvaraus būsto ir nulinės energijos pastatai, garsiausios pasaulio

tendencijos pastatų valdyje, išmanios pastatų valdymo platformos analizė, išvados ir literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 65 p. be priedų, 20 paveikslų, 2 lentelės ir 51 naudoti literatūros šaltiniai.

1. ENERGIJOS TAUPYMAS: POREIKIS, SĄLYGOS, TRUKDŽIAI

Šioje darbo dalyje analizuojamos klimato kaitos priežastys, pasekmės, pramonės šakų įtaka klimato kaitai, apžvelgiami pagrindiniai du ūkinės veiklos sektoriai, sukeliantys didžiausią žalą ekologijai. Taip pat šioje darbo dalyje dėmesys skiriamas Europos Sąjungos ir Lietuvos įsipareigojimams iki 2050 m. pereiti prie atsinaujinančių energijos šaltinių, reikšmingai sumažinti CO₂ išmetimą, pereiti prie tvarios statybos.

1.1. Klimato kaita ir klimato kaitą skatinantys veiksniai, pasekmės

Klimato kaitos apibūdinimas pateikia daug gamtos mokslų atstovų. Egzistuoja kelios klimato kaitą aiškinančios teorijos. Pagal vienas jų, klimato kaita neabejotinai vyksta, ją skatina žmogaus veikla, o klimato kaitos pasekmės suvokiamos kaip katastrofiškos. Kitos, nuosaikesnės, teorijos klimato kaitą aiškina kaip natūralių pasikeitimų procesą ir akcentuoja prisitaikymo prie klimato kaitos klausimus.

Klimato kaita – tai tam tikro regiono klimato pokytis. Į šią sąvoką įeina vidutinės temperatūros, kritulių kiekio pokyčiai. Klimato kaita gali apimti įvairius laikotarpius, nuo dešimtmečių iki milijonų metų. Dabar terminas „klimato kaita“ dažniausiai vartojamas kalbant apie pastebimą visuotinį atšilimą. Per pastaruosius du šimtus metų klimato sistema tapo daug sudėtingesnė, vis akivaizdesnė klimato kaita kelia grėsmę aplinkai, ūkinei veiklai ir kartu pasaulio ekonomikos vystymuisi. Įtakos tam turi sustiprėjęs antropogeninių veiksnių poveikis. Tai reiškia, kad mažėja miško plotai, stiprėja šiltnamio efektas, nes labai aktyviai keičiasi atmosferos dujinė sudėtis, didėja dirvožemio ir vandens tarša (Telešienė, 2009).

Dėl žmogaus veiklos sutriko įprastinė klimato sistemos dinamika. Ūkinės veiklos poveikį klimato pokyčiams atspindi globalios oro temperatūros kilimas XX a. pabaigoje XXI a. pradžioje. Tai yra viena iš priežasčių dėl ko klimato kaitos dėsningumai siejami su antropogeninio poveikio stiprėjimu. Ryšiai tarp į atmosferą išmetamų teršalų ir klimato pokyčių laikomi pačiais svarbiausiais, bet įvertinami ir kiti gamtiniai veiksniai (Telešienė, 2009).

Antropogeninės kilmės cheminių priemonių į atmosferą patenka iš stacionarių taršos šaltinių: gamyklų, katilinių, elektrinių, dirbamų laukų ir pan., taip pat iš mobiliųjų šaltinių, tokių kaip transporto priemonės. Šie teršalai prastina žmonių gyvenamąją aplinką, keičia ekosistemų funkcionavimo sąlygas, blogina kraštovaizdžio bendrą ekologinę ir mikroklimatinę situaciją bei kelia pavojų žmonių sveikatai (Telešienė, 2009).

Nuo XIX a. pradžios visi esminiai klimato svyravimai dažniausiai siejami su žmonių veikla. Didžiausią poveikį klimato kaitai žmonės daro stiprindami šiltnamio efektą – energetikos, transporto, pramonės, žemės ūkio ir kiti ūkio sektoriai į atmosferą išmeta daug anglies dioksido, metano, azoto suboksido, fluorintų ir kitų dujų. Žmonių ūkinė veikla pablogina žemės klimatą, kadangi didėjančios šiltnamio efektą stiprinančių dujų koncentracijos stiprina natūralų šiltnamio efektą ir daro lemiamą įtaką vidutinės globalios oro temperatūros kilimui, o tai didina atmosferos šiluminę taršą (Januškevičienė, 2008).

2019 m. pagrindiniai pasaulio mokslininkai aiškiai ir nedviprasmiškai paskelbė, kad Žemės planeta susiduria su ekstremalia klimato situacija. Tai įvyko po 2018 m. Tarpvyriausybinių klimato kaitos komisijos (IPCC) ataskaitos, kurioje teigiama, kad norint išlaikyti pasaulio temperatūros kilimą žemesnį nei 1,5°C šiame amžiuje, iki 2030 m. Anglies dvideginio išmetimą reikės sumažinti 45 proc. viso pasaulio šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio (Fudholi et al. 2019).

Remiantis „Architecture 2030“ duomenimis, iki 2060 m. pasaulio pastatų plotas padvigubės. Tačiau pastatai taip pat turi didžiausią potencialą pasiekti reikšmingą šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo mažinimą bent jau išsivysčiusiose ir besivystančiose šalyse. Be to, naudojant patikrintas ir parduodamas technologijas energijos suvartojimas pastatuose gali būti sumažintas 30–80 proc. ES pastatų energinio naudingumo direktyva (EPDB) yra mechanizmas, per kurį ateinančiais metais bus pasiektas reikšmingas energijos suvartojimas. Sėkmingas EPBD įgyvendinimas turės lemiamą vaidmenį „First Q“ narėms įmonėms per šį lemiamą „veiklos dešimtmetį“, kuris dabar plačiai pripažįstamas kaip mūsų paskutinė galimybė išvengti blogiausio negrįžtamo klimato pokyčio poveikio. Kelionė į neutralius klimatui pastatus skirtingose šalyse bus skirtinga.

Žmonės klimatą daugiausia veikia dviem būdais: keisdami paklotinį sausumos paviršių ir ozono mažėjimas nulemia apatinės stratosferos temperatūros žemėjimą šaltuoju metų poliarinėse srityse, o tai yra pagrindinė cirkumpoliarinio sūkurio stiprėjimo priežastis. Tai turi įtakos aktyvių vidutinių platumų ciklonų susidarymui, stiprių audrų formavimuisi. Per paskutiniuosius 50 metų Šiaurės Atlante ir Europos pakrantėse jų ypač padaugėjo. Be to, globalios oro temperatūros didėjimas ir vandenyno paviršiaus temperatūros kilimas palankiai veikia tropinių audrų ir uraganų susidarymą (Europos klimato agentūra, 2016).

Įvairiuose Europos regionuose galima pastebėti įvairias pasekmes dėl atsiradusios klimato kaitos. Pavyzdžiui, Pietų ir Vidurio Europoje vis daugiau atsiranda karštų oro bangų, miškų gaisrų bei sausrų. Šiaurės Europoje, atvirkščiai, pastebima vis gausiau kritulių, todėl reguliariais tampa žiemos potvyniai (Europos klimato agentūra, 2016).

Klimato sąlygų bei žmogaus veiklos terpės pokyčiai įvairiuose regionuose yra skirtingi. Todėl yra akivaizdu, kad kiekvienoje šalyje reikia kurti skirtingą veiksmų strategiją, kuri padėtų išvengti negatyvių klimato kaitos pasekmių – gamtos kataklizmų, dėl pasikeitusios ar išnykusios augmenijos ir gyvūnijos netinkamų gyventi teritorijų plėtimosi, vandens, maisto trūkumo, epidemijų gausėjimo, salinių valstybių išnykimo dėl pakilusio vandenynų lygio ir pan. Kaip jau buvo minėta anksčiau, kad dėl pasikeitusio klimato tirpsta ašigalių ledynai, kyla vidutinis jūros lygis, o tai reiškia, kad pakrančių ir žemumų regionus veikia potvyniai ir erozija. Taip pat dėl vis smarkesnio lietaus kyla potvyniai arba gali sumažėti vandens ištekliai. Klimato kaitos pasekmės atsispindi ir žmonių sveikatai: kai kuriuose regionuose padaugėja mirčių dėl karščio, o kai kur sumažėjo mirčių dėl šalčio. Taip pat sparčiau plinta užkrečiamosios ligos, kurios anksčiau nebuvo būdingos mūsų platumoms, bet pas mus jos greitai gali tapti visiškai įprastos (Januškevičienė, 2008).

Pagrindinis ir svarbiausias strategijos elementas yra klimato svyravimų diagnozė ir prognozė. Antrasis strategijos elementas pasekmių įvertinimas. Čia mokslinė problema glaudžiai siejasi su socialine-ekonomine terpe, nes reikia įvertinti ne tik klimato įtaką įvairioms ekosistemoms ir ekonomikai, bet ir ūkinės veiklos poveikį klimatui. Trečiasis strategijos elementas: ilgalaikis ūkio planavimas ir valdymas. Adaptacijos priemonių numatymas turi būti derinamas su klimato sąlygomis, ypač su jų svyravimais, nes klimatas žmogaus veiklai gali turėti ne tik teigiamą, bet ir neigiamą poveikį (Januškevičienė, 2008).

1.2. Lietuvos klimato svyravimai bei ypatumai

Lietuvoje vyrauja drėgnas žemyninis klimatas. Vidutinė temperatūra pakrantėje yra $-2,5^{\circ}\text{C}$ sausio mėnesį ir 16°C liepą. Vilniuje vidutinė sausio mėnesio temperatūra yra -6°C , o liepą -16°C . Paprasčiau tariant, vasaros dienomis dažnai būna 20°C , o naktį -14°C . Temperatūra kartais pasiekia 30 arba 35°C vasarą. Žiemos, kai vyrauja rytų srautai iš Sibiro, yra labai šaltos, o žiemos, kuriose vyrauja vakariniai jūriniai oro srautai, yra silpnos, temperatūra, viršijanti normalią temperatūrą. -20°C būna beveik kiekvieną žiemą. Žiemos kraštutiniai yra -34°C pakrantėje ir -43°C Lietuvos rytuose. Vidutinis metinis kritulių kiekis yra 800 milimetrų pakrantėje, 900 mm Žemaitijos aukštumose ir 600 mm rytinėje šalies dalyje. Sniego būna kiekvienais metais, jis gali iškristi nuo spalio iki balandžio. Kai kuriais metais šlapdriba gali kristi rugsėjį ar gegužę. Augimo sezonas vakarinėje šalies dalyje trunka 202 dienas, rytinėje - 169 dienas. Rytinėje Lietuvos dalyje stiprios audros yra retos ir paplitusios arčiau pakrantės (Galvonaitė, 2007).

Klimato kaita Lietuvoje daugiausia priklauso nuo atmosferos cirkuliacijos ypatumų, t.y. nuo cikloninės cirkuliacijos intensyvumo bei oro masių pernašų horizontalia kryptimi. Vilniaus

universiteto hidrologijos ir klimatologijos katedros mokslininkų atlikti tyrimai parodė, jog nuo ketvirtąjo XX a. dešimtmečio sustiprėjo oro masių pernaša iš vakarų. Tokie atmosferos pokyčiai lėmė sezonų trukmės pokyčius. Padidėjo terminų pavasario ir rudens sezonų trukmė, sezoninių oro temperatūros ir kritulių kiekio skirtumų sumažėjimą, sniego dangos rodiklių mažėjimą. Visa tai rodo mažėjančią Lietuvos klimato kontinentalumą. Kasdieniai oro temperatūros matavimai Vilniuje buvo pradėti 1770 m. 1887 m. pradėta matuoti kritulių kiekį, atmosferos slėgį, vėjo parametrus ir Saulės spinduliuotę. Daugiau nei 240 metų trunkantys matavimai leidžia įvertinti natūralius ir žmogaus veiklos sukeltus klimato svyravimus. Labai ryškų vidutinės metinės temperatūros kilimą galima stebėti per pastaruosius 30 metų (Galvonaitė, 2007).

Keičiantis temperatūrai, krituliai turės įtakos visoms ūkio šakoms, taip pat ir turizmui. Pajūris yra vienas iš klimato kaitai jautriausių regionų Lietuvoje. Lietuvos pajūris priklauso pietryčių Baltijos regionui, kuris dėl sausumos ir jūros lygio kilimo patirs didžiausius pokyčius. Pagal pesimistines prognozes Baltijos jūros lygis šiame regione gali pakilti iki 0,5–1,0 m. Vandens lygiui pakilus 1 m, iškiltų užtvindymo pavojus Klaipėdai ir Palangai. Dažnesnės vėjo patvankos gali sutrikdyti Klaipėdos uosto darbą (Galvonaitė, 2007).

1.3. Statybos sektoriaus įtaka klimato kaitai

Statyba – apima procesus, susijusius su pastatų, infrastruktūros ir pramoninių objektų pristatymu bei susijusia veikla iki jų gyvenimo pabaigos. Paprastai procesas prasideda planavimu, finansavimu ir projektavimu ir tęsiasi tol, kol turtas bus pastatytas ir paruoštas naudoti. Statyba taip pat apima remonto ir priežiūros darbus, visus turto išplėtimo, išplėtimo ir tobulinimo darbus bei jo galimą griovimą, išmontavimą ar eksploatavimo nutraukimą (Pupeikis, 2017).

Statyboje turi būti suteiktas išskirtinis dėmesys neatsinaujinančių aplinkos išteklių naudojimui, didelei energijos sąnaudai, aplinkos taršai, atliekomis. Statybos sektorius yra pagrindinis tarpinių produktų, tokių kaip: žaliavos, cheminės medžiagos, elektra, elektroninė įranga, transportas, vartotojas (Pupeikis, 2017).

Statybos sektorius tapo vienu reikšmingiausių sektorių, kuris daro realų poveikį aplinkai, išmesdamas į atmosferą daug teršalų. Apie 40 proc. CO₂ išmeta pastatai. Pasaulio žaliųjų pastatų tarybos tikslas yra sumažinti pastatų ir statybų sektoriaus išmetamą CO₂ kiekį 84 gigatonais ir pasiekti, kad iki 2050 m. Būtų sukurtas grynasis nulinis išmetamųjų teršalų kiekis. Kanada sukūrė naują standartą, kad pastatai, kuriuose nėra anglies dvideginio, apimtų nulinių anglies balansą (Pupeikis, 2017).

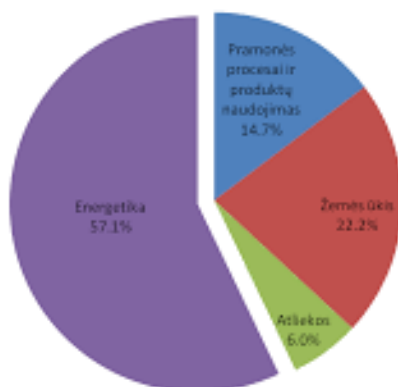
2012 m. Egipto išmetamų teršalų kiekis siekė 288 t/mln. su transportu sudaro 24 proc., o gamyba ir statyba - 17 proc.. Naujausi tyrimai pranešė, kad ekologiški pastatai gali sumažinti anglies dvideginio išmetimą iki 35 proc. Egipto vyriausybė pateikia naują tvarumo viziją, informuodama apie klimato kaitos ir globalinio atšilimo problemą. Žaliosios piramidės vertinimo sistema buvo sukurta siekiant tvaraus dizaino Egipte ir vykdant klimato kaitos išipareigojimus. Norint sušvelninti pastato poveikį aplinkai ir išmetamą CO₂ kiekį, reikia sukurti informacijos apie pastatą modelį ir atlikti pagrindinių medžiagų ir pastatų sistemų gyvavimo ciklo vertinimą. Gyvavimo ciklo vertinimo ataskaitoje turėtų būti paaiškintos įvairios alternatyvos, turinčios mažesnę poveikį aplinkai. (Eurlex No. 216/2013 , 2017).

Naujausi tyrimai parodė, kad visame pasaulyje buvo atlikta keletas būdų kontroliuoti pastatų poveikį aplinkai, pavyzdžiui, pastatų energijos modeliavimas, paprastas anglies skaičiuoklė ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų skaičiuoklė ir kt. Šios priemonės dažniausiai naudojamos apskaičiuojant CO₂ kiekį. Projekto etapas, tai yra dėl to, kad ankstyvame projekto etape trūksta reikalingų įvertinimo duomenų. Nors buvo nustatyta, kad tai būtų didelis sugebėjimas numatyti pastato anglies dvideginio išmetimą, naudojant šias technologijas ankstyvoje projekto stadijoje (Eurlex No. 216/2013 , 2017).

Statybos fizikos tikslas – techniškai efektyviais sprendimais sukurti patogų ir malonų interjerą, kuris apibrėžiamas kaip erdvė su geromis šiluminėmis (temperatūra ir drėgmė), akustinėmis (kambario akustika ir apsauga nuo triukšmo) ir apšvietimo (dirbtinis apšvietimas ir dienos šviesa)sąlygomis. Pirmiau minėti reikalavimai turėtų būti įgyvendinami taikant tvarias ir ekologiškas statybų koncepcijas ir tiekimo sistemas, kurios paskatins žmones siekti neutralių klimato tikslų statybų sektoriuje (Eurlex No. 216/2013 , 2017).

Ekonomika artimiausioje ateityje (iki 2050 m.) turi tapti neutrali klimatui. Konkretūs tikslai šiuo klausimu buvo apibrėžti tarptautiniu mastu. Šiandien pastatytų naujų pastatų naudojimo laikas paprastai yra 50 metų ir ilgesnis. Esamuose pastatuose naujieji standartai, atsižvelgiant į energetiką, turi būti įgyvendinti vėliausiai iki 2050 m. (Eurlex No. 216/2013 , 2017).

ES namų ūkiai būsto reikmėms suvartojamai energijai išleidžia vidutiniškai 6,4 proc. savo disponuojamųjų pajamų, iš jų apie du trečdalius – šildymui. Lietuvoje vieni didžiausių energijos vartotojų yra daugiabučių namų ūkiai. Lietuvoje daugiabučių namų ūkiai sunaudoja daugiau kaip 30 proc. visos galutinės energijos, iš jų daugiau kaip 80 proc. – šildymui ir karštam vandeniui (Eurlex No. 216/2013 , 2017).



1 pav. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų šaltiniai. (Aplinkos apsaugos agentūra, 2020)

Per pastaruosius 10 metų 65 proc. būstų buvo dalinai naujinti pačių namų ūkių iniciatyva, nemažai daugiabučių namų dalyvauja finansuojamose renovavimo programose, dar 840 namų atrinkta renovacijai pagal naują programą. Tačiau atnaujinimas nesibaigia tik sienų apšiltinimu ar langų keitimu, o norint pasiekti aukštus rezultatus yra būtini kompleksiniai sprendimai. Dažniausiai, norint sumažinti būsto šildymo išlaidas, daugiausia dėmesio skiriama pastatų konstrukcijų gerinimui, fasado šiltinimo sprendimams, o vidinių inžinerinių sistemų galimybės nepelnytai nuvertinamos. Tačiau norint efektyviai valdyti energetinius resursus, itin svarbu skirti didesnę dėmesį šilumos punkto modernizavimui, nuotolinio valdymo priemonėms ir automatizuotai resursų apskaitai (Eurlex No. 216/2013 , 2017).

1.4. Europos klimato spektro sistema

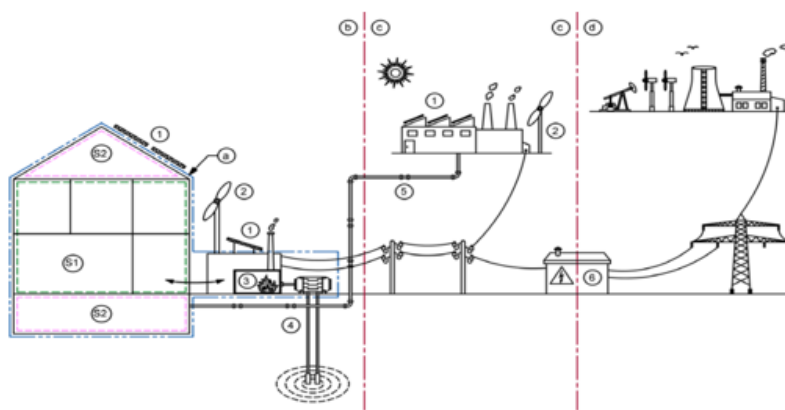
Europoje yra platus klimato spektras, pradedant nuo polinės tundros tolumoje šiaurėje ir šiaurės rytuose iki dykumų regionų pietvakariuose. Suprantama, kad pastatų standartai atitinkamai skiriasi, atsižvelgiant į nurodytas geopolitines sąlygas. Kai kurie regionai turi pasikliauti izoliacija, kiti - šilumine saugykla, kai kurie turi nepamiršti abiejų. Kai kurie pastatai gali gauti didelę energijos dalį naudodami atsinaujinančius išteklius vietoje, kiti turi pasikliauti tik pasyviomis priemonėmis. Iššūkiai, susiję su nZEB projektavimu, yra glaudžiai susiję su konkrečia statybų vieta ir keliais kitais veiksniais. Tokių pastatų projektavimui nėra vienos formulės. Energijos vartojimo efektyvumas tiek

pastato audinyje, tiek MEP sistemose yra auksinė gija, jungianti visus nZEB pastatus (Gourlis et al. 2017).

Remiantis Pastatų energinio naudingumo direktyvos (EPBD) 2 straipsniu, Europos Sąjunga iki 2020 m. kaip standartą sukūrė „beveik nulinės energijos pastatus“ (Wei et al. 2021). Nuo praėjusių metų visos valstybės narės buvo įsipareigojusios laikytis šio standarto. Viešieji pastatai, o nuo 2021 m. visi nauji pastatai turi atitikti nZEB standarto reikalavimus. Tarpiniai tikslai yra šie:

- Iki 2050 m. Pastato fondo šilumos poreikis sumažės 20 proc.;
- Pirminės energijos poreikio sumažinimas 80 proc. iki 2050 m.;
- Siekti, kad iki 2050 m. būtų beveik neutralus klimatui pastatas.

Remiantis EPBD, „nZEB“ yra labai energingas pastatas, kurio energijos tiekime yra didelė atsinaujinančių šaltinių, įskaitant vietoje ar netoliese esančius šaltinius, dalis. Pastato energinis naudingumas išreiškiamas bendru pastato pirminės energijos poreikiu, kuris reiškia visas pastato energetines paslaugas kondicionuojamoje teritorijoje. Dėl to, kad šalys yra skirtingose klimato zonose, todėl pastatuose skiriasi šildymo ir vėsinimo reikalavimai, EPBD nenustatė jokių skaitmeninių ribų ar reikalavimų nZEB ir leido valstybėms narėms kurti savo priemones ir reglamentus už nZEB. Tačiau naudojant skirtingas skaičiavimo metodikas ir nustatant skirtingus pagrindinius efektyvumo rodiklius (KPI) pastato energiniam naudingumui įvertinti, labai skiriasi nZEB interpretavimas tarp šalių, todėl EPBD diegimas tampa sudėtingas. Tai pabrėžia, kad labai svarbu rasti bendrą vardiklį, kad būtų galima nZEB identifikuoti nacionaliniu ir ES lygmenimis. Pirminės energijos poreikio, galutinės energijos poreikio ir atsinaujinančios energijos dalies pastate nustatymas labai priklauso nuo pastato energijos balanso ir sistemos ribų. Galimos pastato sistemos ribos pavaizduotos 2 paveiksle, nes energijos šaltiniai vietoje, šalia ar už jos ribų lemia skirtingą pastato energijos balansą (FirstQ network, 2017).



2 pav. Galimos pastato sistemos ribos (EN ISO 52000-1: 2017; Aplinkos apsaugos agentūra, 2020)

1.5. Statyba pandemijos laikotarpiu

Šiuo metu visame pasaulyje paplitęs COVID-19 virusas stabdo įvairias veiklas. Ne išimtis ir statybos sektorius – jame stringa medžiagų ir konstrukcijų tiekimas, kai kurie gamintojai mažina statybų apimtį, nes virusas paralyžiuoja įmones. Balandį vykdant apklausą paaiškėjo, kad pirmojo karantino metu tarp verslą paveikiančių faktorių praktiškai nebuvo minimas, tai dabar atsirado nauja nuostata, kad statybos verslui labai kenkia privalomas ir virusu užsikrėtusių darbuotojų netekimas. Statybų sektoriuje jaučiamas vystytojų investicijų sumažėjimas, tad konkurencija tarp rinkos dalyvių tapo kur kas intensyvesnė nei buvo iki šiol. Visi nori pasipildyti projektų krepšelį bei užsitikrinti veiklos gyvavimą. Norint apsaugoti verslą nuo neigiamų pasekmių, labai svarbu tokio pobūdžio etapams ruoštis net ir geriausiais įmonės gyvavimo laikais, turėti vadinamąją finansinę pagalvę. Svarbu užtikrinti darbą su patikimais bei mokiais partneriais. Laukia dideli pokyčiai ir jie ateina į statybų sektorių. Nestandartizuoti sprendimai, kintantys reikalavimai, priklausomai nuo projekto tipo ar net šalies, kurioje vyksta statybos, visa tai – jau šių dienų statybų verslo realybė. Kaip ir yra įprasta, statybos sparčiai vykdomos ten, kur vyksta didžiausia plėtra – didžiuosiuose miestuose. Rinka keičiasi tikrai į teigiamą pusę – kyla kokybės standartai, reikalavimai ekologijai tampa norma, kaip ir darbo sauga. Šalies BVP augimui didžiausią įtaką 2019 metais darė pramonės, statybos ir paslaugų veiklų pridėtinės vertės augimas (Gedvilas, 2020).

2. TVARAUS BŪSTO SAMPRATA

Tvarumo sąvoka pirmą kartą pavartota 1987 m. Jungtinių Tautų organizacijos ataskaitoje „Mūsų bendra ateitis“ (ang. „Our common future“), kurioje išskirtas tvaraus vystymosi strategijos siekis – harmonijos palaikymas tarp žmonių, gamtos bei visuomenės tarpusavio santykių (Bendoraitienė ir Šimkutė, 2016).

Mokslinėje literatūroje žodis *tvarumas* yra vartojamas kaip su tvariu vystymusi susijusi koncepcija, kurią sudaro ekologiškai teisingų, ekonomiškai gyvybingų, socialiai teisingų ir kultūriškai skirtingų idėjų, strategijų ir kitų požiūrių rinkinys. Tvarumas tarnauja kaip alternatyva planetos gamtos išteklių išlikimui užtikrinti, o žmonėms ir visuomenėms leidžia kurti ekologiškus sprendimus (Bendoraitienė ir Šimkutė, 2016).

Tvarumo sąvoka ir idėja į Lietuvą atkeliavo iš užsienio, todėl Lietuvoje šis angliškas terminas „sustainability“ gali būti verčiamas dvejopai: vieni autoriai vartoja terminą „tvarumas“ (Andruškevičiūtė, 2015; Tamulionytė, 2017), kiti – „darnumas“ (Čiegis, 2008; Šimanskienė ir Petrulis, 2014). Yra nuomonių, kad šių žodžių reikšmė yra vienoda, tad jie gali vienas kitą pakeisti (Stankevičienė ir Pilelytė, 2005). Kitų nuomone, terminu „darnus“ norima pabrėžti suderintą vystymąsi, o terminas „tvarumas“ vartotinas kuomet kalbama apie tvirtą nuolatinį veikimą, „kuris gali būti aprašomas ir kiekybiškai“ (Stankevičienė ir Pilelytė, 2005 p. 142). Stunžinas (2015), atlikęs terminų „tvarumas“, „darnumas“ ir „tausumas“ atitikmenų Europos Sąjungos institucijų dokumentuose analizę, teigia, kad visi šie terminai vartojami akcentuojant vienodus dalykus. Todėl šiame darbe pasirinkta vartoti tvarumo sąvoką.

Tvarumas yra vienas didžiausių dabarties iššūkių. Klimato kaita ir finansų krizė parodė, kad greito pelno ir trumpalaikių tikslų siekimas gali turėti itin neigiamų padarinių. O tvarumas, priešingai, užtikrina, kad ateitis būtų kuriama atsakingai ir ilgam (Stankevičienė ir Pilelytė, 2005).

Tvarios statybos tikslas – sukurti tokius pastatus, kurie padės taupyti energiją ir išteklius, saugoti gyventojų sveikatą ir užtikrinti puikią jų savijautą. Jau kurį laiką pastatų tvarumas nustatomas ir vertinamas pagal įvairias sertifikavimo sistemas, tokias kaip JAV LEED sistema arba DGNB (Vokiškasis tvaraus statinio sertifikatas). Pagal šias sistemas vertinami ir skirtingos paskirties pastatai (pvz., biurų ir administraciniai pastatai, mokyklos, oro uostai ir t.t.). Visada vertinamas viso pastato tvarumas. Pavienių medžiagų negalima skirstyti į tvarias ir netvarias. Svarbu ne tik ekologinis pastato vertinimas, bet ir tai, ar naudojamų medžiagų kokybė ir funkcionalumas daro teigiamą poveikį pastato tvarumui per visą jo naudojimo laikotarpį (Mikalauskienė, 2014).

1997 m. tvarus vystymasis tapo vienu iš prioritetinių Europos Sąjungos (ES) tikslų, buvo pasirašyta Amsterdamo sutartis, kurios 2 straipsnis tvaraus vystymosi principą ir jo tikslus apibrėžia taip: „Bendrija kelia sau uždavinį visoje Bendrijoje skatinti darnią, subalansuotą ir tolygią ekonominės veiklos plėtrą, [...] aukšto lygio aplinkos apsaugą ir jos kokybės gerinimą, gyvenimo lygio ir gyvenimo kokybės gerėjimą bei valstybių narių ekonominę ir socialinę sanglaudą bei solidarumą“ (Mikalauskiene, 2014).

Pastaruoju metu daug dėmesio skiriama tvariam būsto vystymui. Tvaraus būsto vystymas suprantamas kaip procesas, kurio metu statomi nauji būstai, mažinamas išteklių naudojimo mastas bei neigiamas poveikis aplinkai, sukuriama geresnė gyvenimo sąlyga. Būstas turi būti ne tik ilgaamžis, bet ir kokybiškas, nebrangus, atitinkantis socialinius bei ekologinius principus ir įperkamas (Mikalauskiene, 2014).

Kadangi būstas yra viena iš pagrindinių socialinių sąlygų, lemiančių žmonių gyvenimo kokybę ir gerovę, labai svarbu, kur yra pastatyti pastatai, kaip jie suprojektuoti ir kaip darniai įsilieja į aplinkos, socialinę, kultūrinę ir ekonominę struktūrą. Tai veiksniai, darantys įtaką kasdieniam žmonių gyvenimui, jų sveikatai, saugumui bei gerovei. Jie, atsižvelgiant į būsto ilgaamžiškumą, yra labai svarbūs tiek dabartinėms, tiek ateities kartoms. Galima išskirti tokius tvaraus būsto požymius: sveikas, patvarus, saugus ir įperkamas, pastatytas naudojant ekologiškas medžiagas ir tinkamas technologijas, neteršia aplinkos, esantis patogioje vietoje (lengvai pasiekiamas darbas, parduotuvės, sveikatos priežiūros, švietimo ir kitų svarbių paslaugų įstaigos), tinkamai integruotas į socialinę, kultūrinę, ekonominę struktūrą bei jos stiprinimą, tinkamai prižiūrimas ir laiku atnaujinamas. Tvarus būstas suteikia galimybių skatinti ekonominę plėtrą, aplinkos apsaugą, socialinę lygybę, gerinti gyvenimo kokybę ir kartu sušvelninti problemas, susijusias su gyventojų skaičiaus augimu, skurdu, klimato kaita (Heffernan et al. 2020). Li et al. (2010) nuomone, tvari būsto rinka sujungia ekonominį, socialinį ir aplinkos tvarumą, skatina vystyti lengviau prieinamo ir mažiau žalingo aplinkai būsto.

Per pastarąjį dešimtmetį tarptautinės organizacijos dėjo daug pastangų, siekdamas pagerinti naujų ir esamų pastatų energijos vartojimo efektyvumą, ką patvirtina naujoji Europos Komisijos energetikos strategija 2020–2030 m. laikotarpiui. Statybos sektorius turi didžiausią potencialą išsivysčiusiose ir besivystančiose šalyse sumažinti energiją ir išmetamą anglies monoksidą (Munaro et al. 2020).

Šiuo metu statybos sektorius sudaro iki 40 proc. viso pasaulio energijos poreikio ir trečdalį CO₂ emisijos. Gyventojų skaičiaus augimas, aukšto komforto lygio paklausa ir laikas, praleistas pastatuose, užtikrina, kad didėjanti energijos vartojimo tendencija išliks ir ateityje. Todėl būtina

nustatyti ir plėtoti į inovacijas integruotas pastatų ir energetikos technologijas, kad būtų galima skatinti tvarią statybų praktiką ir pasiekti energijos vartojimo efektyvumo tikslus (Dounis, 2009).

Spartus naujų energetikos technologijų, statybinių medžiagų, pasyvių priemonių ir patalpų šilumos komforto jutiklių vystymasis suteikia puikių galimybių kurti pažangias pastatų sistemas, galinčias atlikti kelias funkcijas. Tačiau toks vystymasis sukeltų didelių iššūkių statybų pramonės sektoriui, nes pastatų statyba būtų pakeista nuo atskirų komponentų dizaino iki integruoto sistemų, atitinkančių kelis efektyvumo kriterijus ir dažnai prieštaringų energijos vartojimo efektyvumo, sveikatos, šilumos komforto, estetikos reikalavimų, projektavimo, struktūrinius ir kitus aspektus. Norint išspręsti tokią daugialypę problemą, reikia apgalvotos integracijos tarp architektūros, civilinės, mechaninės, elektros, aplinkos ir struktūrinės inžinerijos, politikos, socialinių mokslų ir ekonominės analizės (Dounis, 2009).

Be to, atsakinga urbanizacijos praktika makro ir mikro lygmenimis gali sušvelninti neigiamą sukurtos aplinkos poveikį. Pagrindinis dėmesys skiriamas nuo makrolygio, pradedant nuo planetos tvarumo, iki artimiausių mikro lygių, įskaitant ekonomikos sektorius, savivaldybes, rajonus, tvarumo ir iki lygių, apimančių skirtingus pastatus, komponentus ir medžiagas, užimtas erdves ir aplinką kartu su asmenimis. Pastato projektavimo aplinkoje yra pokyčių, kurie skatina integruotą ir daugiadalykį požiūrį. Kadangi tvarumas daro vis didesnę įtaką korporacijų, asmenų ir platesnės visuomenės gyvenimui, taip pat didėja atsakingo ir holistinio mąstymo galimybės (Caraiscos, 2009).

Ne mažiau svarbūs būsto energijos taupymo aspektai yra susiję ne tik su naujų statinių statyba, bet ir renovacija, kas yra itin aktualu Lietuvai, kuri tik pastarąjį dešimtmetį itin daug dėmesio skiria naujo energiškai efektyvaus būsto statybai, o dauguma daugiabučių ir individualių namų vis dar yra labai seni ir statyti iki šaliai atkuriant nepriklausomybę. Per šį laiką prisidėjusi prie strategijos „Europa 2020“, Lietuva pasiekė bendrą atsinaujinančios energijos tikslą ir padarė didelę pažangą energijos vartojimo efektyvumo srityje. Pagal šalies nacionalinį energijos vartojimo efektyvumo tikslą, šalis siekė iki 2020 m. 17 proc. sumažinti galutinį energijos sunaudojimą, palyginti su 2009 m. lygiu (740 ktoe mažiau). Tai reiškia, kad iki 2020 m. turėjo būti pasiektas 6,49 Mtoe pirminės ir 4,28 Mtoe galutinės energijos suvartojimo lygis. Šalis efektyviai įgyvendina pastatų energetinio efektyvumo reikalavimus, kaip tai numatyta nacionalinėse ir ES finansavimo schemose (Caraiscos, 2009).

Vienas ir didžiausių šalies prioritetinių projektų bei pagrindinė finansavimo schema gyvenamiesiems pastatams renovuoti yra daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa, skirta skatinti iki 1993 m. pastatytų daugiabučių namų renovaciją, kad didėtų jų energinis naudingumas. Programa pradėta vykdyti 2005 m., buvo suteikiamos valstybės dotacijos sudarančios

iki 50 proc. renovacijos darbų sąnaudų, likusi dalis finansuojama komercinių bankų paskolomis (Caraiscos, 2016).

Ribotoms valstybės lėšoms pasibaigus (2007 m.), 2009 m. Europos Komisija, EIB ir vyriausybė pasirašė susitarimą atnaujinti programą naudojantis JESSICA 86 iniciatyva. Buvo įsteigtas JESSICA kontroliuojantysis fondas, kuriuo skiriama 227 mln. eurų, iš jų 127 mln. eurų sudarė ERDF ir 100 mln. eurų valstybės lėšos. Programa siūlė paskolą iki 200000 eurų vienam pastatui, grąžinamą per 20 metų, su fiksuota 3 proc. metine palūkanų norma. Taip pat buvo suteikiama 50 proc. dotacija renovacijos dokumentams parengti, 100 proc. subsidija visoms mažas pajamas gaunančių asmenų išlaidoms. Be to, naudos gavėjas galėtų reikalauti 15 proc. paskolos grąžinimo iš kontroliuojančiojo fondo, jei renovuotas pastatas pasiektų minimalią energijos vartojimo efektyvumo klasę D (t. y. 20 proc. sumažėjusias energijos sąnaudas) ir papildomą 15 proc. dotaciją iš klimato kaitos programos, jei energijos sąnaudos sumažėtų 40 proc. (Energijos švaistymo problemos, 2016).

Reikalavimus atitinkančios išlaidos pagal programą apima šildymo ir karšto vandens sistemų, ventiliacijos sistemų pertvarkymą, stogo, sienų, perdangų šiltinimą, langų, durų keitimą, liftų atnaujinimą, taip pat kitų bendrojo naudojimo inžinerinių pastato sistemų (nuotekų, elektros instaliacijos, priešgaisrinės saugos, geriamojo vandens vamzdinių) tvarkymą (Energijos švaistymo problemos, 2016).

Nuo 2005 m. įsigaliojus programai iki 2012 m. Lietuvoje atnaujinti 479 daugiabučiai namai. (JESSICA iniciatyva daugiabučių namų atnaujinimas buvo finansuojamas iki 2013 m.) 2014 – 2020 m. finansavimo laikotarpiui, panaudojant ES struktūrinių fondų lėšas, įsteigtas naujas Daugiabučių namų modernizavimo fondas (DNMF), paskirstantis 74 mln. eurų lengvatinių paskolų. Nuo 2013 m., patvirtinus naująjį daugiabučių atnaujinimo modelį, atnaujinta 1973 daugiabučiai, šiuo metu atnaujinami 533 daugiabučiai ir suderinta 576 investicijų planų. EIB, bendradarbiaudamas su Šiaulių banku, remia daugiabučių namų atnaujinimą ir modernizavimą Lietuvoje. Be to, siekiant maksimaliai padidinti daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos lėšas, 2016 m. pabaigoje EIB kartu su Finansų ir Aplinkos ministerijomis įsteigė Rizikos pasidalijimo fondą, finansuojamą ES struktūrinių ir investicinių fondų (iš Europos regioninės plėtros fondo) bei nacionalinių lėšų. Fondo tikslas remti investicijas, skatinančias energijos vartojimo efektyvumą, siekiant sumažinti energijos sąnaudas. Fondas suteikia bankams galimybę didinti skolinimą pagal modernizavimo programą, tokiu būdu didina jos mastą ir informuotumą visoje Lietuvoje. Tikimasi, kad ši garantija leis bankams suteikti iki 500 mln. eurų modernizavimo paskolų, tai leistų modernizuoti iki 32500 butų, beveik 1500 daugiabučių namų iki 2023 m. ir 5 kartus padidintų turimus viešuosius išteklius, augant

energijos vartojimo efektyvumo investicijų į gyvenamuosius būstus paklausai visoje šalyje (Energijos švaistymo problemos, 2016).

Be to 2014 m., siekdama laikytis 2012 m. ES energijos vartojimo efektyvumo direktyvos 2012/27/EU, vyriausybė patvirtino Viešųjų pastatų energinio efektyvumo didinimo programą. Programos tikslas atnaujinti viešuosius pastatus, didinant juose energijos vartojimo efektyvumą ir iki 2020 m. sutaupyti iki 60GWh metinės pirminės energijos. Šiuo tikslu 2015 m. įsteigtas Energijos efektyvumo fondas, kuris finansuojamas ERDF lėšomis, siekiančiomis 79,6 mln. eurų. Fondas skatina investicijas į energijos efektyvumą didinančius projektus taikydamas šiuos finansavimo produktus: teikia lengvatines paskolas centrinės valdžios viešųjų pastatų renovacijai (jiems skiriama 65,1 mln. eurų) ir garantijas (iki 80 proc.) už komercinių bankų suteiktas paskolas gatvių apšvietimo modernizavimo projektų finansavimui (tam skiriama 14,5 mln. eurų) (Energijos švaistymo problemos, 2016).

Galiausiai, siekiant strategijos „Europa 2020“ tikslų, 971 mln. eurų lėšų buvo paskirstytos iš 2014–2020 m. ES struktūrinių ir investicijų fondų (ESIF) 4 prioritetinei krypčiai „Energijos efektyvumo ir atsinaujinančių išteklių energijos gamybos ir naudojimo skatinimas“ (Energijos švaistymo problemos, 2016).

2.1. Tvaraus būsto statybos teisinis reglamentavimas Lietuvoje

2006 metų pradžioje Lietuvoje prasidėjo Europos Sąjungos pastatų energinio naudingumo direktyvos (Direktyva 2002/91/EB) įgyvendinimo darbai: parengti pastatų energinio naudingumo sertifikavimo (STR 2.01.09:2005) ir teisės atlikti pastatų energinio naudingumo sertifikavimą įgijimo tvarkos aprašo (STR 1.02.09:2005) techniniai reglamentai, sukurta pastato energinių savybių skaičiavimo programa ir sertifikatų valdymo sistema, apmokyti ekspertai ir pradėtas pastatų energinio sertifikavimo procesas. Įsigaliojus naujai Direktyvos redakcijai (Direktyva 2010/31/ES), 2012 metais buvo nustatyti konkretūs pastatų energinio naudingumo didinimo žingsniai: nuo 2016 metų buvo numatytas perėjimas prie energiškai efektyvių pastatų statybos (A klasė), 2018 metais pastatų energinio naudingumo reikalavimai padidinti (A+ klasė), o nuo 2021 metų pradžios naujiems pastatams keliami beveik nulinės energijos naudojimo reikalavimai (A++ klasė). Tai reiškia, kad pastatai turės ne tik mažai naudoti energijos, bet ir pasiekti, kad juose sunaudojamos energijos, pagamintos iš atsinaujinančių šaltinių, dalis sudarytų daugiau kaip pusę visos pastate sunaudojamos pirminės energijos. Nauji pastatai turi atitikti minimalius standartus. Viešosios valdžios institucijų valdomi ar užimami pastatai turi būti beveik nulinės energijos nuo 2018 m. gruodžio 31 d., o kiti nauji pastatai – nuo 2020 m. gruodžio 31 d. Pasirengimas naujų pastatų projektavimui ir statybai vyko

visą direktyvos įgyvendinimo laikotarpį, žingsnis po žingsnio tobulinant statybos techninius reglamentus, statyboje diegiant naujas technologijas, tobulinant pastatų energinio naudingumo projektavimo ir vertinimo metodus, viešinant energiškai efektyvių pastatų privalumus. Todėl 2021 metai gali būti laikomi svarbaus pastatų energinio naudingumo įgyvendinimo etapo pabaiga, nes bus pasiektas vienas svarbiausių Direktyvos ilgalaikių tikslų – Lietuva bus pasirengusi beveik nulinės energetinės klasės pastatų statybai (Direktyva, 2010).

Energijos išteklių tvaraus naudojimo pagrindiniai aspektai reglamentuoti Energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatyme. Šio įstatymo tikslas – užtikrinti taupesnę energijos suvartojimą visose Lietuvos ūkio srityse, atitinkantį Europos Sąjungos teisės aktuose nustatytus Lietuvos Respublikos energijos vartojimo efektyvumo didinimo įsipareigojimus, sudaryti prielaidas efektyviai gaminti, tiekti bei vartoti energiją ir užtikrinti, kad 2030 metais Lietuvos pirminės energijos suvartojimas būtų ne didesnis kaip 5 462 ktne, galutinės energijos suvartojimas – ne didesnis kaip 4 526 ktne ir suminis energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemonių sutaupyta energijos kiekis – ne mažesnis kaip 27 280 GWh. Šio tikslo siekiama vadovaujantis šiame įstatyme įtvirtintais energijos vartojimo efektyvumo didinimo principais (Direktyva 2010).

Naujo būsto statybos reikalavimai nustato Lietuvos Respublikos statybos įstatymas Nr. I1240. Nacionalinių normatyvinių statybos techninių dokumentų sistemos sudarymo nuostatos turi neprieštarauti Europos Sąjungos ir tarptautinių organizacijų, kurių narė yra Lietuvos Respublika, normatyvinių statybos techninių dokumentų sistemos principams ir reikalavimams, šiam ir kitiems Lietuvos Respublikos įstatymams ir kitiems teisės aktams. Normatyviniai statybos techniniai dokumentai yra (Direktyva 2010):

- Statybos techniniai reglamentai – Vyriausybės įgaliotos institucijos teisės aktai (branduolinės energetikos objekto statiniams – šios institucijos ir Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos teisės aktai), kurie nustato statinių, jų statybos, naudojimo ir priežiūros techninius reikalavimus tiesiogiai arba nuorodomis į standartus arba statybos ar statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisykles;
- Statybos taisyklės, statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisyklės – ministerijų, Vyriausybės įstaigų, kitų valstybės institucijų ar juridinių asmenų dokumentai, kuriuose nurodomi statybos techninių reglamentų įgyvendinimo būdai ir metodai;
- Pripažintos nacionalinės standartizacijos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos srityje taikomi Lietuvos standartai, taip pat kaip Lietuvos standartai perimti Europos ir tarptautiniai standartai;

- Techniniai įvertinimai – Reglamente (ES) Nr. 305/2011 nustatytais atvejais ir tvarka parengti ir išduoti Europos techniniai įvertinimai arba Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka parengti ir išduoti nacionaliniai techniniai įvertinimai. Pastarieji rengiami tuo atveju, kai nėra parengtų atitinkamų Lietuvos ar Europos ir tarptautinių standartų, neplanuojama šių standartų rengti, taip pat kai juose numatytas vertinimo metodas yra netinkamas bent vienos esminės statybos produkto charakteristikos atžvilgiu arba kai atitinkamame standarte nenumatomas bent vienos esminės statybos produkto charakteristikos vertinimo metodas;
- Metodiniai nurodymai, rekomendacijos – statinio projektavimo ir statybos įmonių, valstybės, mokslo, studijų ir kitų institucijų paskelbti savanoriškai taikomi dokumentai, kuriuose nurodomi būdai ir metodai, kaip įgyvendinti statybos techninius reglamentus;
- Vyriausybės įgaliotų institucijų teisės aktai.

Teisės aktai yra privalomi visiems statybos dalyviams, taip pat viešojo administravimo subjektams, inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų savininkams (naudotojams), juridiniams ir fiziniams asmenims, kitoms organizacijoms, kurių veiklą reglamentuoja šis įstatymas. Statybos taisyklės, statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisyklės, Lietuvos standartai ir techniniai įvertinimai taikomi savanoriškai, išskyrus, kai statybos techniniuose reglamentuose ar kituose teisės aktuose nurodoma, kad šias taisykles, standartus, įvertinimus taikyti privaloma. Statybos taisyklės, Lietuvos standartai, techniniai įvertinimai, į kuriuos pateikiamos nuorodos statinio projektavimo ar rangos sutartyse, privalomi sutartį sudariusioms šalims. Į statybos techninius reglamentus taip pat įrašomi normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimai. Normatyvinių statybos techninių dokumentų rengimo ir tvirtinimo tvarką nustato Vyriausybės įgaliota institucija Lietuvos Respublikos įstatymų ir kitų teisės aktų nustatyta tvarka. Normatyvinius statinio saugos ir paskirties dokumentus tvirtina juos parengusi pagal kompetenciją valstybės institucija (Lietuvos Respublikos statybos įstatymas 1996.03.19 Nr. I-1240).

Teisę Lietuvos Respublikoje rengti ir išduoti Europos techninius vertinimus turi Reglamente (ES) Nr. 305/2011 nustatytus reikalavimus atitinkančios ir Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka paskirtos ir paskelbtos techninio vertinimo įstaigos. Teisę rengti ir išduoti nacionalinius techninius vertinimus turi Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka paskirtos techninio vertinimo įstaigos, kurios yra Lietuvos Respublikoje įsteigti juridiniai asmenys, atitinkantys Aplinkos ministerijos nustatytus nepriklausomumo, nešališkumo, darbuotojų kompetencijos, bendros administracinės tvarkos, turėtinų priemonių ir įrenginių, būtinų statybos produktų eksploatacinėms savybėms tose produktų srityse, kurioms paskirta įstaiga, vertinti, reikalavimus (Lietuvos Respublikos statybos įstatymas 1996.03.19 Nr. I-1240).

2.2. Tvaraus būsto išmaniosios statybos pavyzdžiai Lietuvoje

„Park Town“ (žr. 3 pav.) verslo parkas, kol kas vienintelis Lietuvoje, fotovoltinį modulį fasaduose įrengęs verslo parkas. Dėl didelių investicijų ir sudėtingo projektavimo Lietuvoje jų dar itin reta. Pastate sunaudojama mažiau elektros energijos iš neatsinaujinančių šaltinių. Jau gamykloje integruoti moduliai į fasado dalis niekaip neišsiskiria aplinkoje ir generuoja pastatui elektros energiją. Tokiais fasadais dengiama pietinė, antroji „Park Town“ pastato pusė, į kurią patenka daugiausiai saulės šviesos. Dėl ypatingo dėmesio tvarumui, „Park Town“ verslo parkas, sertifikuotas pagal tarptautinį pastatų poveikio aplinkai vertinimo ir klasifikacijos standartą BREEAM. Sertifikatas užtikrina sveikų darbo sąlygų sukūrimą darbuotojams pagal geriausią pasaulinę praktiką ir aukščiausius kokybinius standartus, atsižvelgiant į apšvietimą, triukšmą ir komfortą. Šis pastatas kartu su visais valdikliais yra prijungtas prie „Granlund Manager“ sistemos, kurios pagalba pastatas tapo dar labiau sumanesnis (Darnugroup, 2018).



3 pav. „Park Town“ verslo parkas. (Citify, 2019)

Šiuolaikinė architektūra, puikus pastatų matomumas ir idealus privažiavimas iš bet kurio Vilniaus taško – taip plėtotojas pristato aukščiausią BREEAM įvertinimą „outstanding“ gavusį „Premium“ verslo centro projektą. Jį sudaro du šešių ir septynių aukštų pastatai, sujungti požemine aikštele. Siekiant sukurti patalpas kuo ekologiškesnes, į statybų aikštelę buvo gabenamos tik aplinkai nekenksmingos medžiagos. Pastatų valdymo sistema užtikrina darnų šilumos, vėdinimo, oro kondicionavimo, ryšių sistemų funkcionalumą. Pasirinktos aliuminio ir stiklo konstrukcijos užtikrina kokybišką vidaus mikroklimatą, energinį efektyvumą ir tinkamą saulės kontrolę pasirenkant selektyvią saulės šilumą bei spindulius atspindinčias ir triukšmą slopinančias stiklo konstrukcijas.

Apšvietimui naudojami šviesos diodų šviestuvai. Aplinkos šviesos intensyvumas, šviesų koncentracija priklausomai nuo poreikių reguliuojami pasitelkus specialią kompiuterinę įrangą. Įdiegta automatizuota programuojama įeigos kontrolės sistema. Parinkti atviro plano biurai, kurie lyginant su kabinetinio plano biurais, gali sukurti apie 30 proc. daugiau darbo vietų. Taupant plotą, visa inžinerinė įranga buvo sukurta ant stogo, kas nuvylė projektuotojus, norėjusius palikti stogą švarų (Darnu Group , 2017).



4 pav., „Premium“ verslo centras, Vilnius. (Statybos naujienos, 2020)

2.3. Tvariems pastatams taikomų energijos aprūpinimo reikalavimų aspektai

Kaip jau minėta ankstesniuose poskyriuose, nuo 2020 m. gruodžio 31 d. visi statomi nauji pastatai mūsų šalyje turės būti beveik nevartojantys energijos. Beje ir tiek, kiek jos bus suvartojama, turės pagaminti atsinaujinantys ištekliai (Eurostat, 2020).

Europos komisija patvirtino, kad jeigu pastate bus įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacine sistema, rekuperatoriaus naudingumas negali būti mažesnis nei 0,90 koeficiento. Sienų šilumos nuostoliai negali būti didesni nei 0,10 koeficiento. Atitvaros, kurios ribojasi su gruntu – taip pat 0,10 koeficiento (Eurostat, 2020).

2021-aisiais, įsigaliojus A++ energinio naudingumo klasei, daugiau nei pusė pastatuose suvartojamos energijos turės būti pagaminta iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Tam dažniausiai

pasirenkamas saulės kolektorius ant stogo arba vėjo energija, geoterminiai ištekliai. A+ klasės pastatams tokios prievolės nėra: galima naudoti ir vien iš atsinaujinančių energijos šaltinių išgaunamą energiją, tarp jų – gamtines dujas, elektros energiją iš bendro elektros tinklo, iš iškastinių išteklių pagamintą skystąjį kurą ar kitą iškastinį kurą (Eurostat, 2020).

Po 2021-ųjų statant A++ energinio naudingumo klasės pastatus, sudėtinga taps naudoti dujinį šildymą ar pastatui šildyti naudoti elektrinius šildytuvus, mat didžiąją dalį energijos bus privalu pasigaminti iš atsinaujinančių šaltinių. Šiuo metu kylančiuose energiška efektyviuose A++ klasės pastatuose prioritetą įgauna energijos vartojimas iš centralizuotų šilumos tinklų. Tačiau ne visur minėtą energiją įmanoma panaudoti arba energijos iš šilumos tinklų tiekimo netolygumas netenkina pastato vartotojų poreikių. Todėl populiarios ir tokios sistemos, kuriose lygiagrečiai su šilumos tinklais įrengiami didelio efektyvumo šilumos siurbliai, arba sistemos, kuriose šilumos siurbliai įrengiami lygiagrečiai su fotovoltinėmis saulės elektrinėmis ir rezerviniais energijos šaltiniais, tokiais kaip dujiniai katilai, elektriniai šildytuvai, biokuro katilai ir panašiai (Tamašauskaitė, 2017).

Pagrindiniai pasirinkimai netolimoje ateityje liks centralizuoti šilumos tinklai, šilumos siurbliai su fotovoltinėmis elektrinėmis arba be jų ir biokuro katilai, kūrenami malkomis, medžio briketais, pjuvenų granulėmis. Daugiabučiams namams ir toliau liks aktuali centralizuotų šilumos tinklų tiekama energija. Kol kas retas, nors galimas sprendimas – biodujos. Įprasta praktika pastatui šildyti naudoti grindinį šildymą arba šildymą radiatoriais. Kondensaciniai dujiniai katilai arba šilumos siurbliai efektyviausiai veikia esant mažai temperatūrai režimui, todėl šildymo sistemose su šiais šilumos šaltiniais efektyviausia įrengti grindinį šildymą ar alternatyvius mažai temperatūrai šildymo prietaisus. Jeigu diegiamas oro-oro šilumos siurblys, papildomų šildymo prietaisų įprastai nereikia. Šilumos siurbliai efektyvesni, jei įrengtas būtent grindinis šildymas. Dar vienas būdas – žemos temperatūros spindulinis šildymas, populiarus Vokietijoje. Lietuvoje yra keli objektai, kuriuose pasirinktas būtent toks būdas – šildyti ne grindis, o lubas. Tuomet pastatą galima ir šildyti, ir vėsinti. Kietojo kuro katilas, kūrenamas malkomis, statant energiška efektyvius pastatus, anot straipsniuose kalbinamų specialistų, išlieka aktualus, tik svarbu, kad būtų naudojamas biokuras, taip pat katilas turi atitikti tam tikrus efektyvumo reikalavimus. Pagrindinis biokuro minusas – didesnė tarša mieste, taigi, jo naudojimas ribojamas, biokuras aktualesnis regionuose (Černeckienė, 2015).

2019 m. Aplinkos ministerija patvirtino statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ pakeitimus, pagal kuriuos centralizuotai tiekama šiluma pripažinta prioritetiniu energijos šaltiniu A++ klasės pastatams. Pastatuose suvartojamą energijos kiekį galima gerokai sumažinti panaudojant inžinerinių sistemų išmaniuosius valdymo prietaisus. Europos Sąjungos naujausioje energinio naudingumo direktyvoje

įvestas reikalavimas nustatant pastato energetinio naudingumo klasę lygiagrečiai įvertinti ir pastato išmanumo lygį, t. y. nustatyti jo rodiklį. Minėta direktyva skatina diegti pastatuose išmaniąsias, nuotoliniu būdu valdomas inžinerines sistemas (Černeckienė, 2015).

Nuo 2019 m. pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų (žr. 4 pav.) $U(A)$ ($W/(m^2 \times K)$) vertės A energinio naudingumo klasės pastatų (jų dalių) atitvarų norminių savitųjų šilumos nuostolių ir energinio naudingumo rodiklių skaičiavimui (STR 2.01.02:2016).

Atitvarų apibūdinimas	A	A+	A++
Stogai	0,14	0,12	0,1
Perdangos			
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	0,16	0,14	0,12
Perdangos virš nešildomų rūsių ir pogrindžių			
Sienos	0,15	0,13	0,11
Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros	1,0	0,9	0,8
Durys, vartai	1,4	1,3	1,2

5 pav. Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientai (STR 2.01.02:2016)

Černeckienė ir Ždankus (2015) palygino šilumos nuostolius (Qen, kWh) per pastato pertvaras skirtingo energinio efektyvumo statiniuose.

1 lentelė. Šilumos nuostoliai per pastato pertvaras skirtingo energinio naudingumo statiniuose (šaltinis: STR 2.01.02:2016)

Mėnuo	Energinio efektyvumo klasė			
	B	A	A+	A++
Sausis	3204	1574	1333	1130
Vasaris	2827	1375	1157	978
Kovas	2656	1284	1077	909
Balandis	1859	861	703	584
Gegužė	1119	466	355	281
Birželis	678	230	146	100
Liepa	546	158	82	44
Rugpjūtis	590	180	101	60
Rugsėjis	1084	443	333	261
Spalis	1691	766	618	509
Lapkritis	2262	1070	887	743
Gruodis	2840	1379	1160	980
<i>Viso per metus</i>	<i>21356</i>	<i>9786</i>	<i>7953</i>	<i>6578</i>

Skirtumai yra akivaizdūs, todėl svarbu būtų atlikti išsamius skaičiavimus kiekvienam Lietuvoje prieinamos tvarios energijos tipui, įvertinant jo didžiausią naudą skirtingos paskirties ir energinio naudingumo pastatuose (STR 2.01.02:2016).

2.4. Reikalavimai naujo būsto statybai. ES direktyvos

Prieš dešimt metų 2006 metais Europos Komisija išleido komunikatą „Efektyvus energijos vartojimo veiksmų planas: išnaudoti potencialą“ (COM (2006) 0545). Šio veiksmų plano tikslas buvo sutelkti visuomenę, politikus ir rinkos subjektus ir pakeisti vidaus energijos rinką taip, kad ES piliečiai turėtų energijos vartojimo požiūriu efektyviausią pasaulyje infrastruktūrą (įskaitant pastatus), gaminius (įskaitant prietaisus ir transporto priemones) ir energetikos sistemas. Šiuo veiksmų planu siekta kontroliuoti ir sumažinti energijos vartojimo poreikį ir imtis atitinkamų veiksmų vartojimo bei tiekimo atžvilgiu, siekiant iki 2020 m. metinį pirminės energijos vartojimą sumažinti 20 proc. lyginant su energijos vartojimo prognozėmis 2020 metams.

Pagal Energetinių paslaugų direktyvos reikalavimus valstybės narės kiekvienais metais turi informuoti apie pažangą, padarytą siekiant nacionalinių energijos vartojimo efektyvumo tikslų. Kadangi įgyvendinant šių tikslų planus tapo aišku, kad ES pasieks tik pusę savo 20 proc. tikslo, Europos Komisija reagavo ir parengė naują išsamų 2011 metų Efektyvus energijos vartojimo planą (COM (2011) 0109). Kaip šio plano išdava 2012 m. gruodžio mėn. įsigaliojo Energijos vartojimo efektyvumo direktyva (2012/27/ES) (toliau vadinama – EVE direktyva). Europos Sąjungos direktyvomis reguliuojami privalomi šalyse narėse energinio efektyvumo normų pritaikymo ir atitinkamų teisės normų taikymo klausimai, tačiau Lietuvoje iki šiol nėra tinkamo teisinio reguliavimo, leidžiančio pasiekti Europos mastu numatytus tikslus. Pagal EVE direktyvos nuostatas valstybės narės privalėjo patvirtinti orientacinius energijos vartojimo efektyvumo tikslus 2020 metams, paremtus pirminiu ar galutiniu energijos suvartojimu, bei nustatyti teisiškai privalomas taisykles galutiniams vartotojams ir energijos tiekėjams. Valstybės narės galėjo savo nuožiūra šiuos minimalius reikalavimus sugriežtinti siekdamos taupyti energiją. Taip pat EVE direktyva numatė šiuos reikalavimus (Bernotaitė, 2015):

- Nuo 2014 metų iki 2020 metų 20 proc. sumažinti energijos suvartojimą ir pasiekti minimalius pastatų energinio naudingumo reikalavimus, kasmet atnaujinant bent 3 proc. bendro centrinės valdžios subjektams priklausančių ir jų naudojamų šildomų ir (arba) vėsinamų pastatų patalpų ploto ar/ir įsigyti aukštus efektyvus energijos vartojimo standartus atitinkančius pastatus, paslaugas ir produktus, viešajam sektoriui taip rodant pavyzdį;

- Priimti ilgalaikes nacionalines investicijų į gyvenamosios ir komercinės paskirties pastatų atnaujinimą strategijas bei parengti nacionalines energijos vartojimo efektyvumo įpareigojimo sistemas arba atitinkamas priemones, siekiant užtikrinti, kad galutiniam vartotojams būtų užtikrintas 1,5 proc. energijos taupymas kasmet;
- Iki 2015 metų pabaigos parengti galimybių visose valstybėse narėse užtikrinti didelio naudingumo ko generaciją ir efektyvų centralizuotų sistemų šildymą ir vėsinimą vertinimą;
- Didelėse bendrovėse vykdyti privalomus energijos auditus mažiausiai kas ketverius metus, išskyrus bendroves, turinčias sertifikuotas energijos ir aplinkos apsaugos sistemas;
- Diegti pažangų elektros energijos tinklą ir pažangiuosius elektros skaitiklius, teikti tikslią informaciją apie išlaidas energijai, taip didinant vartotojų galimybes ir skatinant efektyvesnę energijos vartojimą.

Kaip nauja redakcija išdėstytos EVE direktyvos tęsinį 2013 metais Komisija išleido komunikatą Europos Parlamentui ir Tarybai išskirdama septynias gaires dėl įvairių Energijos vartojimo efektyvumo direktyvos aspektų įgyvendinimo (Bernotaitė, 2015).

Kitas svarbus ES teisės aktas, susijęs su analizuojama tema, – 2010 m. gegužės 19 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo. Jos pagrindiniai aspektai ir tikslai (Europos Parlamento direktyva, 2010):

- Didinti pastatų energinį naudingumą ES, atsižvelgiant į įvairias klimato ir vietos sąlygas;
- Nustatyti minimalius reikalavimus ir bendruosius energinio naudingumo skaičiavimo principus;
- Paspirtinti ekonomiškai efektyvią esamų pastatų renovaciją;
- Skatinti išmaniąsias technologijas pastatuose;
- Nauji pastatai turi atitikti minimalius standartus;
- Kapitališkai renovuojamų esamų pastatų energinis naudingumas turi būti pagerintas taip, kad atitiktų taikomus reikalavimus;
- ES valstybės turi taikyti energinio naudingumo sertifikavimo sistemą. Sertifikatai pateikia potencialiems pirkėjams ar nuomininkams informaciją apie pastato energinio naudingumo įvertį; pateikia informaciją apie ekonomiškai efektyvias naujoves; turi būti nurodomi visuose komercinėse žiniasklaidos priemonėse skelbiamuose skelbimuose, jei patalpos yra parduodamos arba nuomojamos;
- ES šalių nacionalinės valdžios institucijos privalo užtikrinti, kad būtų nustatytos priemonės, skirtos patikrinti šildymo ir oro kondicionavimo sistemas.

Minėta Direktyva buvo 2018 m. atnaujinta Direktyva (ES) 2018/844, kurioje reikalaujama, kad ES šalys parengtų ilgalaikes renovacijos strategijas, skirtas palaikyti gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų renovaciją, iki 2050 m. užtikrinant didelį pastatų fondo energijos vartojimo efektyvumą ir sumažinant išmetamo anglies dioksido kiekį. Strategijose turi būti numatytas veiksmų planas, priemonės ir išmatuojami pažangos rodikliai, atsižvelgiant į ilgalaikį ES planą iki 2050 m. sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją 80–95 proc., lyginant su 1990 m. Veiksmų plane turi būti numatyti tarpiniai tikslai 2030 m., 2040 m. ir 2050 m. bei nurodyta, kaip jie prisidės siekiant ES energijos vartojimo efektyvumo tikslų pagal Direktyvą 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo (Eurlex No. 216/2013, 2017).

Šios Direktyvos yra laikomos pagrindinėmis tvaraus būsto plėtros gairėmis. Tarp kitų susijusių teisės aktų ir ES dokumentų paminėtinos: 2016 m. liepos 29 d. Komisijos rekomendacija (ES) 2016/1318 dėl energijos beveik nevartojančių pastatų ir geriausios praktikos skatinimo gairių, kuriomis siekiama užtikrinti, kad iki 2020 m. visi nauji pastatai beveik nevartotų energijos (OL L 208, 2016 8 2, p. 46–57); Komisijos ataskaita Europos Parlamentui ir Tarybai: valstybių narių pažanga siekiant, kad pastatai būtų beveik nulinės energijos pastatai (COM(2013) 483 final/2, 2013 6 28); Komisijos ataskaita Europos Parlamentui ir Tarybai. Finansinė parama energijos vartojimo pastatuose efektyvumui gerinti (COM(2013) 225 final, 2013 4 18); 2012 m. spalio 25 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo, kuria iš dalies keičiamos direktyvos 2009/125/EB ir 2010/30/ES bei kuria panaikinamos direktyvos 2004/8/EB ir 2006/32/EB (OL L 315, 2012 11 14, p. 1–56); 2012 m. sausio 16 d. Komisijos deleguotasis reglamentas (ES) Nr. 244/2012, kuriuo papildoma Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo, nustatant sąnaudų atžvilgiu optimalaus pastatams ir pastato dalims taikomų minimalių energinio naudingumo reikalavimų lygio skaičiavimo lyginamosios metodikos principus (OL L 81, 2012 3 21, p. 18–36).

Energinis naudingumas apibrėžiamas kaip „apskaičiuotas arba išmatuotas energijos kiekis, reikalingas patenkinti su įprastu pastato naudojimu siejamą energijos poreikį, įskaitant, inter alia, energiją šildymo, vėsinimo, vėdinimo, karšto vandens ir pastato apšvietimo reikmėms“. Naudingų patarimų, kaip apskaičiuoti pastato energinį naudingumą, pateikiama Komisijos deleguotajame reglamente (ES) Nr. 244/2012 ir prie jo pridedamose gairėse. Remiantis reglamento I priedo 3 skirsniu, skaičiuojant energinį naudingumą, visų pirma apskaičiuojama, kiek energijos reikia šildymui ir vėsinimui, o pabaigoje apskaičiuojamas grynasis pirminės energijos kiekis. Skaičiavimo „kryptis“ yra nuo pastato poreikių prie išteklių (t. y. pirminės energijos) (Eurlex No. 216/2013, 2017).

Remiantis PEN direktyva, valstybės narės gali galutinės patiektos energijos kiekį konvertuoti į pirminės energijos kiekį ir apskaičiuoti pastato energinį naudingumą, naudodamosi savo nacionaliniais pirminės energijos koeficientais. Pirminės energijos sąnaudos turi būti apskaičiuojamos naudojant konkretaus energijos nešiklio (pvz., elektros energijos, mazuto, biomasės, centrinio šildymo ir vėsinimo) pirminės energijos koeficientus. Prie deleguotojo reglamento pridėtos gairėse rekomenduojama tiek patiektai, tiek eksportuotai elektros energijai taikyti tą patį 2,5 pirminės energijos koeficientą (ES) Nr. 244/2012).

Galutinis energinio naudingumo skaičiavimo tikslas – nustatyti grynąsias metines pirminės energijos sąnaudas, t. y. kiek jos suvartojama šildymui, vėsinimui, vėdinimui, karštam vandeniui ir apšvietimui. Toks metinis balansas atitinka dabartinę sistemą, sukurtą PEN direktyva. Vis dėlto, tam tikrų tyrimų duomenimis, gali būti naudingiau energijos balansą skaičiuoti trumpesniais laiko tarpais (t. y. stebėti paros ir sezoninį poveikį) (ES) Nr. 244/2012).

4 straipsnio 1 dalyje numatyta, kad nustatant minimaliuosius reikalavimus turi būti atsižvelgiama į bendras patalpų mikroklimato sąlygas siekiant išvengti galimų neigiamų pasekmių, kaip antai netinkamo vėdinimo. Kad nepablogėtų Europos esamų pastatų vidaus patalpų oro kokybė, patogumas ir žmonių sveikatai daromas poveikis, minimalieji energinio naudingumo reikalavimai turėtų būti griežtinami (taip siekiant, kad visoje Europoje pastatai beveik nevartotų energijos) kartu įgyvendinant atitinkamas patalpų aplinkos strategijas (ES) Nr. 244/2012).

Remiantis 2020 m. kainų ir technologijų prognozėmis, skirtingose ES klimato zonose EBNP energinio naudingumo lyginamųjų rodiklių intervalai pateikti antroje lentelėje:

2 lentelė. Skirtingose ES klimato zonose EBNP energinio naudingumo lyginamųjų rodiklių intervalai (Sudaryta pagal reglamentą (ES) Nr. 244/2012)

Klimato zona	Biurai	Naujas namas vienai šeimai
Viduržemio jūros klimato zona:	20–30 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 80–90 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų	0–15 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 50–65 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 50 kWh/(m ² per metus)
	60 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių.	padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių;
Vandenyninio klimato zona:	40–55 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 85–100 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 45 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių.	15–30 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 50–65 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 35 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių
Žemyninio klimato zona:	40–55 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 85–100 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 45 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių.	20–40 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 50–70 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 30 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių;
Šiaurinio klimato zona:	55–70 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 85–100 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 30 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių.	40–65 kWh/(m ² per metus) grynosios pirminės energijos, kai paprastai iš 65–90 kWh/(m ² per metus) pirminės energijos sąnaudų 25 kWh/(m ² per metus) padengiama vietoje pasigaminant energijos iš atsinaujinančių išteklių.

2.5. Nulinės energijos pastatai ir jų apibrėžimai

Nulinės energijos tipo pastatai yra priemonė, kurią pasitelkus galima mažinti aplinkos taršą ir artėti link darnaus pasaulio. Pastatai taip pat yra ir simboliai to, kaip žmonija supranta aplinkos taršos problemas. Egzistuoja didelis sinerginis ryšys tarp nulinės energijos (toliau – NE) pastatų reikalavimų ir kitų holistinių darnios plėtros tikslų. Abiejose srityse reikalaujama efektyvumo naudojant statybines medžiagas, energiją, bei kuriant efektyvesnę ir ekonomišką apsirūpinimo išteklių tinklą. Daug darnią plėtrą skatinančių strategijų, kuriomis siekiama mažinti energijos sąnaudas, daro teigiamą įtaką kitoms sritims, pavyzdžiui, įrengiant natūralias vėdinimo sistemas arba palaikant

pakankamai vienodą vidaus temperatūrą, pastatuose gerinama gyvenimo kokybė. Nulinės energijos koncepcijos principai gali būti taikomi net atskiroms gyvenvietėms ar net miestams (Tavares, Martins 2007).

Dauguma mokslininkų ir įvairių organizacijų bei komitetų analizuoja įvairius NE apibrėžimus. Taip pat nagrinėjamas NE ir grynos nulinės energijos (toliau – GNE) koncepcijų efektyvumas ilgalaikėje perspektyvoje. Sparčiai plintant NE pastatų koncepcijai pasaulyje, kartu auga poreikis suformuluoti tikslų ir aiškų NE pastatų apibrėžimą. Kol kas plačiai paplitęs nulinio poveikio apibrėžimas kaip ir NE yra per daug painus ir netikslus. GNE pastatų koncepcijos esmė – apibrėžti pastato energinį balansą. Tokio balanso tikslas yra sudaryti energijos gavybos arba gamybos ir energijos vartojimo pusiausvyrą. Dabar vartojamos sąvokos apibrėžia tik apskaičiuotas metines pastatų energijos sąnaudas per pastato eksploatacijos laikotarpį. Keletas dažnai naudojamų pastatų vertinimo sistemų, tokių kaip BREEAM, LEAD ir CASBEE, apima ir tokias sritis, kaip medžiagų pasirinkimas, transportavimas, ir pastatų arba pastatų konstrukcijų antrinis panaudojimas (Lee, Yik 2004).

Vienas iš diskutuojamų klausimų yra ribų tarp skirtingų pastatų tipų nustatymas. Energijos sąnaudų skaičiavimams bei analizei naudojami skirtingi metodai ir nagrinėjamų duomenų tikslumas, dėl ko gaunami skirtingi tyrimų rezultatai. Netiksliausi rezultatai gaunami, kai apibrėžimuose vartojamos sąvokos, nurodančios pastato energijos sąnaudas per pastato eksploataciją, tokiu atveju neatsižvelgiama į energijos sąnaudas, kurios bus patiriamos per kitus pastato gyvavimo laikotarpio etapus. Nesudarius aiškių nekintančių NE pastatų vertinimo parametrų bei tam tikrų apribojimų, naujo tipo pastatai ir toliau bus statomi naudojant tas pačias technologijas ir būdus, kaip ir tradicinių pastatų statyboje (Lee, Yik 2004).

Projektuojant pastatus, aplinkosaugos ir išteklių ribotumo problemos skatina projektuotojus įrengti optimalius pastatų fasadus, kurie leistų pastatuose pasigaminti daugiau energijos nei pastate suvartojama (Zemella *et al.* 2011). Remiantis pasaulinėmis tendencijomis ir mokslininkų sudarytomis apžvalgomis prognozuojama, kad energijos vartojimas didės 60 proc. (Attia, De Herde 2011). Kada nėra galimybių pastatų ar jų konstrukcijų gamybos metu visiškai nenaudoti iškastinio kuro ir norint šią situaciją pakeisti reikia NE pastatų apibrėžimą ir tokiems pastatams keliamus reikalavimus grįsti C2C (cradle-to-cradle) principu. Šio principo esmė analizuoti proceso visumą, todėl šiuo atveju analizuojant per visą pastato gyvavimo laikotarpį patiriamas energijos sąnaudas, galima lengviau atrasti statybos etapus, kuriose yra daroma didžiausia žala aplinkai (Zemella *et al.* 2011).

Reikia suformuluoti tokį apibrėžimą, kuriame būtų analizuojamos energijos sąnaudos iki pastato statybų, pastato eksploatavimo metu ir po pastato eksploatavimo pabaigos.

Anksčiausiai GNE apibrėžimas statybų pramonėje pavartotas 1970 metais, kai ekologas Odumas (1970) paskelbė, kad tikroji energijos vertė visuomenės suvokiama kaip grynoji energija, kurios kaina apskaičiuojama atimant energijos gavybos ir tiekimo kainą (Attia, De Herde 2011). Praėjus keliems dešimtmečiams GNE vis dar nėra iki galo tiksliai apibrėžta ir šis terminas nėra vartojamas pastatų sertifikavimo procesuose. Reikia pažymėti, kad sudėtinga nuodugniai neanalizuojant tiksliai nusakyti, ar pastatas atitinka NE, ar GNE apibrėžimą. Taip pat pabrėžtina, kad apibrėžimai pateikiami siaurąja prasme, nes daroma prielaida, kad pastatai bei jų naudojimas yra statiški, nors tikrovėje, tai dinamiški procesai (Attia, De Herde 2011).

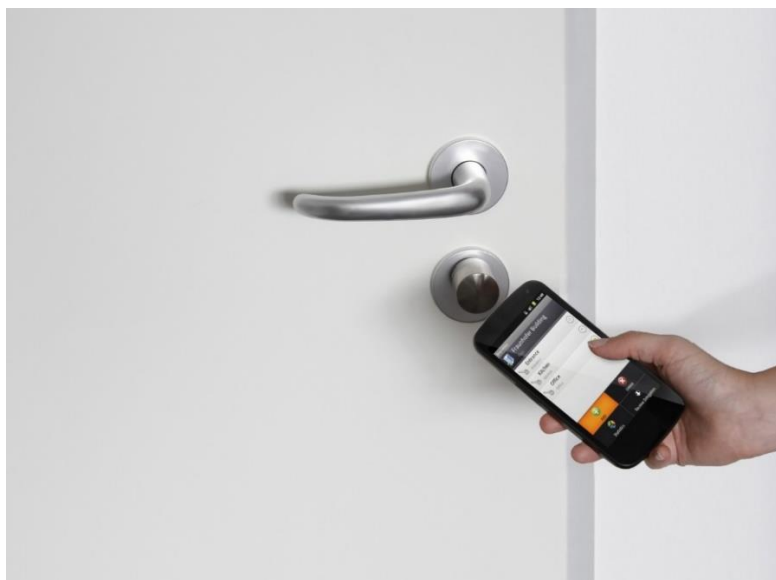
GNE pastatai leidžia įsivaizduoti visiškai naują ateities pastatų viziją, kaip gali būti projektuojami naujo tipo pastatai. Pastebėtina, kad techninis šios vizijos įgyvendinimas yra gana sudėtingas, tačiau leidžiantis daugiau inovatyvumo ir kūrybiškumo, nei tradicinėje statyboje. Naujos technologijos skatina ir naujo tipo energijos gavybos ir energijos taupymo priemonių kūrimą bei esamų sistemų tobulinimą. Per pastaruosius keletą metų intensyviau pradėti statyti komerciniai pastatai, atitinkantys GNE pastatams keliamus reikalavimus. Pastebėta, kad tokie pastatai ne tik ekonomiškai naudingi, bet ir galima jų plataus masto statyba. Taip pat pastebėta, kad, kai pastatai statomi orientuojantis į NE, dėl šio aspekto didėja ir tokių pastatų vertė, lyginant su tradiciniais pastatais. Net projektuojant kitokius, nei tradiciniai pastatai yra didelė tikimybė aptikti tam tikras klaidas ar sritis, kurias pagerinus pastatus galima padaryti darnesnius (Ang *et al.*, 2010).

NE pastatų statybos projekto sėkmė priklauso nuo holistinio proceso stebint visą projektą kaip visumą ir atskiras jo dalis. Svarbu analizuoti, stebėti ir prižiūrėti pastato statybos projektą nuo vizijos sukūrimo iki vykdomų statybos darbų. Pastebėta, kad projektuojant NE tipo pastatus atsižvelgiama tik į pačias pastato konstrukcijas, aplinką, tačiau dažnai visai neanalizuojami potencialūs pastato naudotojai, jų įpročiai (Ang *et al.*, 2010).

2.6. Geriausios ateities tendencijos pastatų valdyme

Dabartiniame pasaulyje technologijos tobulėja kiekvieną dieną. Programinės įrangos technologija nėra išimtis, o pastatų valdymo programinė įranga daro didelę pažangą. FM programinė įranga padeda sekti, valdyti ir prižiūrėti komercinius objektus, pvz., elektrines, gamyklas ar nuomojamus objektus. Ekspertai pateikia kokių patalpų valdymo programinės įrangos tendencijų galime tikėtis 2021 m. ir vėliau. Pagrindinės pastatų valdymo tendencijos buvo susijusios su klientų patirtimi, duomenimis ir bendruomenės, susitelkusios į ateitį, formavimu (Alster, 2019).

Visame pasaulyje yra devyni milijardai mobiliojo ryšio – tai daugiau nei milijardu telefonų daugiau nei žmonių žemėje. Nguyen *et al.* (2021) nuomone FM sistemos padidins jų galimybes



7 pav. „ShareKey“ programa naudoja NFC ryšį durims užrakinti ir atrakinti (šaltinis: Fraunhofer, 2013)

Chi et al. (2020) analizavo, kad „integracija ir belaidis ryšys turės didžiulę įtaką FM programinės įrangos sąveikai su daiktų internetu (IoT) ir kitomis programinės įrangos sistemomis. Pastatai tampa išmanesni tiek modernizuojant, tiek statant naujus. Jie nuo pat pradžių bus kuriami naudojant vietomis pagrįstas technologijas ir jutiklius palaikančias sistemas, tokias kaip išmanusis apšvietimas, padedant tvirtą pagrindą išmaniųjų pastatų didėjimui mūsų miestuose. Vietos jutiklių ar švyturių integravimas taps nauju standartu, palengvinančiu daugybę skausmo taškų, skirtų įrenginių valdymui, kartu suteikiant galimybę numatyti ir prevenciškai prižiūrėti“.

Šie pakeitimai kartu su patalpų žemėlapių sudarymo ir padėties nustatymo iniciatyvomis leis įrenginiams įvykdyti savo IoT naudojimo atvejus, susijusius su turto stebėjimu ir valdymu, saugumo valdymu ir kt. (Keras, 2020). Visoms šioms technologijoms reikalingas tvirtas programinės įrangos sprendimas. Gera žinia ta, kad kalbant apie automatizavimą, kūrėjai jau juda nepaprastu tempu. Saugumo valdymas, sąveika, padidintas dirbtinis intelektas ir dėmesys vartotojo patirčiai - visa tai yra objekto valdymo horizonte. Pardavėjai jau žengia reikšmingus žingsnius, kad patenkintų šiuos pokyčius ir prisitaikytų prie klientų poreikių. Geriausios pastatų valdymo tendencijos 2020-2021 m. (Facilities Management, 2018):

- Besiplečiantis daiktų internetas – ne paslaptis, kad prijungtų darbo vietų įrenginių skaičius auga. Jei pastaruosius kelerius metus atkreipėte dėmesį į patalpų valdymo tendencijas, žinosite, kad biuro daiktų internetas (IoT), atrodo, turi neribotą potencialą. Kadangi į rinką ateina daugiau prietaisų ir prekės ženklai pradeda atskirti save, šie įrenginiai renkami sparčiau nei bet kada anksčiau. Didelės ir mažos įmonės kuria savo daiktų ekosistemas nevienodai sudėtingai. Mažesniame biure gali būti tik kažkas panašaus į „Amazon Echo“ įrenginį ir pora išmaniųjų parduotuvių su pagrindine sinergija. Didesniuose biuruose gali būti visos prijungtų

įrenginių, veikiančių jų daiktų internetu, rinkinys. Nepriklausomai nuo įmonės įsitraukimo į IoT, tikrai tikėtina, kad 2021 m. Šios technologijos išaugs į naują svarbos lygį. Pakankamai greitai anomalija bus biuras be integruoto DI.

- Duomenimis pagrįstas sprendimų priėmimas – dauguma patalpų valdymo tendencijų siejasi su šia tendencija: akcentuojamas darbo vietos kiekybinis įvertinimas. Duomenys iš daiktų interneto įrenginių ir įrenginių valdymo programinės įrangos padeda objektų valdytojams daugiau suprasti, kaip veikia jų darbo vieta ir kokie darbuotojai turi atlikti savo geriausią darbą. Jie ima duomenis ir juos suskirsto, kad atpažintų tendencijas, tada naudoja šias išvalgas, kad paveiktų pokyčius. Duomenimis pagrįstas sprendimų priėmimas lemia revoliucinius pokyčius patalpų valdyme - nuo turimų biuro patalpų optimizavimo iki darbo aplinkos tvarkymo pokyčių. Rezultatas – sutaupomos pridėtinės išlaidos ir sumaniau išnaudojama erdvė.
- Integruotas patalpų valdymas – su nauju integruotų darbo vietų valdymo sistemų (IWMS) amžiumi akcentuojamas integruotas patalpų valdymas. Įrenginių duomenys nutildomi, todėl vadovai gali sutelkti dėmesį į vieną darbo vietos aspektą. Šiandien darbo vietos yra jų dalių suma, kuriai reikia tvarkyti viską kaip visumą. Integruotas požiūris į patalpų valdymą reiškia pažvelgti, kaip vienas darbo aspektas veikia kitą. Pavyzdžiui, suprasti, kaip atviro biuro aukšto planas veikia erdvės panaudojimą, yra vienas dalykas; suprasti, kaip tai veikia darbuotojų produktyvumą, yra dar vienas dalykas. Žvelgiant į darbo vietą naudojant įvairius lęšius, atkreipiamas dėmesys, kaip vienas kintamasis veikia kitą. Kai darbo vietos tampa vis sudėtingesnės, integruotas patalpų valdymas yra svarbesnis nei bet kada. Duomenų ir sprendimų priėmimas ir požiūris į juos yra daugiau nei tendencija: tai naujas standartas.
- Darbuotojų patirties akcentavimas – darbo vieta turi ne tik remti darbuotojus, bet ir skatinti juos. Pagrindinė šių metų tendencija yra perėjimas prie patirtinių darbo vietų. Nuo darbo vietų iki bendradarbiavimo erdvių, asmeninių zonų ir poilsio erdvių, kiekviena darbo vietos dalis turėtų spręsti klausimą, kuo ši erdvė naudinga darbuotojams. Ši tendencija remiasi idėja, kad darbuotojai, kurie jaučiasi vertinami ir pritaikyti, sukurs geriausią savo darbą ir užmegs ryšį su savo darbdaviu. Be to, į darbuotoją orientuota darbo sritis padeda pritraukti ir išlaikyti aukščiausius talentus. Pripažindami darbuotojų patirties svarbą, patalpų valdytojai gali išlaisvinti naują tikslą ir galimybes iš savo darbo vietos. Viskas nuo dekorų iki fizinio erdvės išdėstymo turi reikšmės, o viskas, nuo nuotaikos iki produktyvumo, gali turėti įtakos geras patalpų valdymas.
- Darbo sritis – komercinio nekilnojamojo turto išlaidos auga, be sustojimo ženklų. Ši didėjanti tendencija skatina daugiau įmonių lanksčių darbo sričių link. Tačiau tokiems žingsniams

reikia daugiau priežiūros iš objektų valdytojų. Karštieji stalai, judrios erdvės ir veikla pagrįstos darbo vietos sudaro lankstų darbo vietos judėjimą, įskaitant bendradarbiavimo erdves už centrinio biuro ribų. Kiekviena erdvė leidžia geriau panaudoti darbovietės kvadratūrą, tačiau kainuoja centralizuotai. Kai patalpų valdytojai prisitaiko prie savo, kaip darbo srities administratoriaus, vaidmens, modernios IWMS platformos yra greitai tampa pagrindinėmis sėkmės priemonėmis. Lankstumas apima ne tik fizinę darbo sritį. Patalpų valdytojai dabar prižiūri karštuosius stalus, miego kambarius, telefonų kabinas ir kitas funkcines sritis, kurios išnaudoja visas darbo vietas. Tai tendencija, kuri tik didės, nes darbo vieta ir toliau vystysis (Shazad et al. 2018).

- Sveikata ir saugumas – pagal COVID-19 pandemiją sveikata ir sauga yra svarbiausias visų darbo vietų prioritetas, atsiradus „COVID“ koncepcijai. Kai vakcinacijos pagalba eisime už pandemijos ribų, bet kokio dydžio įmonės geriau supras infekcinių ligų riziką ir darbuotojų nedalyvavimo operatyvinį poveikį. Nors sveikata ir sauga nebūtinai priklauso FM kompetencijai, riba taps dar neryškesnė po COVID eros, kuri greičiausiai pastebimai išryškės per 2021 m.
- Žalieji pastatai – žalieji pastatai nėra visiškai nauja tendencija ir 2020 m. Jie tikrai buvo visiškai populiarūs ES. Praėjusį spalį Europos Komisija pradėjo savo pirmąją tvarių pastatų sistemą „Lygis“. Tai yra atviras išteklius, o tai reiškia, kad visi, pradedant planuotojais, baigiant statybininkais ir pastatų valdytojais, gali jį naudoti savo dabartinei veiklai įvertinti ir tobulėti. Be to, kiekviena valstybė narė turėjo peržiūrėti savo nacionalinį energetikos ir klimato planą (NECP) 2021–2030 m., kaip pagerinti pastatų atsargas iki 2050 m. (Mawed et al. 2020), tačiau pastatų valdymas greičiausiai padidins senesnių pastatų laisvumą. Didžiausias dėmesys skiriamas energijos efektyvumui, kurį galima pasiekti naudojant geresnę izoliacijos ir jutiklių technologiją. Pagal „Renovacijos bangos“ iniciatyvą iki 2030 m. bus atnaujinta maždaug 35 milijonai pastatų, ir tai gali būti varomoji pramonė pasaulyje po COVID. (Aaltonen et al. 2013)
- Automatizuoti pastatai – protingi pastatai ir automatizuoti namų ūkiai populiarėja. Prognozuojama, kad rinka iki 2025 m. Pasieks 35,3 mlrd. JAV dolerių, o 2012 m. siekė tik 4,8 mlrd. Pagrindinis išmaniųjų pastatų tikslas yra užtikrinti efektyvumą ir tvarumą jų savininkams ir nuomininkams. Štai kodėl objektų priežiūros įmonės turėtų sutelkti dėmesį į savaime pataisančios įrangos ir jutiklių sistemų, galinčių aptikti aplinkos sąlygų pokyčius, diegimą.
- Integruotos savybės – patalpų priežiūros operacijos yra glaudžiai susijusios su ŠVOK ir santechnikos sektoriais. Anksčiau jie veikė atskirai, tačiau šiandieninėje rinkoje tampa

neišvengiama gauti visas šias paslaugas vienam paslaugų teikėjui. Sujungus platų paslaugų spektrą įmonės gali pasiūlyti įvairiapusiškesnius ir visapusiškesnius sprendimus bei pagerinti klientų pasitenkinimą. Tai pašalina klientų poreikį keisti paslaugų teikėjus, o tai žymiai padidina pastatų valdymo efektyvumą ir paslaugų kokybę.



8 pav. Daiktų interneto sudėtinės dalys. (Pastatų valdymo tendencijos , 2020)

3. TYRIMO ANALIZĖ

Šio darbo tiriamojoje dalyje analizuojama autoriaus surinkta informacija apie „Granlund Manager“ platformą, kuri labai padeda optimizuoti pastato efektyvumą, palengvina pastato valdymą. Nagrinėsiu, kokios funkcijos yra prieinamos ir kaip jos pritaikytos pastato priežiūrai. Daugiausiai dėmesio skirsiu funkcijoms, kurios padės pagerinti pastato energinį efektyvumą ir leis sutaupyti išlaidas eksploatuojant.

3.1.1. Tyrimo objektas

Darbo tyrimo analizei pasirinkau „River Hall“ verslo centrą. „River Hall“ – pirmas Kaune statomas verslo centras, kuris projektuojamas pagal BREEAM standartą (prestižinis tarptautinis pastatų poveikio aplinkai vertinimo ir klasifikacijos standartas). Tai itin modernus, keturių aukštų verslo centras, kuris atitinka visus A klasės biurams keliamus reikalavimus. Ypatingas dėmesys buvo skirtas sukurti komfortabilias darbo vietas. Kiekvieno aukšto bendrasis plotas siekia net ~2.000 m². „River Hall“ yra vienoje patraukliausių Kauno miesto vietų – miesto centro ir senamiesčio sandūroje, prie vienos judriausių miesto gatvių (Jonavos g.). Pro langus atsiveria įspūdinga Kauno senamiesčio bei Neries ir Nemuno santakos panorama („RiverHall“, 2020).



9 pav. „RiverHall“ verslo centras Kaune. (Sirin, 2020)

3.2. Sumani ir paprasta pastatų priežiūra

„Granlund Manager“ – tai „debesijos“ principu paremta nekilnojamo turto priežiūros ir energijos vartojimo optimizavimo bei stebėjimo programinė įranga, kuria naudojantis darbas tampa

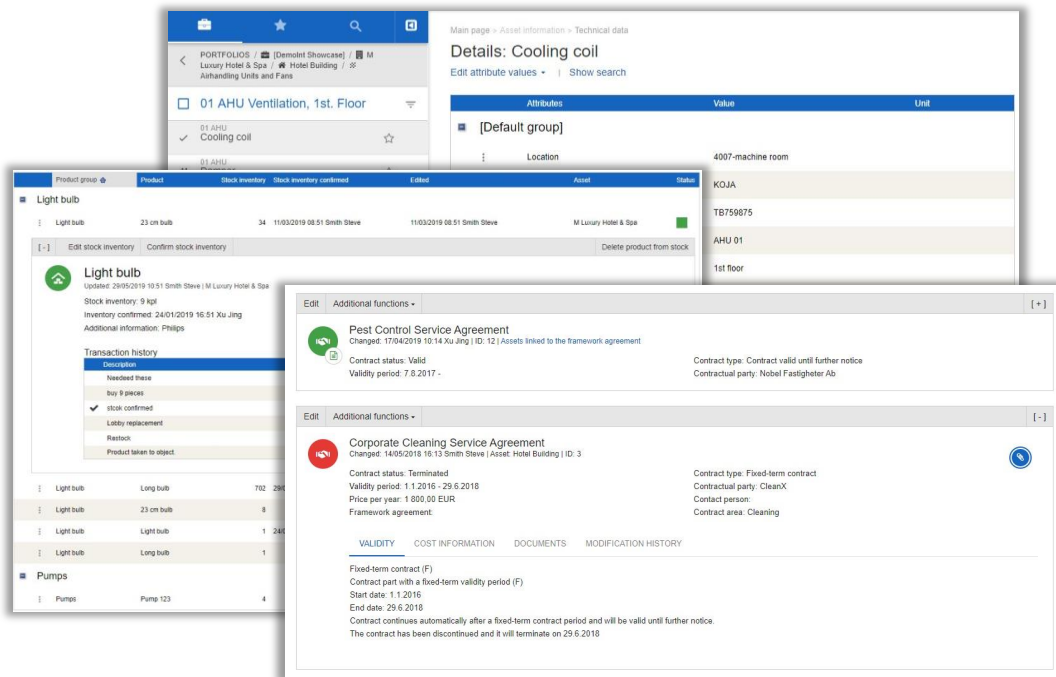
efektyvesnis, pastatai – tvaresni, o žmonės – laimingesni. Siūlau pamiršti rašymo priemones, popierių ir lentelių pildymą. „Granlund Manager“ – pirmoji mobilioji programinė įranga, kuria nekilnojamo turto priežiūra perkeliama į aukštesnį lygį. „Granlund Manager“ modulinė priežiūros valdymo sistema, kurią galima skaidyti ir konfigūruoti pagal bet kokius organizacijų poreikius, nekilnojamo turto tipus ar valdomus NT portfelius (Smart & Simple property, 2020):

- Naudodamas šią programą, aš turiu galimybę laisvai peržiūrėti pastatų ūkį ir su juo susijusius techninės priežiūros veiksmus;
- Lengvai galiu peržiūrėti naujausią pastatų ūkio informaciją ir reikalingas ataskaitas programinėje įrangoje, kuri veikia „debesies“ pagrindu;
- Vizualiai pateikiami duomenys man padeda vykdyti tolimesnes analizes;
- Pastatų ūkio informacijos modulis man padeda lengviau valdyti ir sutaupyti laiko bei energijos išlaidų;
- Matydamas pastatų duomenų bendrą visumą, aš galiu lengviau priimti reikalingus sprendimus;
- Tai leidžia man užtikrinti savo valdomų pastatų ilgalaikę vertę ir tinkamą eksploatavimą.

3.2.1. Informacijos valdymas

Pasirinkęs naudoti būtent šią platformą „RiverHall“ pastate, aš galiu naudoti labai daug jos funkcijų, kad galėčiau išnaudoti bei pristatyti visas jo galimybes:

- Pastatų ūkio informacija;
- Dokumentų ir sutarčių valdymas;
- Išteklių valdymas;
- Sandėlio likučių valdymas;
- Biudžeto sudarymas;
- Sąskaitų rengimas.

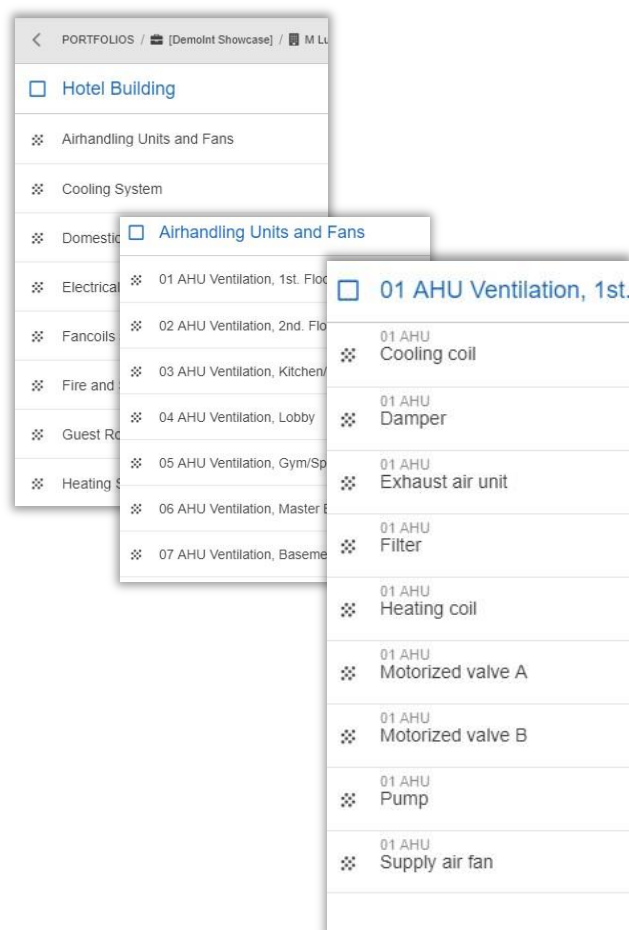


10 pav. Informacijos valdymo papildomi procesai (sudaryta autoriaus)

3.2.2. Pastatų ūkio informacijos valdymas

Pastatų ūkio informacijos valdymas patogus ir naudingas, nes prireikus galima matyti ir turėti:

- Išsamią informaciją apie pastatų ūkį;
- Turto susiejimą su dokumentais, kontaktais, sutartimis ir techninės priežiūros veiksmams;
- Lanksčias paieškos ir filtravimo galimybes;
- Pastatų ūkio portfelio ir pastatų informacijos duomenų importavimą iš išorės šaltinių;
- Techninius sistemų ir įrenginių duomenis iš „Excel“ šablonų;
- Galiu importuoti techninių sistemų ir įrenginių duomenis iš BIM suderintos programinės įrangos.

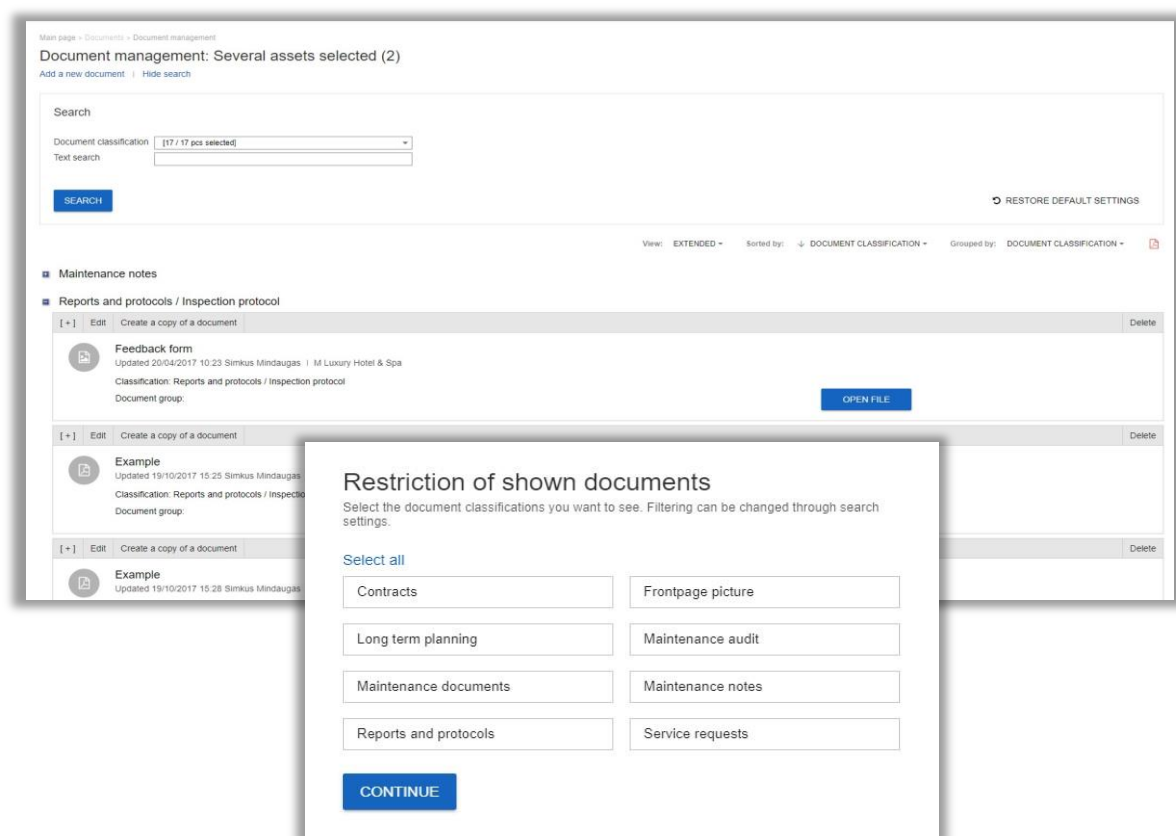


11 pav. Skaitmeninė informacija visais pastato tarnavimo ciklo etapais (sudaryta autoriaus)

3.2.3. Dokumentų valdymo funkcija

Šios platformos pagalba galima greitai ir patogiai pasidalinti dokumentais su kitais „RiverHall“ darbuotojais, nes:

- Dokumentai gali būti saugomi, atnaujinami ir peržiūrimi;
- Dokumentais gali būti dalijamasi su visoms suinteresuotomis šalimis;
- Nes dokumentai suskirstyti į dokumentų klases pagal kliento poreikius;
- Dokumentų matomumas gali būti apribotas naudotojo teisėmis;
- Dokumentai gali būti susieti su išoriniais šaltiniais.



12 pav. Įvairios galimybės susipažinti su naujausiais pastatų dokumentais bei jų pasidalinimo funkcijos (sudaryta autoriaus)

3.2.4. Sutartys ir sandėlio likučių valdymas

Šio objekto sistemoje yra skirtingų tipų sutartys – techninės priežiūros, nuomos ir bendrosios. Jos yra viename modulyje ir tarpusavyje susiję ir tai leidžia naudoti šias funkcijas:

- Kontaktų ir dokumentų susiejimą su sutartimis;
- Sutarties informaciją;
- Sutarties tipą (terminuota arba galiojanti iki kito pranešimo);
- Galiojimo laikotarpį ir nutraukimą;
- Tiekėją;
- Kainodarą;
- Gaunu automatinį pranešimą apie sutarties nutraukimą, pratęsimą ir pabaigą.

Edit
Additional functions
[+]


Pest Control Service Agreement
Changed: 17/04/2019 10:14 Xu Jing | ID: 12 | Assets linked to the framework agreement

Contract status: Valid
Validity period: 7.8.2017 -

Contract type: Contract valid until further notice
Contractual party: Nobel Fastigheter Ab

Edit
Additional functions
[-]


Corporate Cleaning Service Agreement
Changed: 14/05/2018 16:13 Smith Steve | Asset: Hotel Building | ID: 3

Contract status: Terminated
Validity period: 1.1.2016 - 29.6.2018
Price per year: 1 800,00 EUR
Framework agreement:

Contract type: Fixed-term contract
Contractual party: CleanX
Contact person:
Contract area: Cleaning

VALIDITY
COST INFORMATION
DOCUMENTS
MODIFICATION HISTORY

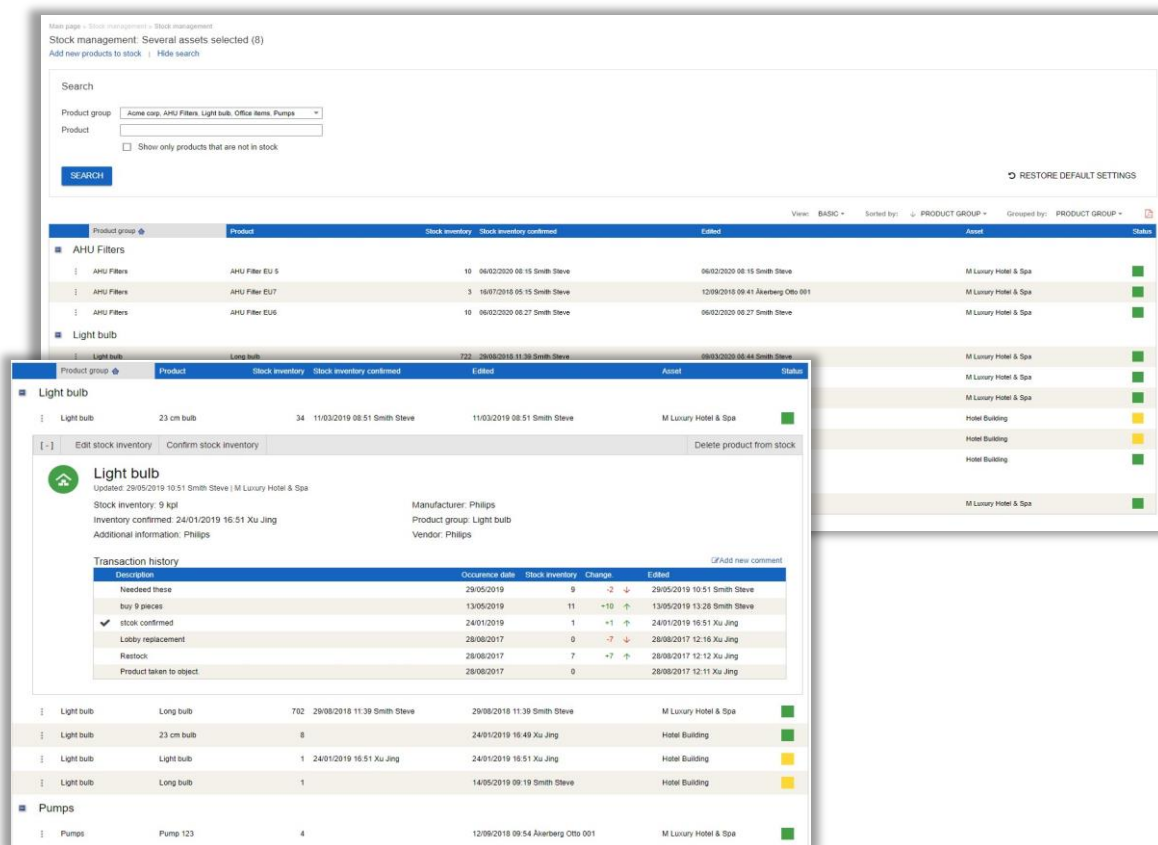
Fixed-term contract (F)
Contract part with a fixed-term validity period (F)
Start date: 1.1.2016
End date: 29.6.2018
Contract continues automatically after a fixed-term contract period and will be valid until further notice.
The contract has been discontinued and it will terminate on 29.6.2018

13 pav. Puikiai centralizuota vieta visoms su nekilnojamoju turtu susijusioms sutartims ir informacijai (sudaryta autoriaus)

3.2.5. Sandėlio likučių valdymas

Puikiai galima valdyti dažniausiai naudojamų ir eksploatacijai reikalingų atsarginių detalių ir eksploatacinių medžiagų likučius:

- Produktus galiu sugrupuoti nurodant kainą ir kitą pagrindinę informaciją;
- Galiu nustatyti pranešimų apie likučių lygius, kurie automatiškai žymimi spalvomis;
- Kainoraščius ir sandėlio likučių sąrašą galiu naudoti sąskaitoms išrašyti;
- Sandėlio likučių sąrašą ir kainoraščius galiu importuoti į sistemą naudojant „Excel“ failus.



14 pav. Galimybė išmaniai valdyti svarbiausių atsarginių detalių likučius sandėlyje. (sudaryta autoriaus)

3.2.6. Techninė priežiūra

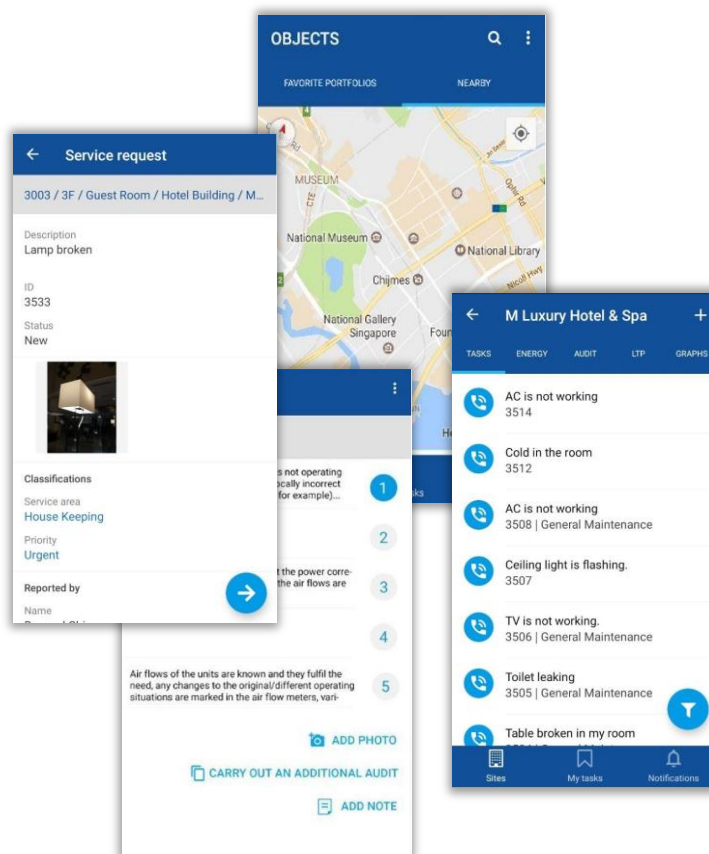
Su „Granlund manager“ galiu standartizuoti objekto techninę priežiūrą – tiek vienam pastatui, tiek visam pastatų ūkiui. Viena iš dažniausiai mano naudojamų funkcijų yra kalendorius, kurio pagalba galiu planuoti, organizuoti ir optimizuoti techninės priežiūros išteklius ir paslaugas bei stebėti progresą kalendoriuje, kur matau planuojamų, vykdomų ir užbaigtų užduočių statusą. Valdymas taip pat apima prevencinę, aktyvią ir prognozuojamą priežiūrą.

3.2.7. Mobili pastatų ūkio techninė priežiūra

Techninės priežiūros mobilioji programėlė man yra labai patogi, nes:

- Paprastas techninės priežiūros užduočių skyrimas ir užduočių būklės stebėjimas;
- Nuomininkai gali pateikti prašymą atlikti techninės priežiūros užduotį nuskenudami QR kodą. Mobilioji programėlė yra pritaikyta tiek iOS, tiek Android operacinėms sistemoms;
- Galiu atlikti techninės priežiūros užklausą, nuolatinę priežiūrą, pateikti pastabas ir skaitiklių rodmenis;
- Pastoviai matomos naujos užduotys ir pastabos iš kitų darbuotojų;

- Galiu pridėti nuotrauką „prieš ir po“ atlikus gedimo patikrą arba vykdant priežiūros planą;
- Matau su turtu susijusią informaciją;
- Atlikti audito funkciją;
- Susikurti ilgalaikį darbo planavimą;
- Stebėti projekto tvirtinimo procesus;
- Gauti automatinius įspėjimus apie nukrypimus nuo grafiko;



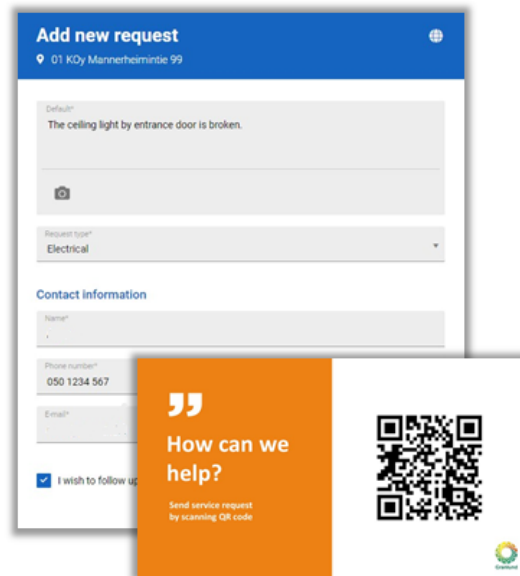
15 pav. Objektų matymas, aptarnavimo užklausos išsami informacija. (sudaryta autoriaus)

3.2.8. Techninės priežiūros paslaugų užklausos

Techninės priežiūros paslaugų užklausas galiu siųsti techninės priežiūros darbuotojui, skambučių centro darbuotojui ar galutiniam naudotojui užpildžius paprastą formą. Užduoties priskyrimas ir patvirtinimas reikiamiems techninės priežiūros darbuotojams galimas rankiniu arba automatiniu būdu. Mano viena dažniausiai naudojamų funkcijų yra planavimas ir skirstymas į kategorijas pagal kliento poreikius ir susitarimus dėl paslaugos lygmenų:

- Techninės priežiūros paslaugų užklausų peržiūra ir kontrolė pagal būseną, prioritetą ir kitus veiksnius;

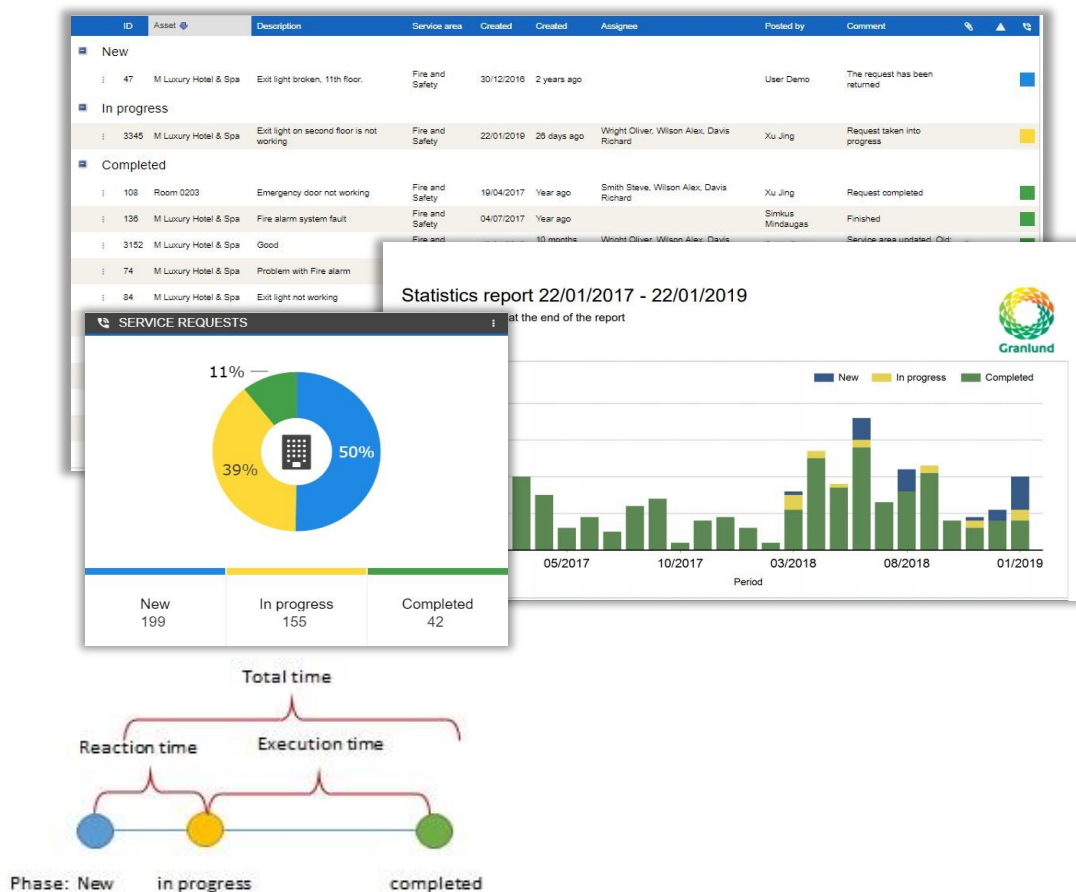
- Visą istoriją įrašau į sistemą, todėl sudarau galimybes lanksčiai formuoti ataskaitas ir vykdyti analizę;
- Galiu rinkti galutinių vartotojų grįžtamąjį ryšį;
- Techninės priežiūros paslaugų užklausa galiu suskirstyti pagal tipą, patalpą.



16 pav. Mobilios aplikacijos pavyzdys, skenuojant QR kodą (sudaryta autoriaus)

Taupant darbuotojų laiką, galiu aktyvuoti puikią funkciją su mobiliuoju telefonu, kuri leidžia užpildyti techninės priežiūros paslaugos užklauso formą ir atveriamą tiesiog nuskenavus QR kodą konkrečioje patalpos ar pastato vietoje:

- Nereikia atsisiųsti specialios programėlės ar užsiregistruoti naudotojo paskyroje.
- Vietos informacija nuskaitoma tiesiai iš QR kodo;
- Galimybė prisegti nuotrauką tiesiai iš mobiliojo telefono;
- Automatinis pranešimas apie darbo eigą elektroniniu paštu.

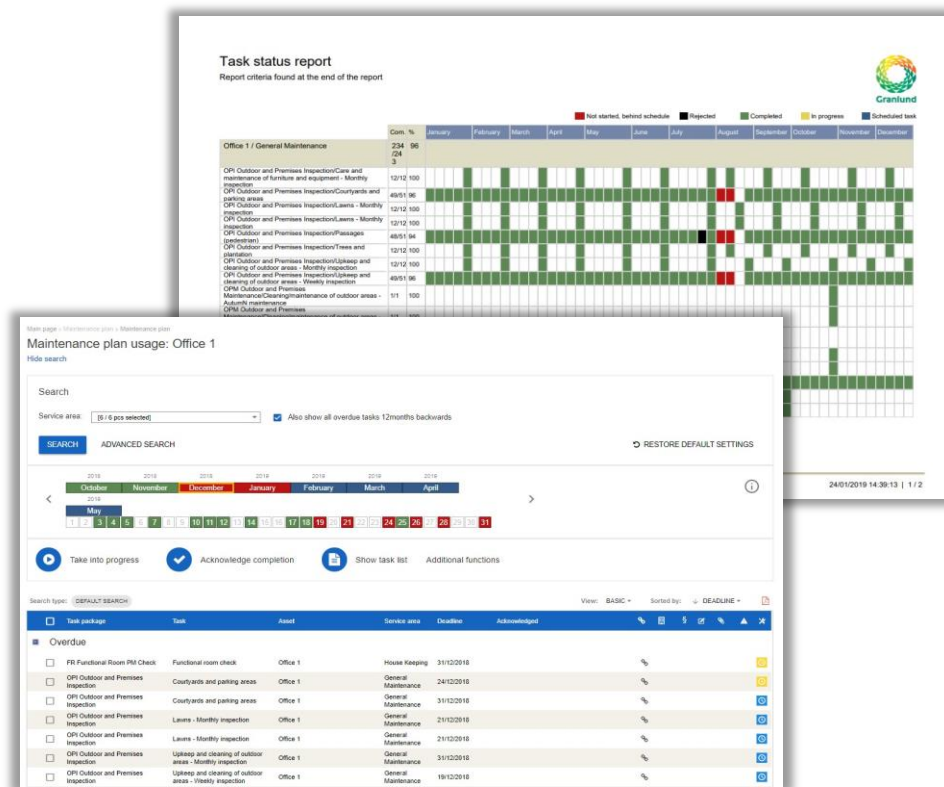


17 pav. Paslaugų užklausų bendras skaičius ir jų skirstymas pagal atributus. (sudaryta autoriaus)

3.2.9. Nuolatinės priežiūros planas

Optimalus efektyvumas ir optimali vartotojo patirtis pasiekiami tada, kai visos „RiverHall“ pastato inžinerinės sistemos tinkamai sąveikauja, o skaitmeninės išmaniosios paslaugos leidžia užtikrinti į vartotoją orientuotą aplinką. Norint pasiekti tokį tikslą, būtinai turiu šiam pastatui parengti duomenimis pagrįstą ir aktyvų priežiūros planą, kuriame bus:

- Individualios techninės priežiūros užduotys su instrukcijomis ir tvarkaraščių sudarymo informacija, pastatui arba NT portfeliui;
- Sisteminis suplanuotas techninės priežiūros kalendorius ir aiškūs nurodymai kiekvienam paslaugų teikėjui;
- Bus tinkamas tiek vidiniam techninės priežiūros personalui, tiek paslaugų teikėjams;
- Visa istorija įrašoma, todėl sudaromos galimybės lanksčiai formuoti ataskaitas ir vykdyti analizę;



18 pav. Nuolatinės priežiūros plano pavyzdys (sudaryta autoriaus)

3.3. Kokybės auditas

Standartizuotas techninės priežiūros lygio kokybės tikrinimas dažniausiai naudojamas pagal kliento reikalavimus. Rodomi visi nukrypimai nuo reikalavimų ir kurias sritis reikia tobulinti. Ataskaitos naudojamos pastatų ūkiams palyginti ir pastatų būklės lyginamajai analizei, pagal skirtingus pastatų ūkius arba paslaugų teikėjus. Auditavimą taip pat galiu atlikti ir naudojant mobiliąją programėlę, kurioje bus galimybė:

- Skirti įvertinimo balą;
- Prisegti nuotrauką;
- Įrašyti pastabas

Audit report

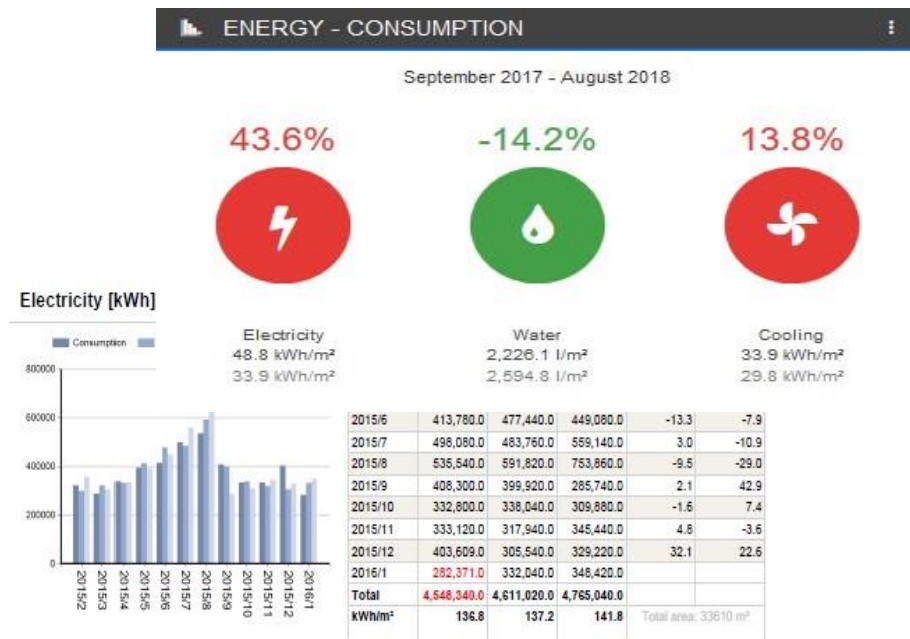
Object: Marina Tower (Building) Facility Maintenance 01/05/2016 - 31/05/2017 Result of the audit/Weighted result of the audit: 3.08/3.13 Auditor: Demo GM Notes:		Service area: Electrical Maintenance , Fire and Safety , General Maintenance , General Maintenance, Technical Maintenance, Technical maintenance , Cleaning - service provider CleanX Inc.	
		Group result	Benchmark figure
A1 Ventilation system (8.75%)		3	
A1.1 Tidiness of the air handler room	Not in the object ☐ Serious deficiency ☐		
Selected result of the audit: 3 Only items belonging in the air handler room, good general level of tidiness, no significant leak marks etc. on the floors or other surfaces.			
A1.2 Service area	Not in the object ☒ Serious deficiency ☐		
A1.3 Air flow	Not in the object ☐ Serious deficiency ☒		
Selected result of the audit: 4			
			
A1.4 Technical maintenance and condition of the systems	Not in the object ☐ Serious deficiency ☒		

19 pav. Audito ataskaitos pavyzdys „Granlund“ sistemoje (sudaryta autoriaus)

3.3.1. Energija

Naudodamas energijos taupymo modulį, padidinu energijos naudojimo efektyvumą, sumažinu išlaidas ir padidinu pastatų tvarumą. Taip pat galiu įvertinti įvairių komunalinių paslaugų, tokių kaip elektros, vėsinimo ir vandens tiekimo, suvartojimą. Duomenis naudoju siekdamas kruopščiai valdyti energiją. Todėl galiu lengvai priimti sprendimus dėl korekcinio veiksmų. Esant išsamioms ataskaitoms, yra galimybė sumaniau valdyti energijos vartojimą visame pastatų ūkyje:

- Lengvu būdu galiu matyti energijos sunaudojimo duomenis iš įvairių šaltinių ir peržiūrėti paprastai suprantamu formatu;
- Stebiu, kaip pastato energijos sunaudojimo rodikliai atitinka nustatytas tikslines vertes; Techninės priežiūros darbuotojams paprasta aptikti ir reaguoti į nukrypimus, kadangi rodiklius lengva stebėti pasitelkiant skaitmeninį dvynį (*Digital Twin*) ir kurti išsamias ataskaitas.



20 pav. Energijos suvartojimas, skaitliukų rodmenys, metinės ir mėnesinės ataskaitos (sudaryta autoriaus)

Klausimas, kaip taupyti energiją yra aktualus kiekvienam iš mūsų. „Granlund“ platformos dėka pavyko sukurti sumanesnį ir greitesnį energijos naudojimo valdymą visame „RiverHall“ pastatų ūkyje. Tai patogu, nes:

- Paprasta standartinių ir individualių ataskaitų peržiūra pasirinktu laikotarpiu;
- Vizualizacijos ir spalvomis žymimas energijos vartojimo efektyvumas ir nuokrypiai;
- Lengvas suderinamumas su pastatų veiklos rodikliais ir lyginamųjų ataskaitų rengimas.



21 pav. Energijos suvartojimo ataskaitos pavyzdys pasirinkto laikotarpio (sudaryta autoriaus)

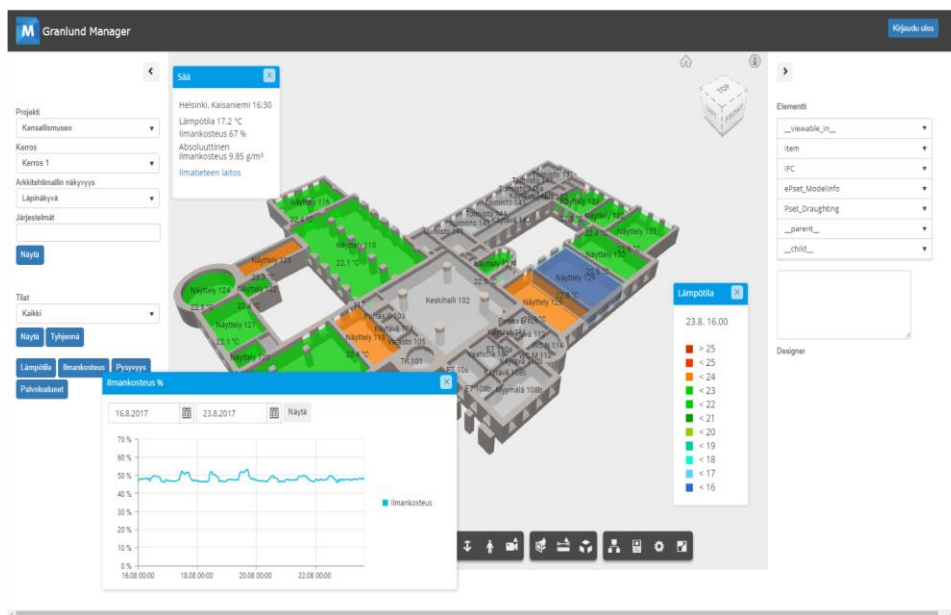
3.3.2. Sistemų efektyvumas

Naudojant duomenis iš pastato automatizavimo sistemų ir IoT jutiklių tiksliai pageriname vidaus oro sąlygas, energijos sąnaudas, pastatų ir naudotojų gerovę. Sudėtingi pastatų automatizavimo sistemų duomenys paverčiami lengvai suprantamais grafikais, nes:

- Surinkti duomenys susiejami su iš anksto nustatytais tiksliniais eksploataciniais rodikliais;
- Pastato eksploataavimo rodiklių vertės rodo pastatų sistemų efektyvumą ir būklę;
- Pasitelkus pastato eksploataavimo rodiklius, techninės priežiūros darbuotojams paprasta aptikti ir reaguoti į nukrypimus;
- Automatiškai identifikuojami pastatai, kurie nefunkcionuoja pagal nustatytas tikslines vertes.

3.3.3. Skaitmeninis dvynys

„RiverHall“ pastato vizualizavimą atlikau naudodamas skaitmeninį dvynį (Digital Twin). Tai daugiau nei vien BIM konvertavimo į FM sprendimas. Skaitmeninis „dvynys“ nuskaito statinius duomenis iš BIM modelių, kurie buvo naudojami projektavimo ir statybos metu, ir dinامينius duomenis iš pastato valdymo sistemų, IoT jutiklių ir kitų duomenų šaltinių. Pastato duomenys vizualizuojami sukuriant lengvai suprantamą 3D modelį, kurio pagalba galima stebėti pastato efektyvumą, inžinerines sistemas kiekvienoje patalpoje. Taip pat matyti techninės priežiūros užduočių atlikimo vietas, patalpų paskirtį.



22 pav. 3D pastato modelio atvaizdavimas su visomis sistemomis, patalpų duomenimis ir temperatūros skirtumais (sudaryta autoriaus)

Oro kokybė turi tiesioginį poveikį darbuotojų sveikatai ir darbo produktyvumui. Jutiklių pagalba matau viso pastato bendrą oro temperatūrą, taip pat atskiro aukšto ar net atskiros patalpos. Kiti jutikliai rodo santykinę oro drėgmę, CO₂, CO, VOC kiekius ore. Viršijus leistinas normas, atsiunčiamas automatinis perspėjimas apie viršytas ribas ir nurodo problemų sprendimo būdus.

DARBO IŠVADOS

Atlikus tyrimą, buvo pateiktos tokios išvados:

1. Integruotos savybės, automatizuoti pastatai, daiktų internetas, išmani darbo vieta, sveikata ir produktyvumas, duomenų analizavimas – tai pagrindinės pastatų valdymo tendencijos pasaulyje.
2. Integruotos savybės – patalpų priežiūros operacijos yra glaudžiai susijusios su ŠVOK ir santechnikos sektoriais. Anksčiau jie veikė atskirai, tačiau šiandieninėje rinkoje tampa neišvengiama gauti visas šias paslaugas vienam paslaugų teikėjui. Tai pašalina klientų poreikį keisti paslaugų teikėjus, o tai žymiai padidina pastatų valdymo efektyvumą ir paslaugų kokybę. Lietuvoje šį būdą pradėjo naudoti beveik kiekviena statybos eksploatacinės priežiūros įmonė.
3. Automatizuoti pastatai – pagrindinis automatizuotų pastatų tikslas Lietuvoje yra užtikrinti efektyvumą ir tvarumą jų savininkams ir nuomininkams. Autoriaus analizuojamas pastatas „RiverHall“ yra automatizuotas pastatas, kuris valdomas „Granlund“ platformos ir išmaniųjų jutiklių pagalba.
4. Daiktų internetas – ši patalpų valdymo savybė pastatuose Lietuvoje yra viena iš dažniausiai naudojamų. Beveik kiekviename pastate turime išmanųjį termostatą, išmaniąsias lempas ar išmaniuosius skaitiklius. Didelės ir mažos įmonės kuria savo daiktų ekosistemas nevienodai sudėtingai. Mažesniame biure gali būti tik kažkas panašaus į „Amazon Echo“ įrenginį, o didesniuose biuruose gali būti visas prijungtų įrenginių ar jutiklių, veikiančių jų daiktų internetu, rinkinys.
5. Išmani darbo vieta – ši savybė Lietuvoje taip pat yra gana stipriai pažengusi. Anksčiau darbuotojai dokumentus laikydavo segtuvuose, dabar dauguma dokumentus laiko „debesies“ principu. Tai yra žymiai patogesnis ir greitis būdas, nes reikiamą dokumentą „debesyje“ galima surasti akimirksniu. Dar viena pažengusi technologija biuruose yra belaidis spausdintuvas, kurio dėka kiekvieną kartą norint atsispausdinti dokumentą nereikia eiti prie jo, nes dokumentai iki spausdintuvo „nukeliauja“ interneto pagalba.
6. Sveikata ir produktyvumas – sveikata ir sauga yra svarbiausias visų darbo vietų prioritetas, atsiradus „COVID –19“ pandemijai. Kai vakcinacijos pagalba pasibaigs pandemija, bet kokio dydžio įmonės geriau supras infekcinių ligų riziką ir darbuotojų nedalyvavimo operatyvinį poveikį. Nors sveikata ir sauga nebūtinai priklauso FM kompetencijai, riba taps dar neryškesnė po COVID - 19, kuri greičiausiai pastebimai išryškės per 2021 m Lietuvoje.
7. Duomenų analizavimas – dauguma patalpų valdymo tendencijų Lietuvoje siejasi su šia tendencija: akcentuojamas darbo vietos kiekybinis įvertinimas. Duomenys iš daiktų interneto įrenginių ir įrenginių valdymo programinės įrangos padeda objektų valdytojams daugiau suprasti, kaip veikia jų darbo vieta ir kokie darbuotojai turi atlikti savo geriausią darbą.

8. Išanalizavus galima teigti, kad Lietuvos pastatų valdymo tendencijos nesiskiria nuo pasaulinių. Mes turime puikų pastatų automatizavimą, dalinai išmanias darbo vietas, skaitmeninį duomenų analizavimą, žaliuosius pastatus ir kita. Laikui bėgant šios sritys dar tobulės ir manau, kad turėsime išskirtinius pastatų valdymo būdus negu kitos šalys.
9. Ištyrinėjus geriausius pastatų valdymo kriterijus, galima teigti, kad dirbant su „Granlund“ platforma galima pasiekti aukščiausius pastatų valdymo rezultatus pasauliniu mastu.
10. Analizuojamas „RiverHall“ verslo centras Kaune, yra ne ką prasčiau valdomas pastatas, nei kiti pasaulio pastatai, atsižvelgiant į geriausias 2018–2020m. patalpų valdymo tendencijas.
11. Siekiant išsiaiškinti, kas yra energiška efektyvūs pastatai, nustatyti, kokie reikalavimai tokiems pastatams keliama, buvo nagrinėti pasyvieji ir nulinės energijos pastatai. Buvo nagrinėjami tokių pastatų privalumai, jų paplitimas, trumpai apžvelgiama energiška efektyvių pastatų kaita. Iš surinktų ir nagrinėtų duomenų pastebėta, kad šiuo metu dažniausiai mažai energijos vartojantys pastatai įvardijami ir labiausiai paplitę pasyvieji pastatai, tačiau nulinės energijos pastatų energijos vartojimo efektyvumas yra didesnis. Dėl šios priežasties reikia toliau kurti bei praktikoje taikyti energiška efektyvių namų modelius.
12. Klimato kaita yra viena didžiausių mūsų aplinkosauginių, socialinių ir ekonominių grėsmių. Mokslininkai prognozuoja, kad jeigu nebus imtasi pasaulinio masto veiksmų išmetamų teršalų kiekiui apriboti, iki 2100 m. pasaulinė temperatūra gali dar pakilti 1,8–4,0°C. Statybų sektorius laikomas galinčiu smarkiai prisidėti prie klimato kaitos poveikio mažinimo, naudojant naujausias technologijas, ekologiškas medžiagas, orientuojantis į energiška efektyvių statinių statybą. Tvarių pastatų statyba – alternatyva taršiai statybų pramonės klimatui.
13. Per pastarąjį dešimtmetį tarptautinės organizacijos dėjo daug pastangų, siekdamas pagerinti naujų ir esamų pastatų energijos vartojimo efektyvumą, ką patvirtina naujoji Europos Komisijos energetikos strategija 2020–2030 m. laikotarpiui. Statybų sektorius turi didžiausią potencialą išsivysčiusiose ir besivystančiose šalyse sumažinti energiją ir išmetamą CO₂. Šiuo metu statybų sektorius sudaro iki 40 proc. viso pasaulio energijos poreikio ir trečdalį CO₂ emisijos. Todėl būtina nustatyti ir plėtoti į inovacijas integruotas pastatų ir energetikos technologijas, kad būtų galima skatinti tvarią statybų praktiką ir pasiekti energijos vartojimo efektyvumo tikslus.
14. ES direktyvos reikalauja, kad ES šalys parengtų ilgalaikes renovacijos strategijas, skirtas palaikyti gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų renovaciją, iki 2050 m. užtikrinant didelį pastatų fondo energijos vartojimo efektyvumą ir sumažinant išmetamo anglies dioksido kiekį. Strategijose turi būti numatytas veiksmų planas, priemonės ir išmatuojami pažangos rodikliai, atsižvelgiant į ilgalaikį ES planą iki 2050 m. sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją 80–95 proc., lyginant su 1990 m. Veiksmų plane turi būti numatyti tarpiniai tikslai 2030 m., 2040

m. ir 2050 m. bei nurodyta, kaip jie prisidės siekiant ES energijos vartojimo efektyvumo tikslų pagal Direktyvą 2012/27/ES dėl energijos vartojimo efektyvumo.

15. Lietuvoje nuo 2016 metų buvo numatytas perėjimas prie energiška efektyvių pastatų statybos (A klasė), 2018 metais pastatų energinio naudingumo reikalavimai padidinti (A+ klasė), o nuo 2021 metų pradžios naujiems pastatams keliami beveik nulinės energijos naudojimo reikalavimai (A++ klasė). Tai reiškia, kad pastatai turės ne tik mažai naudoti energijos, bet ir pasiekti, kad juose sunaudojamos energijos, pagamintos iš atsinaujinančių šaltinių, dalis sudarytų daugiau kaip pusę visos pastate sunaudojamos pirminės energijos. Nauji pastatai turi atitikti minimalius standartus. Viešosios valdžios institucijų valdomi ar užimami pastatai turi būti beveik nulinės energijos nuo 2018 m. gruodžio 31 d., o kiti nauji pastatai – nuo 2020 m. gruodžio 31 d.
16. Po 2021-ųjų statant A++ energinio naudingumo klasės pastatus, sudėtinga taps naudoti dujinį šildymą ar pastatui šildyti naudoti elektrinius šildytuvus, mat didžiąją dalį energijos bus privalu pasigaminti iš atsinaujinančių šaltinių. Šiuo metu kylančiuose energiška efektyviuose A++ klasės pastatuose prioritetą įgauna energijos vartojimas iš centralizuotų šilumos tinklų. Lygiagrečiai su šilumos tinklais įrengiami didelio efektyvumo šilumos siurbliai, arba sistemos, kuriose šilumos siurbliai įrengiami lygiagrečiai su fotovoltinėmis saulės elektrinėmis ir rezerviniais energijos šaltiniais, tokiais kaip dujiniai katilai, elektriniai šildytuvai, biokuro katilai ir panašiai.
17. „Grandlund“ platforma nėra naudojama visoje Lietuvoje, bet technologijoms keičiantis, galima manyti jog greitai ji bus viena pagrindinių platformų valdant pastatus. Atlikus darbo analizę, pastebėjau, kad ši platforma padeda taupyti ir išpėja apie labiau vartojamą energiją nei įprastai. Tai padeda pagerinti pastato energinį efektyvumą.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

Aaltonen, Anna, et al. *Facilities management driving green building certification: a case from Finland. Facilities* (2013).

Aplinkos apsaugos agentūra. (2020). Prieiga per internetą: <http://gamta.lt/cms/index?rubricId=4a9289a1-97b9-42f5-afb5-3cdf6fb074cb>

Bernotaitė, K. (2016). *Energinio efektyvumo teisinis reguliavimas ir taikymo ypatumai. Teisės problemos*, 2(92), 5-44.

Chi, B., Lu, W., Ye, M., Bao, Z., & Zhang, X. (2020). *Construction waste minimization in green building: A comparative analysis of LEED-NC 2009 certified projects in the US and China. Journal of Cleaner Production*, 256, 120749.

Černeckienė, J., & Ždankus, T. (2015). *Usage of the Wind Energy for Heating of the Energy-Efficient Buildings: Analysis of Possibilities. Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 10(1), 58-65.

Dounis, A. I., & Caraiscos, C. (2009). *Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment—A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1246-1261.

Energetinių paslaugų direktyva. (2006). Prieiga per internetą: http://sportdocbox.com/Olympics/79188249-Energinio-efektyvumo-teisinis-reguliavimas-ir-taikymoypatumai.html#show_full_text

Energetinių paslaugų direktyva. (2006). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/AUTO/?uri=celex:32012L0027>

Energijos beveik nevartojantys pastatai. (2012). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=celex%3A32016H1318>

Energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatymas. (2016). Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/946da260a67b11e69ad4c8713b612d0f/asr>

Energinis efektyvumas – svarbiausia. (2019). Prieiga per internet: <https://www.termoblokeliai.lt/keiciasi-reikalavimai-namo-statybai/>

Europos klimato agentūra. (2016). Prieiga per internetą: <https://www.eea.europa.eu/lt/themes/climate/about-climate-change>

Facilities Management (FM): Top 10 Trends. (2018). Prieiga per internetą: <https://flevy.com/browse/flevypro/facilities-management-fm-top-10-trends-3417>

Fotovoltinių / šiluminių hibridinių saulės technologijų apžvalga. (2010). Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261909002761?via%3Dihub>

Fudholi, A., Musthafa, M. F., Ridwan, A., Yendra, R., Desvina, A. P., Suyono, T., & Sopian, K. (2019). *Energy and exergy analysis of air based photovoltaic thermal (PVT) collector: a review. International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 9(1).

Galvonaitė A. (2007). Prieiga per internetą: <http://www.meteo.lt/lt/klimato-kaita>

- Gesevičienė, K., Miceikienė, A., & Rivza, B. (2020). *Aplinkos apsaugos subsidijų reikšmė klimato kaitos valdymo kontekste: teorinis požiūris. Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 42(3), 259-269.
- Gourlis, G., & Kovacic, I. (2017). *Building Information Modelling for analysis of energy efficient industrial buildings—A case study. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 953-963.
- Heffernan, E., & De Wilde, P. (2020). *Group self-build housing: A bottom-up approach to environmentally and socially sustainable housing. Journal of Cleaner Production*, 243, 118657.
- Januškevičienė L. (2020). *Nevaldoma klimato kaita sukels ne tik gamtinę, bet ir socialinę katastrofą. Prieiga per internetą: <https://www.vu.lt/naujienos/spectrum/klimato-kaita-2020-pavasaris>*
- Karodpati, S., & Kakde, U. (2021). *Challenges and Solutions for Facility Management in Housing Societies. International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Topics*, 2(2), 24-26.
- Li, D. H., Cheung, K. L., Wong, S. L., & Lam, T. N. (2010). *An analysis of energy-efficient light fittings and lighting controls. Applied Energy*, 87(2), 558-567.
- Lietuvos respublikos energijos vartojimo efektyvumo didinimo įstatymas. (2016). Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/946da260a67b11e69ad4c8713b612d0f/asr>
- Lietuvos Respublikos statybos įstatymas. (1996). Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.26250/asr>
- Lindkvist, C., Salaj, A. T., Collins, D., Bjørberg, S., & Haugen, T. B. (2020). *Exploring urban facilities management approaches to increase connectivity in smart cities. Facilities*.
- Liubartas, V. (2018). *Pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų praktika Lietuvoje (Doctoral dissertation, Kauno technologijos universitetas)*.
- Mawed, M., Tilani, V., & Hamani, K. (2020). *The role of facilities management in green retrofit of existing buildings in the United Arab Emirates. Journal of Facilities Management*.
- Meškauskienė E. (2012). *Pastatų energinio naudingumo reikalavimų įgyvendinimas Lietuvoje* Prieiga per internetą: http://www.ahk-balt.org/fileadmin/ahk_baltikum/Projekte/Energieeffizienz/Energieeffizienz_2012/Energieeffizienz_Vortraege_2012/Edita_Meskauskiene.pdf
- Munaro, M. R., Tavares, S. F., & Bragança, L. (2020). *Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. Journal of Cleaner Production*, 260, 121134.
- Naujo namo statyba. (2019). Prieiga per internetą: <https://www.etar.lt/portal/lt/legalAct/151b04b0793411e49adea948c356b2ec/UHthckFdHG>
- Nguyen-An, H., Silverston, T., Yamazaki, T., & Miyoshi, T. (2021). *IoT Traffic: Modeling and Measurement Experiments. IoT*, 2(1), 140-162.
- Normatyvinių statybos techninių dokumentų sistema. (2017). Prieiga per internetą: <http://www.infolex.lt/ta/77961:str8?refid=13/Lietuvos Respublikos statybos įstatymas 1996.03.19 Nr. I-1240>.
- Normatyvinių statybos techninių dokumentų sistema. (2017). Prieiga per internetą: <http://www.infolex.lt/ta/77961:str8?refid=13>

- Pardo, J. E., Mejias, A., & Sartal, A. (2020). *Assessing the importance of biomass-based heating systems for more sustainable buildings: A case study based in Spain*. *Energies*, 13(5), 1025.
- Park Town. (2019). Prieiga per internetą: <https://citify.eu/park-town/>
- Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas (2016). Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/15767120a80711e68987e8320e9a5185/asr>
- Pastatų energinis naudingumas. (2010). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=LEGISSUM%3Aen0021>
- Pastatų energinis naudingumas. (2010). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=LEGISSUM%3Aen0021>
- Pastatų valdymas, tendencijos ir iššūkiai. (2021). Prieiga per internetą: <https://blog.infraspeak.com/facility-management-challenges/>
- Reikalavimai namo statybai. (2019). Prieiga per internetą: <https://www.termoblokeliai.lt/keiciasi-reikalavimai-namo-statybai/>
- Rimkus, E., Bukantis, A., & Stankūnavičius, G. (2006). *Klimato kaita: faktai ir prognozės. Geologijos akiracai [Geological horizons]*, 1(61), 10-20.
- Rudinskaitė, E., & Tupėnaitė, L. (2020). *Baltijos šalių būsto rinkų darnumo daugiakriteris vertinimas. Science: Future of Lithuania*, 12.
- Shahzad, S., Calautit, J. K., Calautit, K., Hughes, B., & Aquino, A. I. (2018). *Advanced Personal Comfort System (APCS) for the workplace: A review and case study*. *Energy and Buildings*, 173, 689-709.
- Smart & Simple. (2020). Prieiga per internetą: <https://www.granlundmanager.com/>
- Statybų sektoriaus ir šio sektoriaus įmonių tvaraus konkurencingumo strategija. (2012). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012DC0433&from=EN>
- Statybų sektoriuje keičiasi reikalavimai pastatams. (2020). Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/bustas/statyba/statybu-sektoriaus-laukia-permainos-keiciasi-reikalavimai-pastatams.d?id=85019595>
- Šildytis tvariai ir išmaniai. (2019). Prieiga per internetą: <https://sa.lt/sildytis-tvariai-ir-ismaniai/>
- Štreimikienė, D. 2.1. *Energetikos plėtros scenarijų darnumo vertinimas. Darnaus vystymosi problemos*, 142.
- Telešienė, A., & Zolubienė, E. (2019). *Lyginamoji Jungtinės Karalystės ir Lietuvos politinių institucinių komunikacinių klimato kaitos diskursų analizė. Filosofija. Sociologija*, 30(4), 277-286.
- Tvarumas. (2018). Prieiga per internetą: <http://www.ardex.lt/ardex/apie-ardex/tvarumas.html>
- Wei, W., & Skye, H. M. (2021). *Residential net-zero energy buildings: Review and perspective*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 142, 110859.